

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2020 г.

Разработка электрооборудования сушильного агрегата линии КФА-110

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2020 г.

Руководитель работы
доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2020 г.

Экономическая часть
доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ФТТ-533

_____ Д.Д. Хисамов
_____ 2020 г.

Нормоконтроль
ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2020 г.

Златоуст 2020

АННОТАЦИЯ

Хисамов Д.Д. Разработка электрооборудования сушильного агрегата линии КФА-110 – г. Златоуст: Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2020 г., 61 с., 15 илл., библиографический список – 38 наименований, 8 л. черт. ф. А1.

В выпускной квалификационной работе рассмотрен технологический процесс работы линии КФА-110, рассчитаны параметры модели, разработана математическая модель сушильного агрегата и функциональная схема системы управления.

Выбрано оборудование обеспечивает высокий уровень отказоустойчивости и безопасности. Рассчитана стоимость расходов на производство сушильного агрегата.

В разделе безопасности жизни деятельности рассмотрены возникающие опасные производственные факторы при эксплуатации линии.

Результаты работы планируются к внедрению на предприятии ООО «Завод Стройтехника».

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------|---------|------|--|---|------|--------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | |
| Разраб. | Хисамов Д.Д. | | | | Разработка электрооборудования сушильного агрегата линии КФА-110. Пояснительная записка | Лит. | Лист | Листов |
| Провер. | Сандалов В.М. | | | | | Д | 4 | 61 |
| Т.Контр. | Вигриянов П.Г. | | | | | Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП | | |
| Н. Контр. | Терентьев О.В. | | | | | | | |
| Утверд. | Сергеев Ю.С. | | | | | | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ..... | 8 |
| 1.1 Технология сушки..... | 11 |
| 2 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ | 15 |
| 3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ..... | 21 |
| 3.1 Технологический расчет сушильного агрегата..... | 21 |
| 3.2 Тепловой расчет | 21 |
| 4 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ..... | 25 |
| 5 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА | |
| 6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА | 39 |
| 7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ | 43 |
| | 44 |
| 7.2 Анализ вредных и опасны производственных факторов..... | 44 |
| 7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса | 45 |
| 7.4 Охрана труда..... | 49 |
| 7.5 Производственная санитария..... | 53 |
| 7.6 Эргономика и производственная эстетика | 54 |
| 7.7 Противопожарная и взрывобезопасность..... | 55 |
| 7.8 Экологическая безопасность..... | 56 |
| 7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций..... | 57 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 59 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 60 |

ВВЕДЕНИЕ

Предприятие «Стройтехника» расположено в городе Златоусте, завод занимается выпуском вибропрессующего оборудования с 1990 года, 1990 является годом основания завода. Производимое оборудование выпускается под торговой маркой «Рифей», осуществляющее формирование изделий методом полусухого вибропрессования. Чтобы обеспечить возможность выпуск тротуарной плитки, вносились изменения и дополнительные разработки в конструкцию оборудования. Увеличивалась производительность изделий путем увеличения рабочей зоны. Расширения ассортимента продукции потребовало внесения технологических изменений, для получения удовлетворительной оценки требований качества получаемых изделий в области возможных [1].

Помимо вибропрессующих машин, освоен выпуск бетонных заводов, способных подготавливать полусухую смесь по заданным технологическим параметрам, учитывая расход материалов, требуемых для производства. Оборудование автоматизировано и заменило часть функций, которые выполнял оператор.

Разработанная автоматическая линия – это «линия КФА-110». Способности линии [1]:

- автоматический режим способный выполнить практически все действия по формированию изделия;
- Формирует штабеля поддонов с отпрессованными изделиями;
- Пакетирование высушенных изделий;
- Отчистка технологических поддонов от остатков смеси;
- Кантование поддонов для уменьшения их износа.

Разработка и постоянная модернизация оборудования является актуальным направлением технического процесса.

Разработка электрооборудования сушильного агрегата линии КФА-110 может стать дополнительной технологией производства бетонных изделий и конструкций, осуществляя воздействие на процесс формирования характеристик бетона и его свойства. Паровые сушильные камеры используются в изготовлении изделий ЖБИ и строительной промышленности.

Последние разработки, связанные с выпуском тротуарной плитки, бордюрного камня и т.п., имеют большой недостаток в размерах площадей для осуществления сушки готовой продукции с поддержанием условий, приближенных к технологии набора прочности. Разработка электрооборудования сушильного агрегата линии КФА-110, это способ в автоматическом режиме производить все действия по набору прочности и сушке существующих изделий согласно технологическим условиям.

Целью выпускной квалификационной работы является расширение номенклатуры выпускаемой продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий, и решений;
- разработка функциональной схемы;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 6 |

- расчет параметров модели;
- математическое моделирование;
- выбор оборудования сушильной камеры;
- технико-экономическая оценка;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности.

Объект работы: электрооборудование сушильного агрегата линии КФА-110.

Предмет работы: система управления электрооборудованием сушильного агрегата линии КФА-110.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Линия КФА-110 – это автоматизированный вибропресс для формирования изделий, путем вибропрессования полусухой бетонной смеси в специальной пресс-форме. Форма и размеры изделий задаются сменными пресс-формами [2].

План расположения линии КФА-110 представлен на рисунке 1.1.

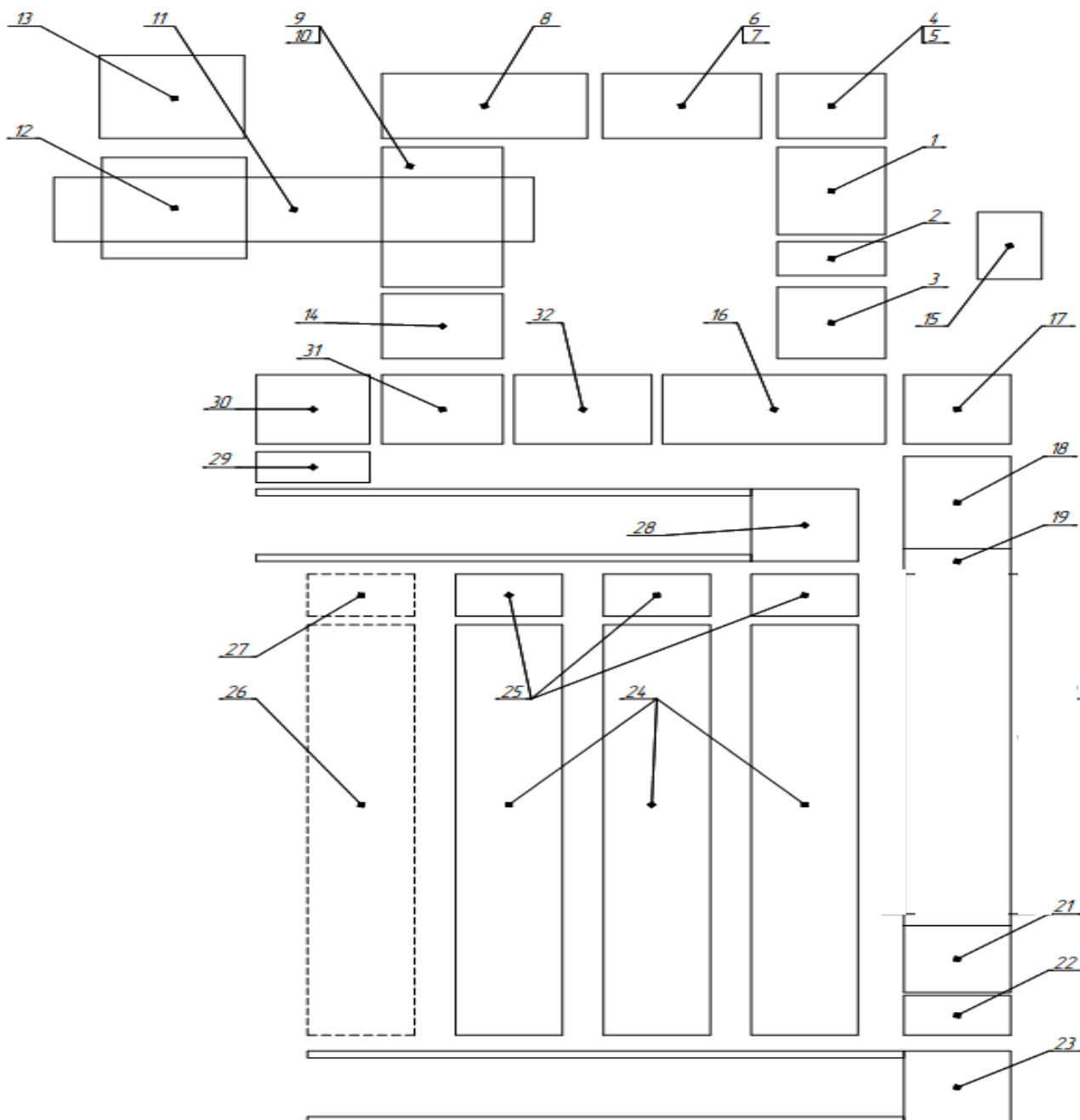


Рисунок 1.1 – План расположения линии КФА-110.

В накопителе поддонов (4) находятся поддоны, которые подаются гидротолкателем подающего конвейера (5) в вибропресс (1). В зоне формирования вибропресса на поддоне формируется продукция, затем следующий поддон подаётся

в вибропресс и выталкивает поддон со сформированной продукцией на промежуточный цепной конвейер (2) автоматического загрузчика кассет (3). Если зона формовки не работает, то для разгрузки изготовленной продукции, будут передаваться пустые кассеты. Предусмотрена зона автоматического складирования технологических кассет с изделиями на автоматических рольгангах (24), вместимостью равной производительности вибропресса за одну 8-ми часовую смену. Для перемещения кассет с рольганга используются две автоматические тележки с рольгангом (22, 28) на рельсовых путях. Просушенные или выдержанные кассеты с изделиями подаются через промежуточный рольганг (29) на поворотный стол 2 (30), откуда после поворота, передаются на подъемник (31). Система разгрузки готовых изделий реализована при помощи подъемника (31) и автоматического приемного рольганга разгрузки (14), который имеет выдвижной механизм захвата поддонов. Далее, пустая кассета из автоматического подъемника (31) передается на рольганг приема-передачи пустой кассеты (32). Его роль заключается в синхронизации скоростей работы линии разгрузки и линии формовки. Наличие в составе комплекса КФА линии складирования поддонов обеспечивает работу линии разгрузки с пропуском пустых технологических кассет в случае простоя формовочной части. При помощи гидравлического схвата (11), продукция снимается с поддонов и помещается на место разгрузки готовой продукции на стол поворотный (12), где производится упаковка продукции. После упаковки, европоддон перемещается на рольганг готовой продукции (13). Пустые поддоны попадают на конвейер промежуточный (9), где гидротолкателем выталкиваются на конвейер чистки (8). Чистка поддонов осуществляется вращающейся щеткой. Затем поддон попадает в кантователь поддонов (6), который переворачивает его. Переворот поддонов необходим для предотвращения их сгибания под весом продукции. Кантователь поддонов помещает поддон на промежуточный конвейер ленточный (7), откуда поддон попадает в накопитель поддонов. Цикл повторяется [2].

Зарубежные и отечественный рынки конкурентоспособного оборудования заполнена производителями различных фирм, например:

- Metalika (Сербия) [3];
- Globmac (Турция) [4];
- Zenith 960 (Москва) [5].

Сравнение параметров оборудования конкурентоспособных фирм с линией КФА-110 [6], представленных в примере, сведено в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Сравнения параметров оборудования конкурентоспособных фирм с линией КФА-110.

| Характеристика | GLOBMAC | Zenith 960 | METALIKA | МЕГАТЕХ КФА - 110 |
|----------------|---------|------------|----------|----------------------|
| Время цикла, с | от 16 | от 16 | от 16 | от 30 до 35 |

Окончание таблицы 1.1

| Характеристика | GLOBMAC | Zenith 960 | METALIKA | МЕГАТЕХ КФА - 110 |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Размеры технологического поддона, мм | 1 200x1 400x50 | 1 400x870x50 | 1 350x870x45 | 1 070x680x40 |
| Выпуск плитки за 1 цикл, шт. | 200x100x60 | 200x200x60 | 200x100x60 | 200x100x70 |
| | 55 | 50 | 44 | 27 |
| Камень стеновой за цикл, шт. | 400x200x200 | 400x200x200 | 390x190x190 | 390x200x190 |
| | 12 | 8 | 12 | 7 |
| Бордюрный камень за цикл, шт. | 7 | нет | 4 | 2 |
| Высота изделий, мм | 40 - 400 | 40 - 400 | 40 - 300 | 40 - 300 |
| Тип ПЛК | Siemens /Schneider | Siemens /Schneider | Siemens /Schneider | Koyo Click |
| Тип управления | Автоматическое | Автоматическое | Автоматическое | Полуавтомати- ческое |
| Два слоя | нет | да | да | да |
| Установленная мощность линии, кВт | 90 | 46 | 60 | 44 |
| Установленная мощность вибростола, кВт | 34,4 | 24,6 | 18,6 | 8 |
| Мощность на изделие камень бордюрный, кВт | 0,035 | нет | 0,030 | 0,040 |
| Мощность на изде- лие плитка м ² , кВт | 0,130 | 0,220 | 0,100 | 0,120 |
| Мощность на изделие камень стеновой, кВт | 0,015 | 0,019 | 0,007 | 0,008 |

Исходя из данных таблицы 1.1 линия «МЕГАТЕХ КФА-110» имеет преимущество перед другими линиями в низком энергопотреблении по сравнению с представленными образцами. Но и имеет минусы по количеству выпускаемой продукции за 1 цикл.

Комплекс «Globmac» способен за 1 цикл произвести 55 шт. тротуарной плитки, 12 шт. стенового камня, 7 шт. бордюрного камня. Система автоматики построена на базе ПЛК Siemens и Schneider производства Германии. Обеспечивает разгрузку и пакетирование изделий на европоддон. Так же осуществляет перемещение кассеты с изделиями и передачу пустой кассеты в зону загрузки изделий.

Комплекс «Zenith 960» является самой высокопроизводительной установкой своей линейки. Вибропресс оснащен синхронной вибрацией и контролем её уровнем. Производительность за цикл 50шт. тротуарной плитки и 8шт. стенового камня. У данной машины отсутствует выпуск бордюрного камня. Также использует автоматику на базе ПЛК Siemens и Schneider производства Германии.

Комплекс «Metalika» самый производительный пресс в своей линейки. Производительность за цикл 44шт. тротуарной плитки, 12шт. стенового камня и 4 бордюрных камня. Также использует автоматику на базе ПЛК Siemens и Schneider производства Германии. На всех исполнительных узлах установлен следящий привод, полностью уйдя от гидравлики.

Комплекс «Мегатех КФА-110» за 1 цикл способен произвести 27шт. тротуарной плитки, 7шт. стенового камня и 2 бордюрных камня. Тип формируемого изделия задается оператором на сенсорной панели пульта управления формовочным комплексом. Технологический поддон толщиной 40 мм используется при формировании всех типов изделий, что задает единую конструкцию кассеты для просушки изделий с определенными габаритами.

1.1. Технология сушки

В представленных экземплярах оборудования автоматических комплексов отсутствует сушильный агрегат. Отсутствие сушильного агрегата имеет ряд минусов в производстве и его организации:

- большие площади хранения готовой продукции для набора прочности перед транспортировкой заказчику;
- длительное времени выдержки перед отгрузкой;
- снижение технологичности и качества продукции;
- брак продукции при неправильной технологической сушки.

Наличие пропарочной камеры позволяет поднять отпускную способность в несколько раз. Пропаривание керамзитобетонных изделий положительно сказывается на качестве продукции, за счет объемного прогревания и создания условий, приближенных к идеальным для градации цемента. Блоки, бордюры, тротуарная плитка и т.д. получают прочнее и с большим сроком эксплуатации.

Скорость химических реакций в смеси ускоряется или замедляется по правилу Вант-Гоффа. Правило дает возможность оценить влияние температуры на скорость химических реакций в небольшом температурном интервале от 0-100°С.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 11 |

Я.Х. Вант-Гофф на основании множества экспериментов сформулировал правило. При повышении температуры на каждые 10°C, скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза [7].

$$V_2 = V_1 \times \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}} \quad (1.1)$$

где V_2 и V_1 – скорость реакции при температуре T_2 и T_1 ;
 V_1 – скорость реакции при температуре T_1 ;
 T_1 – начальная температура;
 T_2 – конечная температура;
 γ – температурный коэффициент скорости реакции (от 2 до 4).

На последнем этапе происходит процесс отвердевания готовых изделий, который продолжается 36-96 часов при естественной температуре. Период отвердевания сокращается использованием в смеси различных добавок. В данный период все изделия набирают прочность для складирования. Окончательное отвердевание изделий длится 20-27 дней в помещении с температурой не менее 18°C, повышенная влажность, выделяемая от изделий, будет препятствовать пересыханию готового изделия. Шлакоблок набирает свою прочность за 28 дней при средней температуре 18°C. Применяв правило, прогревая готовую продукцию при 80-100°C и влажности 90-100 %, сокращается время набора прочности до 6-8 часов. Процесс распределяется на 3 этапа. Первый этап плавного набора температуры, который продолжается 2 часа для равномерного прогрева изделия. Второй этап изометрическая выдержка, которая занимает 2-3 часа. И завершающий третий этап плавного остывания изделий, который занимает 2 часа. Время набора прочности изделий до 90-105 %, при заданных параметрах нагрева займет 7-8 часов вместо 28 дней[8].

В зависимости от марки бетона, температуры и влажности окружающего воздуха, при котором происходит процесс набора прочности, выделяют несколько способов твердения [8]:

- воздушно-сухое, твердение при температуре не меньше 15°C и влажности не более 70%;
- воздушно-влажностное, твердение при температуре не ниже 15°C и влажности близкой к 100%;
- тепло-влажностная, обработка горячим паром при температуре 70-95°C;
- гелио-термообработка, для районов сухого/жаркого климата под колпаками из полиэтиленовой пленки или стекла;
- способ термоса, проводится за счет тепла, которое получила бетонная смесь при приготовлении, а также тепла выделяемым изделием в процессе твердения, использование обязательных укрытий твердеющих блоков. Рекомендуются при низких температурах в цехах производства.

Технологическая сушка изделий может осуществляться в разных вариантах исполнения сушильного агрегата:

- вертикальная пропарочная камера см. рисунок 1.1;
- щелевая пропарочная камера см. рисунок 1.2;
- сушка изделий в камерах с нагретым воздухом см. рисунок 1.3.

Вертикальная пропарочная камера включает в себя парогенератор, работающий в непрерывном режиме. Подает парогазовую смесь в верхний отдел камеры опускаясь пар постепенно остывает и тем самым с низу камеры образуются зоны подогрева и остывания, а на верху образуется зона изотермической выдержки. Поддон с изделиями загружается на подъемник [9].

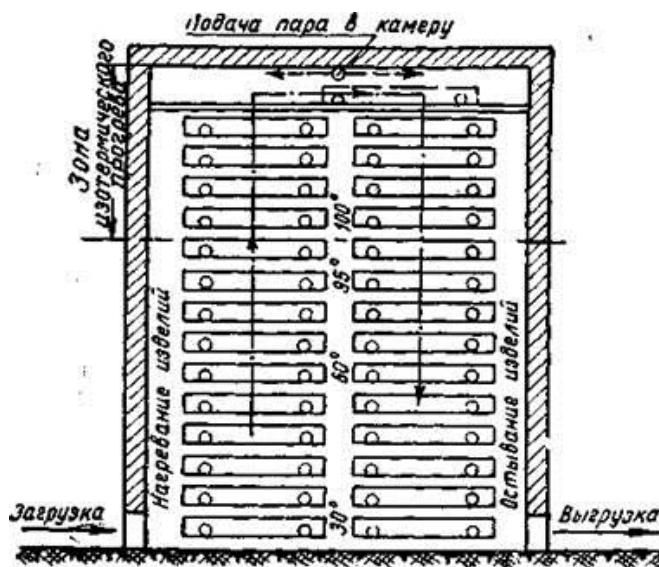


Рисунок 1.1 – Вертикальная пропарочная камера.

Щелевая пропарочная камера состоит из парогенератора, подающего пар в ямную камеру. С помощью перемещения тележки в низ, изделия на тележках подаются в камеру с одной стороны после окончания цикла выгружаются с помощью подъемника, с другой стороны. Также разделена на три зоны нагрев, остывание, изотермической выдержки [10].

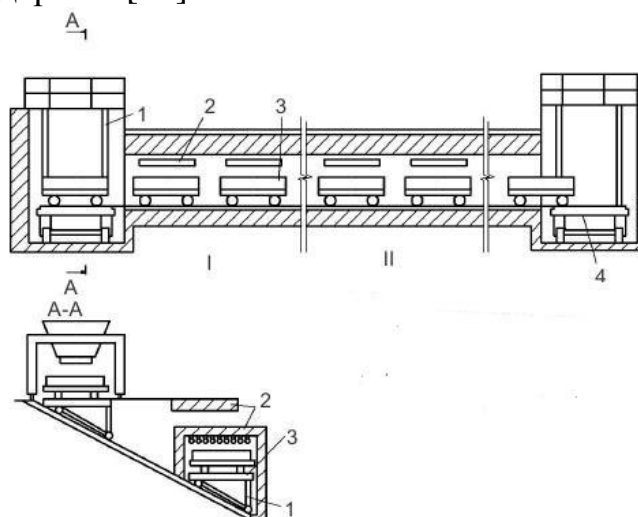


Рисунок 1.2 – Щелевая пропарочная камера:
 I – зона нагрева;
 II – зона изотермической выдержки;
 1,4 – подъемник;
 3 – тележка с изделием.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

Сушка изделий в камерах с нагретым воздухом осуществляется с частичным использованием влаги поступающих изделий в камеру, правильно настроенная рециркуляция воздуха позволяет разогревать изделие равномерно с плавным подъемом температуры. Камера при данной сушке должна быть герметично закрыта во избежание перепадов температур [11].

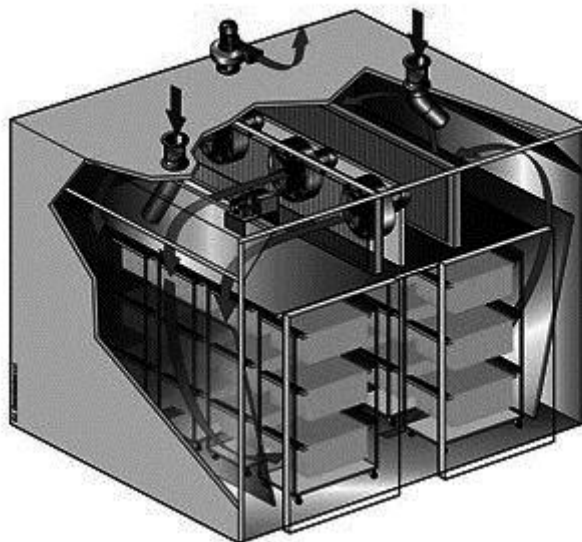


Рисунок 1.3 – Камера сушки нагретым воздухом.

Разработка сушильной камеры КФА-110 производится на физических основах вертикальной пропарочной камеры.

Выдержка изделий в камере осуществляют в течении прохождения всех этапов сушки, при этом изделия не теряют свое качество и свойство, а наоборот повышают качество изготавливаемой продукции и её технологическое производство.

Выводы по разделу один:

Анализ данных и сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений показал, востребованность в больших площадях хранения готовой продукции большое количество времени на осуществление сушки изделия. Установка сушильной камеры совместно с линией разгрузки переводит установку из разряда комплексов в разряд заводов.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

2 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Разработка функциональной схемы начинается с расчета размеров и конструктивных особенностей сушильного агрегата для КФА-110. Для решения проблемы принято решение разработать сушильную камеру в виде «П» образной, представленной на рисунке 2.1.

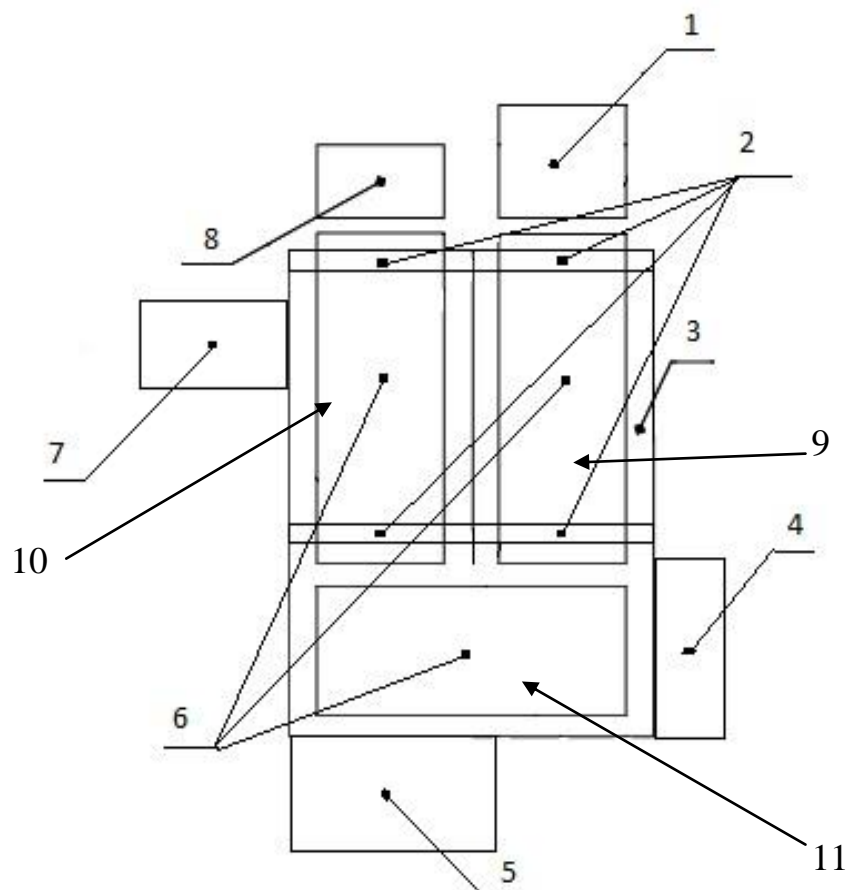


Рисунок 2.1– Схема расположения сушильной «П» образной печи КФА.

- 1- Рольганг подачи кассет.
- 2- Автоматические ворота.
- 3- Сушильная камера.
- 4- Приточно-вытяжная система.
- 5- Шкаф парогенератора с управлением.
- 6- Камеры сушки.
- 7- Шкаф управления сушильным агрегатом.
- 8- Рольганг выдачи кассет.
- 9- Камера нагрева.
- 10- Камера остывания.
- 11- Камера выдержки.

Температура в камере пропаривания повышается плавно в 3 этапа избегая возникновения резких перепадов. Скорость подъема температуры в изделиях

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР

Лист

15

происходит со скоростью не более 10-35 град/ч. В зависимости от размеров и объема изделия, скорость повышения температуры должна быть снижена. Понижение температуры после изотермической выдержки не превышает 30-40 град/ч. При изготовлении изделий с повышенной морозостойкостью температура нагрева и остывания снижается в 2 раза. При выгрузке из камеры температура изделия и температура окружающей среды не превышает 40-50 °С. Изотермическая выдержка происходит в течении 2 – 3 часов при максимальной температуре заданной технологическим процессом для определенного вида изделия. Перед загрузкой в сушильный агрегат изделий после формовки выстаиваются в течении 2-3 часов или для сокращения времени подаются в камеру с нулевой зоной – зоной предварительного нагрева с более меньшей температурой нагрева и большей времени выдержки, что благоприятно сказывается на прочностных характеристиках бетона в будущем [12].

Работа сушильного агрегата начинается с подачи парогазовой смеси в паровую камеру. Парогенератор вырабатывает парогазовую смесь с температурой 80-100°С и влажностью, приближенной к 100%. Насос подачи воды подает из системы воду для парогенератора реагируя на датчик контроля воды и давления системы. По технологическим трубам смесь подается на клапана давления с форсунками распыления смеси.

Вентиляторы, установленные рядом с камерой, обеспечивают рециркуляцию паровоздушной смеси. Так же это необходимо для равномерного распределения температуры по зонам камеры. Вытяжная система обеспечит удаление излишков смеси в камере. Дренажные насосы камеры удалят влагу, накопленную за счет конденсата скапливаемого на дне камеры.

Прогрев камеры осуществляется в 3 зонах:

- зона плавного нагрева;
- зона пропаривания;
- зона плавного остывания.

В зоны прогрева смесь с парогенератора подается клапанами давления. Контролируемые датчиками температуры и влажности, установленные на кронштейнах в центральных точках зон камеры. Вентиляторы соответственно так же завязаны на датчики. Автоматические скоростные рулонные ворота обеспечат герметичность камеры и снизят потери температуры при открывании ворот на выпуск-впуск продукции из камеры.

Так же сушильная камера обеспечена защитой от протечки датчиком выходного давления на выходе парогенератора и уровня воды на полу камеры. На самой камере обеспечивается звуковая, световая сигнализация из 3-х световых сигналов:

- зеленый, работа в нормальном режиме;
- желтый, предупреждение о наличие ошибок в работе одной из систем;
- красный полный останов процесса, выход из строя основных узлов. Данная конструкция печи позволяет сохранять тепло в зоне изотермической выдержки и пренебрегать потерями тепла при загрузке/выгрузке кассет с изделиями в их зонах.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 16 |

Самой тяжелой продукцией на один поддон является тротуарная плитка, а легкой бордюрный камень. Размеры и вес бордюрного камня и тротуарной плитки представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Размеры и вес бордюрного камня и тротуарной плитки.

| Изделие | Размер, мм. | Вес изделия, ед. кг. | Вес 1 поддона с изделиями, кг. | Вес 1 кассеты с изделиями, кг. |
|-------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Бордюрный камер | 1000x300x150 | 120 кг | 240кг | 2400 кг |
| Тротуарная плитка | 200x100x70 | 7кг | 810кг | 8100 кг |

Размеры технологической кассеты 1470x1290x2670 мм. И вмещает в себя 10 технологических поддонов.

На рисунке 2.2 представлена структурная схема работы Линии КФА совместно с сушильной камерой.

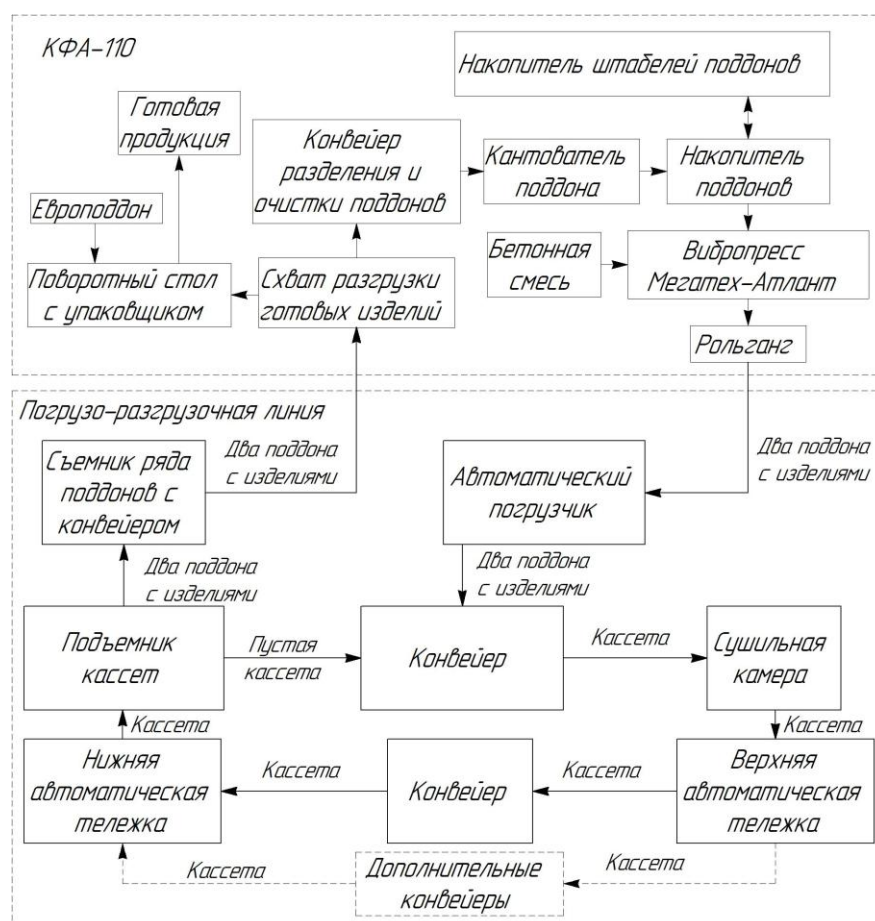


Рисунок 2.2 – Структурная схема линии КФА с сушильной камерой.

Линия КФА-110 за 30 секунд выпускает поддон тротуарной плитки и за 35 секунд поддон бордюрного камня. За 350 секунд заполняется технологическая кассета и начинает свое движение в сторону сушильного агрегата достигая его за 10 секунд. 360 секунд или 6 минут условно принимается время прогрева сушиль-

ной камеры. 6 минут время выпуска 1 кассеты с изделиями. За 2 часа сушки для набора прочности в 50% (прочность пригодная для транспортировки и отгрузки изделий заказчику), Линия способна выпустить $120/6 = 20$ технологических кассет с изделиями. 1 кассета длиной 1470 мм загружаясь в камеру делает шаг по конвейеру длиной в 1800 мм или 1.8 метра. Исходя из полученных данных посчитаем длину рольганга сушильного агрегата он будет равен 36 метрам. Время нагрева изделий в зоне 1 (зона нагрева) составляет 25 минут, Зона 3 (остывания изделий) займет также 25 минут, основное время приходится на зону 2 (изотермическая выдержка). Исходя из габаритов технологической кассеты и устанавливаемого оборудования в сушильном агрегате определяем высоту, равной 4 метрам. Ширина сушильной камеры выбираем равной 3 метрам с условиями технологических подходов. Габариты спроектированной камеры будут равны 36х3х4 м. Объем получившейся камеры равен 432 куб. метра. А занимаемая площадь без учета электрооборудования и места оператора вокруг сушки 109 Кв. метров. Внутренние стены сушильной камеры обшиты нержавеющей сталью для избежание воздействия влажной среды на конструкцию. В зоне загрузки-разгрузки сушки оборудованы рулонные скоростные автоматические ворота для герметичности камеры. Меж камерное пространство также разделяется скоростными воротами, которые препятствуют перегреву зон загрузки-разгрузки. На каждую зону установлена приточно-вытяжная система, позволяющая удалять излишки парогазовой смеси при открытии меж зонных ворот. Датчики температуры и влажности установлены внутри зон камеры и передают информацию на контроллер. Клапана подачи пара по технологическим трубам с парогенератора передают паровоздушную смесь. При открытии меж зонных ворот датчик контроля максимальной зонной температуры управляет системой приточно-вытяжной системой удаляя излишки пара и контролируя температуру среды. Рольганг в камере сушки управляется частотным преобразователем во избежание дергания и резких стартов что плохо сказывается на форме продукции. Рядом с сушильной камерой установлен парогенератор с панелью управления. Панель визуализации расположена на пульте управления сушильной камеры. Светозвуковая сигнализация расположена на 4 точках по периметру камеры. Так же по периметру камеры оборудованы 4 кнопки останова для обеспечения безопасности и быстрого отключения сушильной камеры в случае непредвиденных обстоятельств.

Температура минимальная для условий твердения бетонных изделий +5 градусов Цельсия. Режимы времени нагрева/остывания выбирают исходя из климатических условий эксплуатации сушильного агрегата.

Система управления сушильного агрегата размещена в 2 шкафах управления. Функциональная схема электрооборудования сушильного агрегата линии КФА-110 приведена на рисунке 2.4.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 18 |

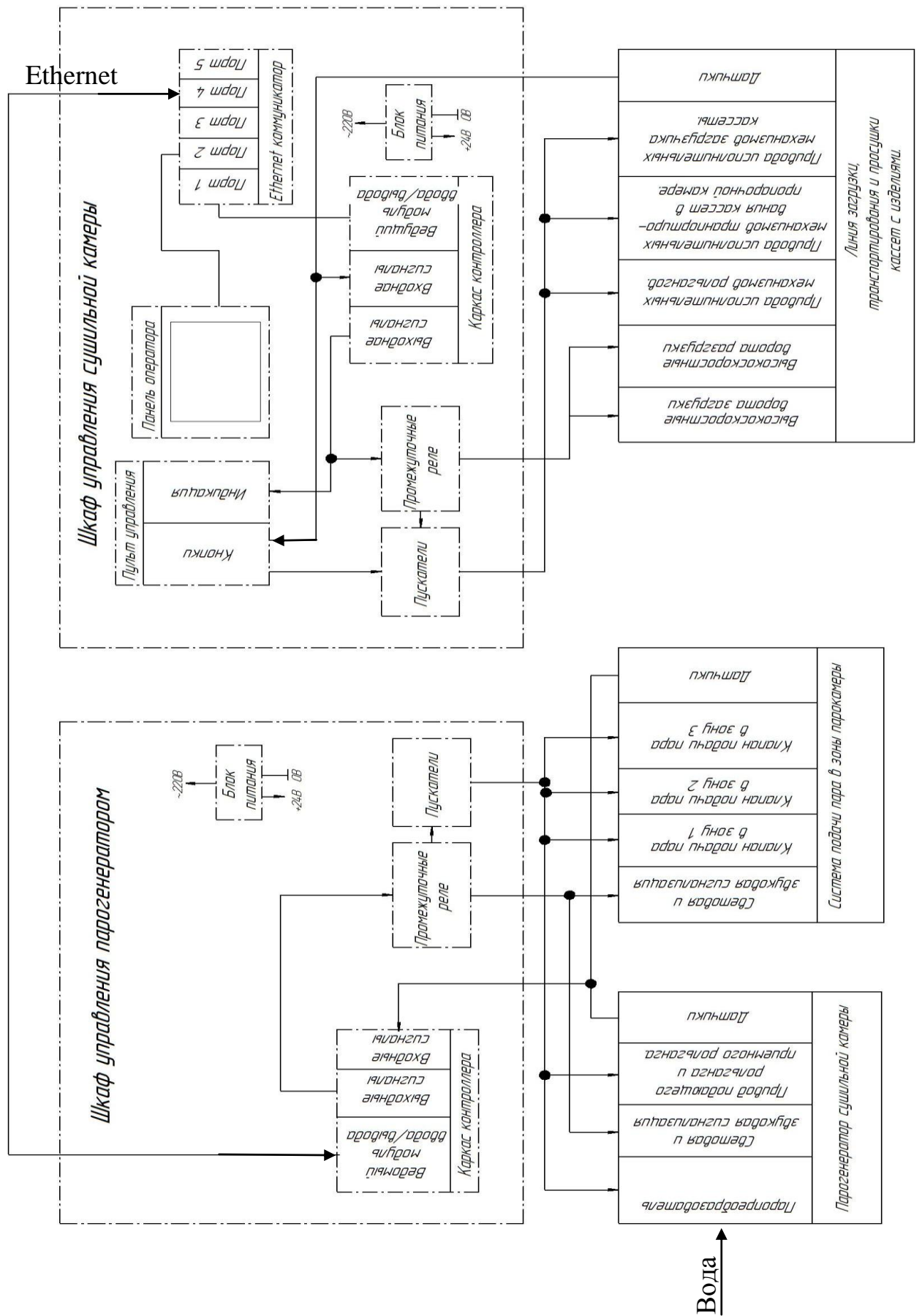


Рисунок 2.4- Функциональная схема электрооборудования сушильного агрегата линии КФА-110.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР

Выводы по разделу два:

«П» образная сушильная камера содержит 3 отделения- камеру выдержки, камеры нагрева и остывания. Габаритные размеры камеры 36х3х4м обеспечивают сушку продукции Линии КФА-110 при максимальной производительности.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 20 |

3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ

3.1 Технологический расчет сушильного агрегата

Режим тепловой обработки изделий в паровой среде без давления: выбранная температура изотермического прогрева 80°C, то выбираем режим 25-70-25 мин.

Часовая производительность КФА-110 по тротуарной плитке:

$$g_{\text{ч}} = \Pi \cdot V_{\text{б}},$$

где $g_{\text{ч}}$ - часовая производительность, м³/ч;

Π - производительность за час;

$V_{\text{б}}$ - объем одной плитки.

$$g'_{\text{ч}} = g_{\text{ч}} / V_{\text{б}},$$

где $g'_{\text{ч}}$ - часовая производительность предприятия, шт/ч;

$V_{\text{б}}$ - объем одной плитки.

$$g_{\text{ч}}'' = g'_{\text{ч}} \cdot M_{\text{б}},$$

где $g_{\text{ч}}''$ - часовая производительность предприятия, кг/ч;

$M_{\text{б}}$ - масса одной плитки, кг принимаем за 7 кг.

3.2 Тепловой расчет

Часовой приход тепла [12]:

С паром (кДж/ч):

$$Q_1 = D \cdot i_{\text{п}},$$

где D - часовой приход пара кг/ч;

Q_1 - часовой приход тепла с паром, кДж/ч;

$i_{\text{п}}$ - энтальпия пара, кДж/кг [12].

Экзотермические реакции твердения цемента (кДж/ч):

$$Q_{\text{э.ц.}} = 0,0025 \cdot Q_{\text{э.}} \cdot (B/\Omega) \cdot t_{\text{ср.б.}} \cdot \phi,$$

где $Q_{\text{э.ц.}}$ - тепловыделение цемента от экзотермических реакций, кДж/ч;

$Q_{\text{э.}}$ - тепловыделение цемента, в зависимости от марки принимаем за 418 кДж/кг;

$t_{\text{ср.б.}}$ - средняя температура бетона за время твердения;

ϕ - время теплообработки принимаем за 2 часа;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 21 |

В/Ц - водоцементное отношение принимаем за 0,868.

$$t_{\text{ср.б.}} = (t_{\text{н}} + t_{\text{к}}) / 2,$$

где $t_{\text{н}}$ - начальная температура изделия 18 °С;

$t_{\text{к}}$ - конечная температура изделия, принятая за 80 °С.

При расходе цемента на 1 м³ $G_{\text{ц}} = 250$ тепловыделение бетона за час составит:

$$Q_2 = Q_{\text{э.ц.}} \cdot g_{\text{ч}} \cdot G_{\text{ц}} / \phi,$$

где Q_2 - тепловыделение бетона при экзотермии цемента, кДж/ч;

$G_{\text{ц}}$ - расход цемента на 1 м³ изделия.

Часовой расход тепла:

На нагрев бетона от 18 до 80°С, кДж/ч:

$$Q'_1 = g_{\text{ч}} \cdot c_{\text{б}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}),$$

где Q'_1 - расход тепла на нагрев бетона, кДж/ч;

$c_{\text{б}}$ - теплоёмкость бетона, принята за 0,9 кДж/кг·°С [12].

На нагрев влаги бетона кДж/ч:

$$Q'_2 = g_{\text{ч}} \cdot W \cdot c_{\text{вл}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) / 100,$$

где Q'_2 - расход тепла на нагрев влаги бетона, кДж/ч;

W - влажность бетона, принимаем за 6 %;

$c_{\text{вл}}$ - теплоёмкость влаги принята за 4,18 кДж/кг·°С [12].

Потери тепла во внешнюю среду через боковые стенки (кДж/ч).

$$Q'_3 = b_{\text{сум}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) \cdot F \cdot 3,6 \cdot \phi,$$

где Q'_3 - потери тепла во внешнюю среду, кДж/ч;

$b_{\text{сум}}$ - суммарный коэффициент теплоотдачи, Вт/м²·°С;

F - боковая поверхность аппарата, принимаем за м².

$$F = 2 \cdot (l \cdot b + h \cdot l),$$

где h - высота, м;

b - ширина, м;

l - длина, м.

Уравнение баланса тепла:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 22 |

$$Q_1 + Q_2 = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3.$$

Часовой приход пара кг/ч:

$$D \cdot i_n + Q_2 = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3,$$

$$D = (Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 - Q_2) / i_n.$$

Расход пара на 1 м³ бетона:

$$d = D/g_{ч}.$$

Итоговые расчеты сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1- Расчеты часовой производительности предприятия.

| Наименование | Обозначение | Размерность | Формула | Подстановка | Получившееся значение |
|---|-------------|-------------------|--|---|-----------------------|
| Часовая производительность КФА-110 | $g_{ч}$ | м ³ /ч | $\Pi \cdot V_6$ | 3240·0,0014 | 4,536 |
| Часовая производительность КФА-110 | $g'_{ч}$ | шт/ч | $g_{ч}/V_6$ | 4,536/0,0014 | 3240 |
| Часовая производительность КФА-110 | $g_{ч}''$ | кг/ч | $g_{ч}' \cdot M_6$ | 3240·7 | 22680 |
| Часовой приход тепла с паром | Q_1 | кДж/ч | $D \cdot i_n$ | $D \cdot 2615$ | $D \cdot 2615$ |
| Экзотермические реакции твердения цемента | $Q_{э.ц.}$ | кДж/ч | $0,0025 \cdot Q_{э.} \cdot (B/\Pi) \cdot t_{ср.б.} \cdot \phi$ | $0,0025 \cdot 418 \cdot 0,868 \cdot 49 \cdot 2$ | 88,9 |
| Тепловыделение бетона при изотермии цемента | Q_2 | кДж/ч | $Q_{э.ц.} \cdot g_{ч} \cdot G_{ц}/\phi$ | $88,9 \cdot 0,0014 \cdot 250/3$ | 15,56 |
| Средняя температура бетона за время твердения | $t_{ср.б.}$ | °С | $(t_n + t_k)/2$ | $(18+80) \cdot 0,5$ | 49 |
| Расход тепла на нагрев бетона | Q'_1 | кДж/ч | $g_{ч}'' \cdot c_6 \cdot (t_k - t_n)$ | $22680 \cdot 0,9 \cdot (80-18)$ | 1265544 |
| Расход тепла на нагрев влаги бетона | Q'_2 | кДж/ч | $g_{ч}'' \cdot B \cdot c_{вл.} \cdot (t_k - t_n)/100$ | $22680 \cdot 6 \cdot 4,18 \cdot (80-18)/100$ | 352664,9 |

Окончание таблицы 3.1

| Наименование | Обозначение | Размерность | Формула | Подстановка | Получившееся значение |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---|---|-----------------------|
| Потери тепла во внешнюю среду, кДж/ч | Q'_3 | кДж/ч | $\bar{b}_{\text{сум}} \cdot (t_k - t_n) \cdot F \cdot 3,6 \cdot \phi$ | $9,81 \cdot (80 - 18) \cdot 504 \cdot 3,6 \cdot 2$ | 1961 874,4 |
| Боковая поверхность аппарата | F | m^2 | $2 \cdot (l \cdot b + h \cdot l)$ | $2 \cdot (4 \cdot 36 + 3 \cdot 36)$ | 504 |
| Часовой приход пара | D | кг/ч | $i_n / (Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 - Q_2)$ | $(1265544 + 352\ 664,9 + 1\ 961\ 874,4 - 15,56) / 2615$ | 1369,1 |
| Расход пара на 1 m^3 бетона | d | кг/ m^3 | $D/g_{\text{ч}}$ | $1\ 369,1 / 4,536$ | 301,8 |

Вывод по разделу три:

Сушильная камера требует установки парогенератора с часовым приходом не менее 1369,1 кг/ч при этом расход пара на 1 m^3 бетона составляет 301,8 кг/ m^3 .

4 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Принцип действия системы автоматического регулирования температуры, в поддержании температуры на заданном уровне температуры объекта – сушильного агрегата. Структурная схема регулирования температуры для одной зоны пропарочной камеры представлена на рисунке 4.1.

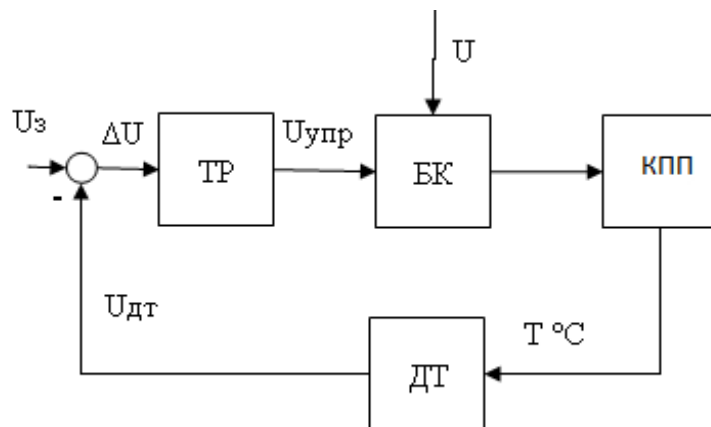


Рисунок 4.1 – Структурная схема системы регулирования температуры для одной зоны пропарочной камеры.

Процесс поддержания температуры по данной схеме происходит следующим образом – с датчика температуры (ДТ), который находится в печи подает сигнал на терморегулятор (ТР), который реагируя на изменения подает управляющее воздействие. Воздействие формируется по алгоритму управления возложенному на регулятор. После управляющий сигнал поступает на блок коммуникации (БК), который управляет клапаном подачи пара (КПП) соответственно нагревом. Выполняя задачу поддержания температуры в зонах сушильной камеры на нужном уровне.

С увеличением объема загружаемой продукции в печь и требования равномерного прогрева всех изделий, появляется потребность в учете распределения температуры внутри камеры.

Технологический процесс паровой обработки требует обеспечения равномерного нагрева.

Была составлена схема в программе VisSim для моделирования процессов нагрева, происходящих в печи. Схема регулирования температуры представлена на рисунке 4.2.

Коэффициенты теплоемкости и теплоотдачи были подобраны из учета времени нагрева камеры и условий её заполнения.

На рисунке 4.3 представлены результаты расчета – график фазовой траектории температурных полей в камере выдержки и камерах нагрева и остывания. При этом были учтены запаздывания системы, такие как запаздывание датчика температуры, время реагирования исполнительного органа.

На рисунке 4.4 представлен процесс начала работы и выход на режим. По графику определяем время выхода на режим, которое равно 350 секундам.

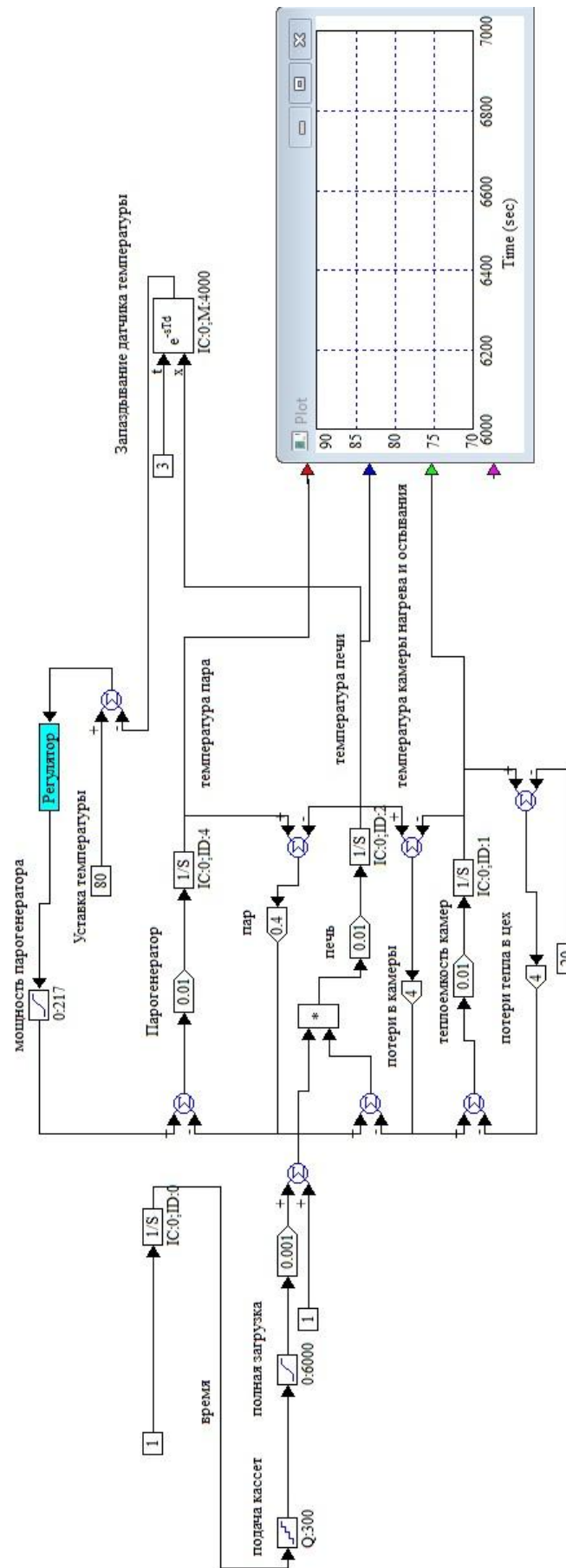


Рисунок 4.2 – Схема регулирования температуры.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

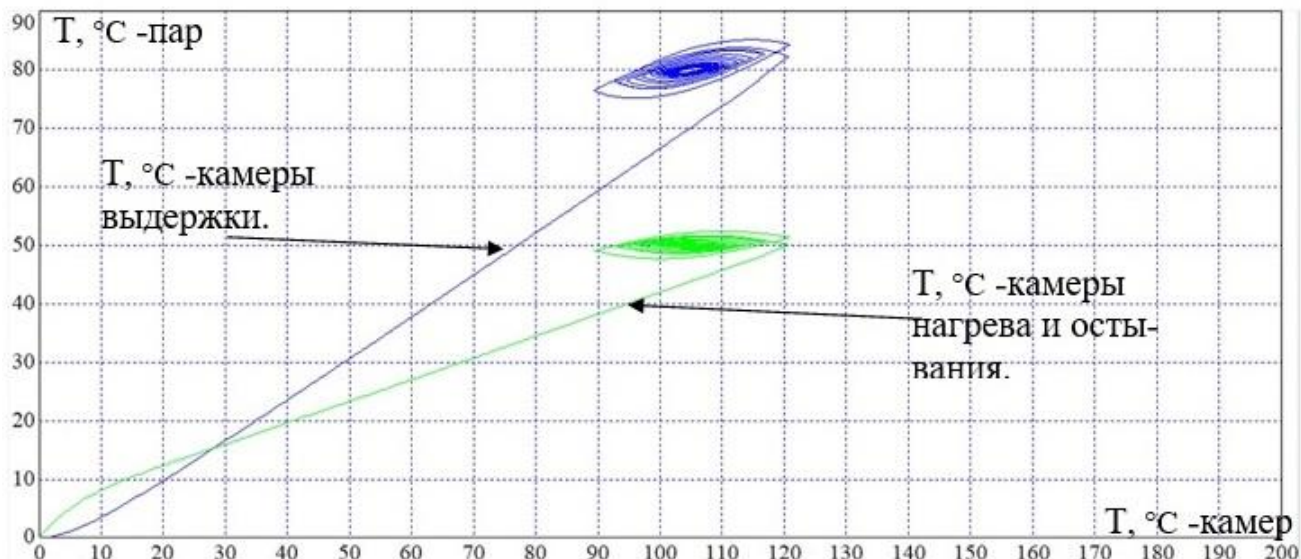


Рисунок 4.3 – График фазовой траектории температурных полей в камере выдержки и камерах нагрева и остывания.

Также на рисунке 4.4 определены перепады температуры в начале загрузки печи. По графику определили, что максимальная температура в камере равна 85°C , а минимальная 75°C . Разность температур $T_{\max}, ^{\circ}\text{C}$ и $T_{\min}, ^{\circ}\text{C}$ в начале загрузки равна 10°C .

На рисунке 4.5 представлены перепады температуры при полной загрузке печи. По графику определили, что максимальная температура в камере равна $80,45^{\circ}\text{C}$, а минимальная $79,55^{\circ}\text{C}$. Разность температур $T_{\max}, ^{\circ}\text{C}$ и $T_{\min}, ^{\circ}\text{C}$ в начале загрузки равна $0,9^{\circ}\text{C}$.

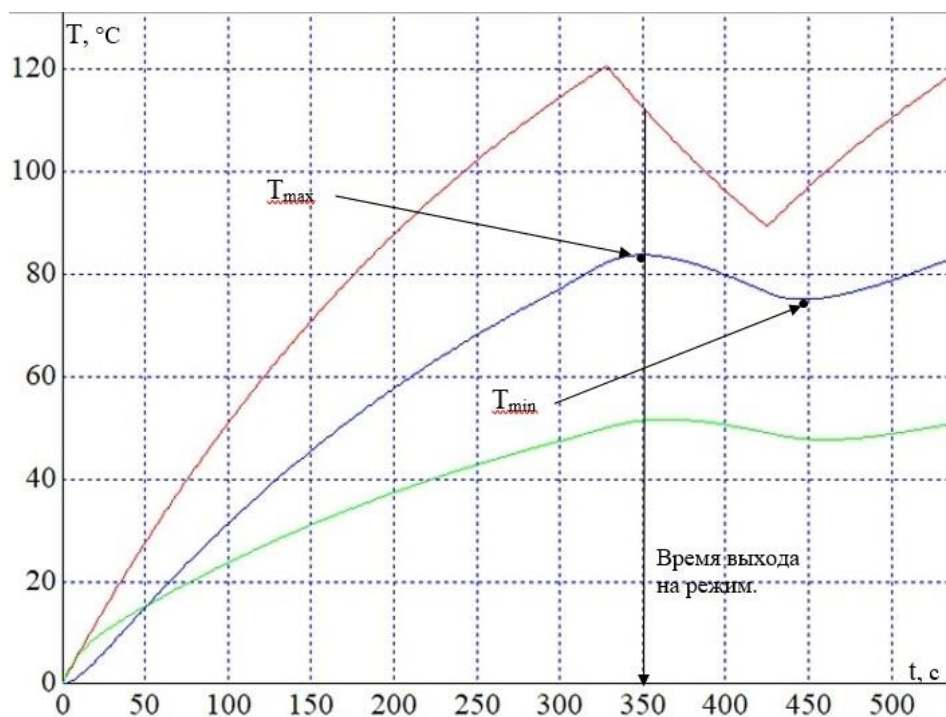


Рисунок 4.4 – Процесс начала работы и выход на режим.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

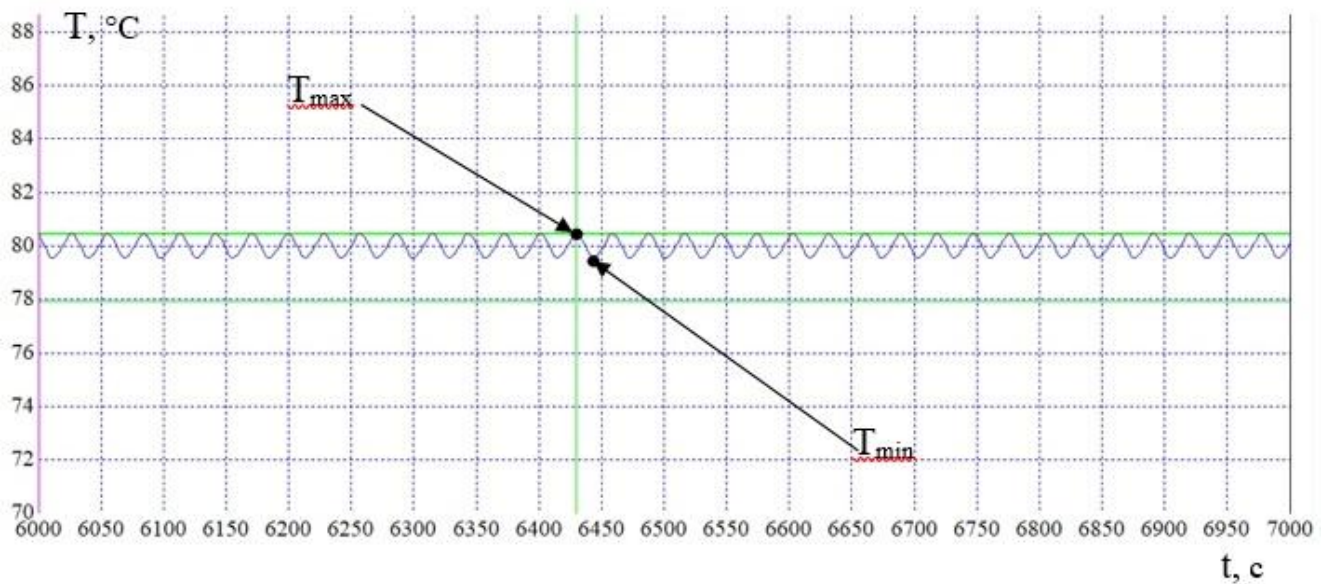


Рисунок 4.5 – Колебания температуры при полной загрузке печи.

Выводы по разделу четыре:

Парогенератор мощностью 217 кВт обеспечивает требование поддержания температуры при максимальной загрузке печи. Изменения температуры в пустой печи составят 10°C, а при полной загрузке не превышают 1°C.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

5 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА

Выбор парогенератора осуществляется исходя из объема камеры сушильного агрегата. По паспортным данным завода изготовителя парогенераторов «ООО КЗКЭО Энерго-Стандарт», мощность электро-парогенератора выбирается из расхода пара на 1 куб. метр 400-500кг/ч насыщенного пара. На 1кВт потребляемой мощности обеспечивается выработка 1.65 кг/ч насыщенного пара. Исходя из заданных параметров, представленных выше рассчитаем мощность требуемого парогенератора. $432 \cdot 400 = 172\ 800$ кг/ч насыщенного пара потребуется для нашей сушильной камеры чтобы обеспечить равномерный прогрев камеры объемом 432 куб. м. $172800 / 1.65 = 277$ кВт мощность парогенератора, обеспечивающего равномерный прогрев сушильной камеры. Выбираем электродный парогенератор ЭПГ-420 с комплексным исполнением, предназначенным для работы по замкнутому циклу с возвратом отработанного пара в виде конденсата. Характеристики и цена парогенератора представлены в таблице 4.1 [14].

Таблица 4.1 – Характеристики и цена парогенератора ЭПГ-420.

| Наименование | Мощность | Габаритные размеры (ДхШхВ) | Масса | Температура и влажность | Цена |
|--------------|--------------------|----------------------------|--------|-------------------------|----------------|
| ЭПГ-420 | 420кг/ч 316 кВт | 1300x910x1290мм | 800 кг | От 0-180°C 90-100% | 335000 Руб. |

Следующий этап выбор клапанов подачи паровоздушной смеси. Клапан должен выдерживать высокую температуру, выдерживать перепады температур и высокую степень защиты IP, иметь повышенное быстродействие. Клапан KV341 сделан из нержавеющей стали и полностью удовлетворяет нашим потребностям. Характеристики и цена клапана KV341 представлены в таблице 4.2 [15].

Таблица 4.2 – Характеристики и цена электромагнитного клапана KV341.

| Наименование | Материал | Управление | Степень защиты | Температура | Цена |
|--------------|-------------------|-------------|----------------|-----------------------|---------------|
| KV341 | Нержавеющая сталь | Катушка 24В | IP 65 | От +5°C до +280 °C | 30000 руб. |

Автоматические скоростные рулонные ворота выбираем из параметров быстродействия и защиты от высоких температур. ООО «Алюминиевые системы» способны по индивидуальному заказу сконструировать высокоскоростные ворота с повышенной термостойкостью размерами 3x4 м., что соответствует проемам нашей камеры по цене 150 тыс. рублей. Ворота обладают высокой скоростью открытия/закрытия. Имеют управляемый привод.

Для измерения температуры был выбран датчик температуры Метран274 см. рисунок 3, он удовлетворяет по степени защиты, внедрение и обслуживание данного датчика являются оптимальными, а также имеет унифицированный выходной сигнал 4-20 мА [16].

Метран-274 предназначен для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.



Рисунок 4.1 – Датчик температуры Метран-274.

Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемую температуру в унифицированный выходной сигнал постоянного тока. Технические характеристики Метран-274 приведены в таблице 4.3 [16].

Таблица 4.3 – Технические характеристики Метран-274.

| Техническая характеристика. | Значение. |
|--|-------------|
| Диапазон преобразуемых температур, °С | -150...+300 |
| Выходной сигнал, мА. | 4-20 |
| Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±γ, % | 0,25; 0,5 |
| Зависимость выходного сигнала от температуры | линейная |
| Степень защиты от воздействия пыли и воды | IP65 |
| Виброустойчивость | V1 |
| Межповерочный интервал | 4 года. |
| Температура окружающего воздуха, °С | От 45 до 70 |
| Цена | 6600 |

В качестве датчиков давления были выбраны датчики Метран-75 см. рисунок 4.3, т.к. они имеют малую относительную погрешность, широкую возможность перестройки диапазона.

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-75 предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал. Технические характеристики датчика давления Метран-75 приведены в таблице 4.4 [17].

Таблица 4.4 – Технические характеристики датчика давления Метран-75.

| Техническая характеристика. | Значение. |
|--|---|
| Измеряемые среды | Жидкости, газ, газовые смеси, пар |
| Пределы измерений | От 10,5 кПа до 25МПа. |
| Основная приведенная погрешность | $\pm 0,5\%$; $\pm 0,2\%$; $\pm 0,1\%$ |
| Выходной сигнал | 4-20 мА/HART |
| Взрывозащищенные исполнения | 1ExdIICT6X |
| Диапазон температур окружающей среды | от -40 до 85°C; от -51 до 85°C (опция) |
| Интервал между поверками | до 5 лет |
| Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды | IP 66 |
| Цена | 26600 руб |



Рисунок 4.3 – Датчик давления Метран-75.

Система управления сушильной камерой должна: своевременно реагировать на сигналы датчиков, установленных в местах регистрации перемещения кассет и рабочих положений исполнительных механизмов; подавать сигналы управления исполнительным механизмам; работать согласованно с системой управления комплекса КФА-110; реагировать на аварийные ситуации; должна быть легка в настройке, диагностировании неисправностей и ремонте; быть безопасной на протяжении всего срока эксплуатации.

Для контроля наличия технологических кассет на рабочей поверхности исполнительных механизмов линии, а также прохождения контрольных точек, выбраны бесконтактные оптические датчики ВБО. Оптические бесконтактные выключатели (ВБО) классифицируются на три группы [18]:

- тип Т – с приемом прямого луча от излучателя;
- тип R – с приемом луча, возвращенного от отражателя;
- тип D – с приемом луча, рассеянно отраженного от объекта.

Для обнаружения прохождения контрольных точек технологическими кассетами, применены датчики группы Т изготовителя «Сенсор», с разъемом для быстрой замены в случае выходов из строя. Зона чувствительности такого датчика составляет от 0 до 16 метров. Конструктивно состоит из двух частей – излучателя и приемника. Тип питания: постоянное напряжение от 10 до 30 вольт. Тип контакта приемника – НО замыкающий. Технические характеристики датчика и излучателя приведены в таблицах 4.9 и 4.10.

Таблица 4.9 – Технические характеристики излучателя типа Т.

| Параметр | Значение |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Наименование | ВБО-М18-76К-9100-Н |
| Диапазон рабочих напряжений | 10-30 В DC |
| Тип датчика | Т - излучатель прямого луча |
| Зона чувствительности | 0-16м |
| Схема выхода | излучатель |
| Функция выхода | нет |
| Температура окружающей среды | -25...+80°C |
| Степень защиты корпуса | IP67 |
| Подключение | Клеммник (до 2,5 мм ²) |
| Материал корпуса | Латунь никелированная |
| Материал чувствительного элемента | ПММА |
| Габариты корпуса (размер ЧЭ x длина) | М18x98 |
| Максимальная масса изделия | 0,102 Кг |

Таблица 4.10 – Технические характеристики приемника типа Т.

| Параметр | Значение |
|-----------------------------|---------------------|
| Наименование | ВБО-У18-50Р-9194-СА |
| Диапазон рабочих напряжений | 10-30 В DC |
| Номинальный ток | 500 мА |

Окончание таблицы 4.10

| Параметр | Значение |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Тип датчика | Г - приемник прямого луча |
| Зона чувствительности | 0-16м |
| Регулировка чувствительности | есть 20-120% |
| Посторонняя засветка | до 5000 Лк |
| Схема выхода | PNP и NPN |
| Функция выхода | НО и НЗ |
| Частота переключения | 250 Гц |
| Индикация срабатывания | есть |
| Категория применения коммут. элемента | DC13 |
| Защита коммутационного элемента | есть тактовая |
| Падение напряжения | не более 2 В |
| Остаточный ток | менее 0,01 мА |
| Температура окружающей среды | -25...+70°C |
| Степень защиты корпуса | IP65 |
| Подключение | разъем M12 |
| Применяемый соединитель с разъемом | ПВ-С19-03-2 / ПВ-С20-03-2 |
| Материал корпуса | полиамид |
| Материал чувствительного элемента | Поликарбонат |
| Габариты корпуса (разм ЧЭ х длина) | 18x50x50 |
| Максимальная масса изделия | 0,140 Кг |

Для контроля крайних положений тележек применяются индуктивные не встраиваемые бесконтактные датчики. Зона чувствительности датчика составляет от 0 до 6,5 мм. Тип питания: постоянное напряжение от 10 до 30 вольт. Тип контакта датчика – НЗ и НО. Датчик создает электромагнитное поле в зоне чувствительности, реагирует на внесение в поле металлического объекта. Технические характеристики датчика приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Технические характеристики индуктивного датчика.

| Параметр | Значение |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| Наименование | ВБИ-М30-91К-2131-Л |
| Номинальное расстояние срабатывания | 15 мм |
| Гарантированный интервал срабатывания | 0-12,2 мм |
| Диапазон рабочих напряжений | 10-30 В DC |
| Номинальный ток | 400 мА |
| Установка в металл | не встраиваемый |
| Схема выхода | двухпроводная DC |
| Функция выхода | НО замыкающий |
| Подключение | Клеммник (до 2,5 мм ²) |
| Модификация | Типовое исполнение |

Окончание таблицы 4.12

| Параметр | Значение |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Частота переключения | 150 Гц |
| Индикация срабатывания | есть |
| Категория применения коммут. элемента | DC13 |
| Защита коммутационного элемента | нет |
| Падение напряжения | не более 6 В |
| Остаточный ток | менее 1,5 мА |
| Температура окружающей среды | -45...+80°C |
| Степень защиты корпуса | IP67 |
| Материал корпуса | латунь никелированная |
| Материал чувствительного элемента | армамид |
| Габариты корпуса (размер ЧЭ x длина) | M30x107 |
| Максимальная масса изделия | 0,215 Кг |

Для обеспечения снижения влияния ударных нагрузок на отформованные изделия не прошедшие температурную обработку, применены частотные преобразователи производителя от Schneider Electric модели Altivar312, со встроенным интерфейсом ModBus TCP [19]. Подключение осуществляется по сети к ближайшему шкафу управления. В шкафах управления установлены модули расширения интерфейса ModBus TCP. Технические характеристики датчика приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Технические характеристики преобразователя частоты

| Параметр | Значение |
|--|---|
| Наименование | Altivar312 |
| Тип изделия или компонента | Привод с регулируемой частотой вращения |
| Назначение изделия | Асинхронные электродвигатели |
| Стиль сборки | С радиатором |
| Номинальное напряжение питания | 380...500 V (- 15...10 %) |
| Частота сети питания | 50...60 Hz (- 5...5 %) |
| Число фаз сети | 3 фазы |
| Линейный ток | 21 А для 500 V |
| Фильтр помех | Встроенный |
| Диапазон скоростей | 1...50 |
| Профиль управления асинхронным электродвигателем | Заводская настройка: постоянный момент; Бес-сенсорное векторное управление двигателем с помощью сигнала ШИМ |

Продолжение таблицы 4.13

| Параметр | Значение |
|---|---|
| Питание | Внутреннее питание для регулировочного потенциометра (2,2 - 10 кОм) при 10...10,8 В \leq " 10 мА для защита от перегрузки и короткого замыкания |
| Степень защиты IP | IP41 на верхней части; IP31 на верхней части; IP20 на верхней части без закрывающей пластины |
| Опциональная карта | Profibus DP коммуникационная карта; Modbus TCP коммуникационная карта; DeviceNet коммуникационная карта; Шлейф CANopen коммуникационная карта |
| Пределы напряжения питания | 323...550 В |
| Пределы частоты сети | 47.5...63 Гц |
| Выходная частота привода | 0...500 Гц |
| Номинальн. частота коммутации | 4 kHz |
| Переходная перегрузка по вращающему моменту | 170...200 % от номинального крутящего момента электродвигателя |
| Тормозной момент | 30 % без тормозного резистора; 100 % с тормозным резистором постоянно |
| Контур регулирования | ПИ регулятор частоты |
| Компенсация проскальзывания вала двигателя | Регулируемая автоматически при любой нагрузке; Подавляемая |
| Тип дискретных входов | (LI1...LI6)положительная логика (источник): состояние 0 < 5 В; состояние 1 > 11 В; (LI1...LI4) логический вход не подсоединен: состояние 1 < 13 В |
| Количество дискретных выходов | 2 |
| Тип дискретного выхода | (R1A, R1B, R1C) задаваем. релейная логика 1 Н.О. + 1 Н.З., электрическая устойчивость 100000 циклов |
| Минимальный коммутируемый ток | R1-R2 10 мА при 5 V DC |
| Тип разъема | один RJ45 Modbus/CANopen |
| Физический интерфейс | RS485 многоточечная последовательная линия |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР

Лист

35

Окончание таблицы 4.13

| Параметр | Значение |
|--|--|
| Кадр передачи | RTU |
| Скорость передачи | 10, 20, 50, 125, 250, 500 Кбит/с; 1 Мбит/с CANopen |
| Кол-во адресов | 1...247 Modbus |
| Температура окружающей среды при работе | -10...60 °С |
| Относительная влажность | 5...95 % без падения капель воды соответствующий IEC 60068-2-3; 5...95 % без образования конденсата соответствующий IEC 60068-2-3 |
| Температура окружающего воздуха при хранении | -25...70 °С |

Для коммуникации шкафов управления между собой и системой управления, требуется ПЛК с поддержкой системы удаленного ввода-вывода, этим требованиям удовлетворяет ПЛК Productivity2000.

Для изменения переменных, расположенных в памяти ПЛК и отображения состояния элементов, а также записи журнала событий и произошедших аварий, применена панель оператора Weintek MT8090XE 1024 x 768 мм с резистивным сенсором и LED подсветкой. Внешний вид панели приведен на рисунке 4.6. Технические характеристики представлены в таблице 4.14 [20].

Таблица 4.14 – Технические характеристики панели оператора.

| Параметр | Значение |
|---|--|
| Диагональ | 9.7" |
| Разрешение | 1024x768 |
| Тип сенсорного экрана | 4x проводной резистивный |
| Цветность | 262К |
| Подсветка | LED |
| Время наработки на отказ подсветки, часов | 30000 |
| Тип процессора | Cortex A8 |
| Частота процессора | 1000 МГц |
| Размер оперативной памяти | 256 Мб |
| Размер встроенной flash памяти | 512 Мб |
| Часы реального времени | Есть |
| Рабочее напряжение | 20 ~ 28 В |
| Потребление тока | 0.5 А |
| Последовательные интерфейсы | COM1 (RS232); COM2 (RS-485 2W/4W); COM3 (RS485 2W) |

Окончание таблицы 4.14

| Параметр | Значение |
|---|--|
| Поддержка Modbus | RTU, ASCII, Master, Slave, TCP/IP |
| SB Host | 1xUSB 2.0 |
| UEthernet (LAN) | 1xRJ45 10/100 Base-T |
| Материал корпуса | Пластик |
| Степень защиты по фронту | IP65 |
| Вес (нетто) | 0.85 кг |
| Габариты | 260.6x203.1x36.5 мм |
| ПО для разработки проектов | EasyBuilderPro, возможности ограничиваются функционалом EasyBuilderPro |
| Максимальное количество экранов в проекте | 1999 |
| Драйвера для работы с ПЛК | предустановлены |
| Загрузка проектов с ПК | по Ethernet, с флешки |
| Максимальный размер проекта | 64 Мб |
| Размер выделяемой памяти под архив в панели | 120 Мб |
| Сохранение архивов | память панели, флешка |
| Доступ по ftp к памяти панели | Есть |
| Доступ по ftp к флеш-накопителю и SD карте | Есть |

Для панелей разработана бесплатная среда разработки проектов EasyBuilderPro, которая позволяет создавать интерфейс по принципу SCADA. Имеется стандартный VNC сервер, через который доступно удаленное отображение интерфейса на любое устройство с установленным VNC клиентом по сети и прием управляющих воздействий на интерфейс.



Рисунок 4.6 – Панель оператора Weintek MT8090XE.

Выводы по разделу пять:

Выбран парогенератор ЭПГ-420 мощностью 316 кВт обеспечивает полутора кратный запас. Система автоматики построена на базе ПЛК Productivity2000, технологическая информация выводится на сенсорную панель оператора Weintek MT8090XE.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 38 |

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Для оценки затраченных средств на производство дополнительного оборудования, требуется определить полный состав примененных покупных изделий и материалов, а также объем выполненной работы по производству нового оборудования для расчета заработной платы работникам.

Согласно [21], себестоимость $S_{л}$ электрооборудования для сушильного агрегата линии КФА-110 определяется по формуле:

$$S_{л} = Z_{к} + Z_{з.п.} + Z_{пр.}, \text{ руб.} \quad (6.1)$$

где $Z_{к}$ – затраты на покупные комплектующие изделия, руб.;

$Z_{з.п.}$ – затраты на изготовление сушильной камеры, руб.

$Z_{пр.}$ – прочие затраты (содержание инструмента, средств защиты и т.п.)

$Z_{пр.} = 4000$ руб.

Перечень покупных комплектующих изделий сведен в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Затраты на покупные комплектующие изделия.

| Материал | Расход, шт./м/т. | Цена за ед., руб./шт./м/т. | Сумма, руб. |
|--|---------------------|-------------------------------|-------------|
| Датчик оптический | 3 | 1 700 | 5 100 |
| Датчик индуктивный | 12 | 1 200 | 14 400 |
| Промежуточное реле | 9 | 300 | 2 700 |
| Магнитный пускатель | 3 | 400 | 1 200 |
| Мотор-автомат | 8 | 2 300 | 18 400 |
| Выключатель автоматический 1Р | 7 | 350 | 2 450 |
| Выключатель автоматический 3Р | 3 | 1 400 | 4 200 |
| Преобразователь частоты | 5 | 20 000 | 100 000 |
| Мотор-редуктор | 5 | 12 500 | 62 500 |
| Блок питания 24В, 350Вт | 2 | 2 100 | 4 200 |
| Блок питания контроллера | 2 | 18 500 | 37 000 |
| Модуль установочный | 2 | 18 000 | 36 000 |
| Панель оператора МТ8090ХЕ | 1 | 30 000 | 30 000 |
| Сетевой коммутатор | 1 | 400 | 400 |
| Кабель витая пара (4 пары) | 100 | 8 | 800 |
| Провод марки ПВС 3x0,75мм ² | 550 | 20 | 11 000 |
| Провод марки ПВС 4x1,5мм ² | 600 | 40 | 24 000 |
| Провод марки ПВС 4x2,5мм ² | 300 | 70 | 21 000 |
| Труба ДУ | 1800 | 440 | 792 000 |
| Профильная труба ГЗП 80x80x6 | 100 | 750 | 75 000 |
| Лист 3 ст. нержавеющая 1x2м. | 198 | 9 554 | 437 900 |
| Парогенератор | 1 | 335 000 | 335 000 |
| Шлакоблок на стены | 3744 | 30 | 112 320 |
| Электромагнитный клапан KV341 | 3 | 30 000 | 90 000 |
| Датчик давления Метран-75 | 3 | 25 000 | 75 000 |
| Датчик влажности Galltec+Mela ZC | 3 | 8488 | 25 464 |
| Датчик температуры Метран-274 | 3 | 6600 | 19 800 |

Окончание таблицы 6.1

| Материал | Расход, шт./м/т. | Цена за ед., руб./шт./м/т. | Сумма, руб. |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------|
| Труба нержавеющая д-15мм толщиной-3мм | 0,250 т | 660 000 | 165 000 |
| Итого: | | | 2 314 934 |

Затраты на покупные изделия и материалы, необходимые для производства разгрузочной линии составили 2 314 934 руб.

Количество рабочих на производстве линии составляет 8 человек. Срок монтажа электрооборудования и сборки металлоконструкций составляет 30 дней. Заработная плата с учетом всех обязательных вычетов для рабочего составляет 270 руб./час, рабочая смена 8 часов.

Заработная плата на одного рабочего за 30 дней составит 64 800 руб., в том числе налоговые отчисления и взносы во внебюджетные организации – подоходный налог (13%), в страховую и накопительную части ПФР (28%), на обязательное социальное страхование по временной нетрудоспособности (2,9%), в Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (5,1%).

Коэффициент определения затрат работодателя для выплаты сотруднику заработной платы ЗП, $k = 1,48$.

Затраты на заработную плату рабочим при изготовлении линии рассчитываются по формуле [21]:

$$Z_{з.п.} = n_p \cdot ЗП \cdot k, \text{руб.} \quad (6.2)$$

где n_p – количество рабочих;

$ЗП$ – заработная плата на одного рабочего за десять дней, руб.;

k – коэффициент, учитывающий налоговые отчисления и взносы во внебюджетные организации.

Так как заработная плата была взята с учетом коэффициента k , то затраты на заработную плату составят.

$$Z_{з.п.} = 8 \cdot 64800 \cdot 1,48 = 767232 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату составили 767 232 руб.

Себестоимость сушильного агрегата $S_{СК.В.}$ рассчитанная по формуле (6.1):

$$S_{\text{л.}} = 2314934 + 767232 + 4000 = 3086166 \text{ руб.}$$

Стоимость вибропрессующего комплекса согласно источника [6] составляет 7 932 000 руб. Стоимость необходимой площади для хранения изготовленной продукции в разных районах страны по-разному, рассмотрим на примере Московской области. Стоимость одного квадратного метра складского помещения равна 400 рублей. Вибропрессованные изделия при температуре 18 градусов и нормальной влажности набирают 50 % прочности транспортировки за 14 дней. Линия

КФА за 8 часовую смену способна выработать примерно 80 технологических кассет. Площадь одной технологической кассеты составляет 1.95 кв. м. без учета проходов. За 8 часовую смену на склад транспортируется примерно 160 кв. метров продукции. За 14 дней продукция занимает 2240 кв. метров без учета проходов проездов мест отгрузки заказчику. Цена аренды помещения составит 896 000 рублей в месяц.

Затраты $S_{затр1}$, руб. на приобретение линии и аренду складских помещений:

$$S_{затр1} = 7932000 + 896000 = 8828000 \text{ руб.}$$

Затраты $S_{затр2}$, руб. на приобретение линии в разработанной комплектации составят:

$$S_{затр2} = 7932000 + 3086166 \cdot 1,4 = 12252633 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты $ПЗ_{э.л.}$, руб. на электроэнергию, при эксплуатации сушильной камеры за один месяц составят:

$$ПЗ_{э.л.} = T_{р.с.} \cdot 22 \text{ дней} \cdot P_{уст.} \cdot \frac{Ц_{кВт}}{ч} + 3_{р.м.}, \text{ руб.}$$

где $T_{р.с.}$ – продолжительность рабочей смены, ч, $T_{р.с.} = 8$ ч;

$P_{уст.}$ – установленная мощность сушильного агрегата. кВт,

$P_{уст.} = 290$ кВт;

$\frac{Ц_{кВт}}{ч}$ – цена на электроэнергию, руб., $\frac{Ц_{кВт}}{ч} = 3,25$ руб.

$$ПЗ_{оп.} = 8 \cdot 22 \cdot 290 \cdot 3,25 + 4000 = 169880 \text{ руб.}$$

В таблицу 6.2 сведены результаты расчетов. На рисунке 6.1 представлен график динамики затрат и экономического эффекта.

Таблица 6.2 – Результаты расчетов.

| Параметр расчета | Без сушильной камеры. | С сушильной камерой. |
|--|-----------------------|----------------------|
| Капитальные затраты покупателя руб. | 7 932 000 | 12 252 633 |
| Затраты на электроэнергию сушильной камеры руб./мес. | 29 168 | 199 048 |
| Затраты на арендную плату руб./мес. | 896 000 | 43 200 |
| Затраты на комплектующие сушильной камеры с учетом неучтенного оборудования руб. | - | 2 314 934 |
| Разность себестоимости электроэнергии и арендной платы руб./мес. | 925168 | 242 248 |

Вывод по разделу шесть:

Капитальные затраты на приобретение комплекта КФА-110 в разрабатываемой комплектации 12 252 633 рублей. Срок окупаемости сушильной камеры составляет 5 месяцев. После окончания 5 месяцев предприятие получает дополнительный доход за оставшийся годовой период (при условии круглогодичной занятости и начала эксплуатации с января по декабрь) в размере 5 миллионов рублей.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 7.1 [22].

Таблица 7.1 – перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды.

| Источник фактора, наименование видов работ. | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74) | | Нормативные документы |
|--|---|---|--|
| | Вредные | Опасные | |
| Рабочим местом является помещение цеха. Рабочей зоной является место за пультом управления. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров сушки полусухих вибропрессованных изделий. Пульт управления расположен рядом с линией КФА 110. | 1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы. 2. Недостаточная освещенность. 3. Повышенный уровень шумов 4. Электромагнитные излучения | 1. Электробезопасность 2. Пожаровзрывобезопасность | Микроклимат – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [1] Освещение – СП 52.13330.2011 [3] Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [4] Электромагнитное излучение СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [5] Электробезопасность – ГОСТ 12.1.038-82 [7] Пожарная безопасность – ГОСТ 12.1.004-91 [8] |

В сушильных пропарочных камерах перед загрузкой-разгрузкой кассет с изделиями должен быть подан светозвуковой сигнал об открытии двери. Электроприводы кроме ограждений должны быть надежно заземлены. При ремонте

пропарочной камеры нужно использовать кислородную маску, или специальную охлаждающую маску, ношение которых обязательно при работе там, где температура превышает 40 градусов. Сушильные цеха оборудуются приточно-вытяжными системами с вывешенными инструкциями по безопасной эксплуатации электроустановок. Помещение и здание цеха относится к категории «Д» по степени пожарной опасности, так как в нем отсутствует обработка пожароопасных веществ, отсутствуют источники открытого огня. Стены и перекрытия здания выполнены из несгораемых или трудно сгораемых материалов.

7.1 Краткое описание рассматриваемого объекта

Проектируемая сушильная камера представляет собой систему взаимосвязанных в определенных условиях узлов и агрегатов.

Как и большинство стандартных комплексов, содержит в себе такие элементы, как асинхронные двигатели, насосные станции, гидроцилиндры, редукторы и цепные передачи. На любом предприятии, связанном с производственной деятельностью, возникает ряд опасных поражающих факторов, таких как:

- открытые токоведущие части;
- металлические корпуса оборудования;
- открытые цепные передачи или вращающиеся части оборудования;
- насосные станции, трубопроводы с высоким давлением;
- возможность падения продукции на обслуживающий персонал.

7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Изучение состава оборудования, особенностей технологического процесса, а также прогнозирование возможных причин производственных несчастных случаев, аварий, пожаров, профессиональных заболеваний, разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин, позволяют создавать благоприятные и безопасные условия для труда.

Причиной производственной травмы работника могут стать некоторые объекты, такие как:

- открытые цепные передачи рольгангов транспортирования кассет и конвейеров;
- перемещающиеся механизмы гидроцилиндров, верхней и нижней тележек, автоматического погрузчика;
- электрический ток;
- технологические кассеты, перемещаемые рольгангами.

Возможные аварийные:

- короткое замыкание силовых кабелей, что может повлечь за собой пожар;
- разгерметизация трубопроводов парогенераторной станции, находящихся под высоким давлением с нагретой гидравлической жидкостью;
- опрокидывание технологической кассеты, что может вызвать цепное опрокидывание следующих;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 44 |

– сход с рельс перемещающей автоматической тележки.

Негативные факторы производственной среды:

- перемещающаяся продукция, вращающиеся механизмы;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенная влажность и температура окружающей среды;
- недостаточная освещённость рабочей зоны;
- цементная пыль.

Источниками шума являются: парогенератор, конвейеры, рольганги, автоматический подъемник, съемник ряда поддонов, электродвигатели, насосные станции.

При перемещении готовой продукции в воздух рабочей зоны выделяется цементная пыль. Пропарочная камера повышает температуру и влажность окружающей среды.

7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

В соответствии с источником [22], категория работ:

- для оператора линии – Ib;
- для разнорабочих – IIб.

В таблице 7.2 приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах, производственных помещений для категорий работ Ib и IIб для тёплого и холодного периодов года.

Таблица 7.2 – Допустимые величины показателей микроклимата.

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | Iб (от 140 до 174) | от 19 до 24 | от 15 до 75 | от 0,1 до 0,2 |
| | IIб (от 233 до 290) | от 15 до 22 | от 15 до 75 | от 0,2 до 0,4 |
| Теплый | Iб (от 140 до 174) | от 20 до 28 | от 15 до 75 | от 0,1 до 0,3 |
| | IIб (от 233 до 290) | от 16 до 27 | от 15 до 75 | от 0,2 до 0,5 |

Согласно источнику [23], цементная пыль, по степени воздействия на организм человека, относится к III классу опасности – умеренно опасные вещества.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) цементной пыли составляют:

- для рабочей зоны ПДК_{р.з.}=4 мг/м³;
- максимально разовая ПДК_{м.р.}=0,3 мг/м³;

– среднесменная ПДКс.с.=0,1 мг/м³.

Агрегатное состояние цементной пыли в воздухе на производстве – преимущественно аэрозоль фиброгенного действия.

Согласно источников [24] и [25], шум на рабочих местах нормируется двумя методами: по интегральному показателю – эквивалентному уровню шума (с частотной коррекцией А) в дБ (ранее этот показатель измерялся в дБ А) и по предельному спектру шума (нормируется уровень звукового давления в полосах частот).

По временным характеристикам генерируемого шума определяется метод нормирования негативного воздействия.

Все шумы подразделяют на постоянные (уровень звука за восьмичасовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБ) и непостоянные (характеристика воздействия изменяется за восьмичасовой рабочий день более чем на 5 дБ).

Ниже, в таблице 7.3 приводятся предельно допустимые уровни звукового давления на рабочих местах для категорий работ Iб и IIб.

Таблица 7.3 – Предельно допустимые и эквивалентные уровни звукового давления на рабочих местах в дБ.

| Категория напряженности трудового процесса | Категория тяжести трудового процесса |
|--|--------------------------------------|
| | Средняя физическая нагрузка (б) |
| Напряженность легкой степени (I) | 80 |
| Напряженность средней степени (II) | 70 |

Основным способом нормированием постоянного шума является нормирование по предельному спектру шума. Предельный спектр шума – это совокупность нормативных значений звукового давления на следующих стандартных среднегеометрических частотах: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

В таблице 7.4 приведены предельно допустимые уровни (ПДУ) звукового давления в октавных полосах частот и эквивалентные уровни звука для категорий работ Iб и IIб по тяжести и напряженности труда.

Таблица 7.4 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест.

| Вид трудовой деятельности, рабочее место | Уровни звукового давление, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровень звука и эквивалентные уровни звука, дБ |
|--|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Оператор линии | 103 | 91 | 83 | 77 | 73 | 70 | 68 | 66 | 64 | 75 |
| Разнорабочие | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

Постоянный шум не должен превышать нормированных уровней.

Инфразвук подразделяется на:

– постоянный (уровень звукового давления, измеренного по стандартной шкале «линейная» шумомера, изменяется не более чем на 10 дБ за время наблюдения 1 мин);

– непостоянный (уровень звукового давления, измеренного по стандартной шкале «линейная» шумомера, изменяется не менее чем на 10 дБ за время наблюдения 1 мин).

Для постоянного инфразвука нормируется уровень звукового давления на частотах 2, 4, 8, 16 Гц.

Для непостоянного – общий уровень звукового давления по стандартной шкале «линейная» шумомера, дБ.

В соответствии с источником [26], в таблице 7.5 приведены ПДУ инфразвука, установленные для категорий работ Ib и IIb.

Таблица 7.5 – Предельно допустимые уровни на рабочих местах, допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.

| Вид трудовой деятельности, рабочее место | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | Общий уровень звукового давления, дБ |
|--|--|----|----|----|--------------------------------------|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | |
| Оператор линии | 100 | 95 | 90 | 85 | 100 |
| Разнорабочие | 95 | 90 | 85 | 80 | 95 |

Нормирование допустимого уровня ультразвука производится в соответствии с [26] и [29]. Весь ультразвуковой диапазон частот подразделяют на низкочастотный (с частотой колебаний до 100 кГц) и высокочастотный (от 100 до 1 ГГц).

Способ распространения низкочастотных колебаний – воздушный и контактный. Способ распространения высокочастотных – только контактный.

В таблице 7.6 приведены предельные значения звукового давления на рабочих местах для низкочастотных ультразвуковых колебаний.

Таблица 7.6 – Предельно допустимые уровни воздушного ультразвука на рабочих местах.

| Среднегеометрические частоты третьооктавных полос, кГц | Уровни звукового давления, дБ |
|--|-------------------------------|
| 12,5 | 80 |
| 16,0 | 90 |
| 20,0 | 100 |
| 25,0 | 105 |
| 31,5-100,0 | 110 |

Уровень звукового давления при передаче ультразвуковых колебаний контактным путём на руки и другие части тела работающих разнорабочих, не должен превышать 110 дБ.

Вибрацию нормируют в соответствии с [27] и [28].

На всей технологической линии присутствует локальная и общая вибрация. Общая вибрация III категории (технологическая) воздействует на весь персонал. Данная категория вибрации относится к типу «а».

Для каждой из категорий вибрации нормируют величины виброскорости и виброускорения, как в линейных единицах (м/с и м/с²), так и в логарифмических (дБ) в зависимости от частоты вибрации.

Общая вибрация нормируется в диапазоне частот 0,8 – 80 Гц, а местная (локальная) – в диапазоне частот 8 – 1000 Гц. Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации и предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категорий II и III нормируются по [27].

Контроль за ходом технологического процесса осуществляется оператором при помощи пульта управления. В своей работе он ориентируется на показания интерфейса и сигналы светозвуковой индикации. В соответствии с источником [29], наименьший объект различения составляет 1 мм. В процессе выполнения зрительной работы (фон и контраст объекта с фоном средний) это соответствует IV разряду и «в» под разрядом зрительных работ.

Нормативные показатели освещённости для перечисленных условий приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Освещение рабочих мест в производственном помещении.

| Разряд зрительной работы | Искусственное освещение | | | Естественное освещение | Совмещенное освещение |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | E , лк | P , % не более | K_n , % не более | | |
| IV | 200 | 40 | 20 | 1,5 | 0,9 |
| Разряд зрительной работы | Искусственное освещение | | | Естественное освещение | Совмещенное освещение |
| | E , лк | E , лк | E , лк | | |
| VI | 200 | 40 | 20 | 1,0 | 0,6 |
| VIII | 200 | 40 | 20 | 1,0 | 0,6 |

Возможными источниками поражения электрическим током являются электродвигатели, шкафы системы управления, корпуса электрооборудования. Система управления питается от сети напряжением 380 В.

Категории помещений по степени опасности поражения электрическим током нормируют в соответствии с [30]. Помещение, в котором размещается комплекс, и разгрузочная линия по степени опасности поражения электрическим током

ком относится к категории II – помещение с повышенной опасностью. Технологический процесс связан с выделением в воздух цементной пыли. Полы помещения относятся к токопроводящим. Повышенная влажность в помещении, а также возможность прикосновения к двум и более токопроводящим поверхностям, способным оказаться под напряжением является еще одним фактором, по которому помещение попадает в данную категорию.

В соответствии с источником [31]:

– напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки при переменном токе с частотой 50Гц, не должны превышать 2В и 0,3мА соответственно;

– предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при продолжительности воздействия от 0,01 до 0,08 с в аварийном режиме электроустановок напряжением до 1000В и частотой 50 Гц, не должны превышать 220В и 220мА соответственно.

Помещение линии разгрузки по степени опасности поражения электрическим током относится к категории II. Для данной категории помещений, допускаются предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и тока для частоты питающего напряжения 50 Гц не выше 2В и 0,3мА соответственно.

Размер отведенный рабочей зоны оператора составляет 1 м². В процессе контролирования технологического процесса, оператор все время остается на месте (ему не приходится перемещаться). Для разнорабочих размер рабочей зоны составляет около 20 м², им приходится перемещаться в процессе пакетирования готовой продукции.

7.4 Охрана труда

В соответствии с [32], к работе на линии допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные по специальной программе, ознакомившиеся с принципом работы и конструкцией изделия, прошедшие стажировку и инструктаж по технике безопасности.

В процессе выполнения своих обязанностей, оператор комплекса должен знать:

- руководство по эксплуатации оборудования;
- руководство оператора по работе с панелью управления;
- устройство, состав и принцип действия оборудования;
- места установки датчиков и исполнительных механизмов;
- зоны работы автоматических исполнительных механизмов;
- инструкцию по предупреждению аварий и способах устранения возникающих неполадок.

После прохождения стажировки на рабочем месте (от пяти до семи смен), и проверки полученных знаний путем собеседования, работник допускается к самостоятельной работе.

При поступлении работу, работник проходит в обязательном порядке следующие инструктажи:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

- первичный инструктаж на рабочем месте;
- проверку знаний инструкции охраны труда;
- проверку знаний инструкции по оказанию первой медицинской помощи лицам, пострадавшим при несчастных случаях на производстве;
- проверку знаний по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
- проверку знаний по срокам проверки средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
- пройти обучение по программе подготовки персонала;
- изучить ПТБ для рабочих в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц ПТБ.

Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением руководителя предприятия.

Работники, допущенные к самостоятельной работе на линии, должны быть обеспечены следующим минимально необходимым перечнем спецодежды:

- костюм хлопчатобумажный из пыленепроницаемой ткани;
- ботинки кожаные;
- перчатки хлопчатобумажные;
- очки для защиты глаз.

После завершения рабочей смены или в выходной день, линия должна находиться в положении, исключающем возможность её пуска посторонними лицами. В случае аварийной остановки во время работы, необходимо выключить пакетный выключатель, принять меры по исключению ошибочной подачи питающего напряжения на установку, после чего, после проверки отсутствия напряжения, производить работы, связанные с ремонтом установки.

Для работников, чья производственная деятельность связана непосредственно с автоматической установкой, проводится профилактический медицинский осмотр не реже 1 раза в год.

Для предупреждения утомляемости и повышения работоспособности, вводится рациональный режим труда и отдыха в течение всей рабочей смены. Для предприятия предусматривается восьмичасовой рабочий день с перерывом на обед. Трудовой график должен предусматривать не менее, чем пятиминутные технологические перерывы через каждые два часа работы. Во время перерыва рекомендуется проводить физические упражнения.

Для обеспечения защиты персонала от поражения электрическим током при одновременном прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, выполняется заземление всех нетоковедущих частей путем подключения их к заземляющему контуру. Заземляющий контур выполняется по периметру всего производственного помещения и подключается к главной заземляющей шине. Главная заземляющая шина соединена с заземляющим устройством двумя независимыми проводниками. Внутренняя сеть заземления выполнена в виде магистралей заземления, проложенных во всех помещениях производства. Согласно ПУЭ [24], в электроустановках с большим током замыкания на землю, допускается выполне-

ние заземляющих устройств с соблюдением требований, предъявляемых к сопротивлению заземления, которое не должно превышать 0,5 Ом.

Магистраль заземления выполняется стальными полосами с сечением не менее 24 мм². Толщина полосы не менее 4 мм. Все соединения стальных проводников выполняются сварными, болтовое соединение не допускается. Наружный контур заземления соединён с внутренним контуром. Расчёт заземления ведется в соответствии с [33].

Сопротивление заземляющего устройства при использовании естественных заземлителей, R_3 , Ом определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{R_e \cdot R_H}{(R_e + R_H)}, \quad (7.1)$$

где R_e – сопротивление естественных заземлителей, Ом рассчитанное по выражению:

$$R_e = \frac{\rho}{\sqrt{S}}, \quad (7.2)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м, $\rho = 200$ Ом·м;

S – площадь, ограниченная периметром здания, м² рассчитанная по выражению:

$$S = a \cdot b, \quad (7.3)$$

где a и b – ширина и длина здания, соответственно, м.

$$S = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ м}^2.$$

$$R_e = \frac{200}{\sqrt{5000}} = 2,83 \text{ Ом}.$$

R_H – сопротивление искусственных заземлителей, Ом определяемое по выражению:

$$R_H = \frac{R_B \cdot R_G}{(R_B + R_G)}, \quad (7.4)$$

где R_B и R_G – сопротивление горизонтальных и вертикальных искусственных заземлителей соответственно, Ом.

Для расчетов примем, что вертикальный заземлитель выполнен электродами из угловой стали 50×50×5 мм, длиной $l = 2,5$ м, на расстоянии 1,25 м друг от друга. Контур выполнен из полос 40×4 мм, проложенных на глубине $H = 0,7$ м.

Сопротивление одиночного вертикального заземлителя, $R_{ст.од.}$, Ом:

$$R_{ст.од.} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + 1}{5 \cdot H - 1} \right) \quad (7.5)$$

$$R_{ст.од.} = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 0,7 + 1}{5 \cdot 0,7 - 1} \right) = 69 \text{ Ом.}$$

Число вертикальных заземлителей, n , шт. рассчитывается по выражению:

$$n = \frac{L}{a_э}, \quad (7.6)$$

где L – общая длина контура заземления, $L = 280$ м;
 $a_э$ – расстояние между электродами, $a_э = 1,25$ м.

$$n = \frac{280}{1,25} = 224 \text{ шт.}$$

Суммарное сопротивление всех вертикальных заземлителей, R_B , Ом:

$$R_B = \frac{R_{ст.од.}}{n \cdot \eta_{ст.}}, \quad (7.7)$$

где $\eta_{ст.}$ – коэффициент использования электродов, характеризующий степень использования поверхности из-за экранирующего влияния соседних электродов, $\eta_{ст.} = 0,35$.

$$R_B = \frac{69}{224 \cdot 0,35} = 0,88 \text{ Ом.}$$

Сопротивление горизонтального заземления, на глубине 0,7 м, R_G , Ом:

$$R_G = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_G} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_G^2}{b \cdot H}, \quad (7.8)$$

где l_G – длина горизонтального заземлителя, м;
 b – ширина полосового заземлителя, м.

$$R_G = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 280} \cdot \ln \frac{2 \cdot 280^2}{0,04 \cdot 0,7} = 1,77 \text{ Ом.}$$

$$R_{II} = \frac{0,88 \cdot 1,77}{(0,88 + 1,77)} = 0,59 \text{ Ом.}$$

$$R_3 = \frac{3,16 \cdot 0,59}{(3,16 + 0,59)} = 0,49 \text{ Ом.}$$

Рассчитанное сопротивление удовлетворяет соотношению ($0,49 < 0,5$).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 52 |

Каждый заземляющий элемент присоединяется к заземлителю отдельным ответвлением. Открыто проложенные заземляющие проводники окрашиваются в фиолетовый цвет.

Воздействия на человека, которые обусловлены силами гравитации или кинетической энергии тел, называют механическими опасностями. Такие опасности создаются движущимися, падающими, вращающимися объектами независимо от природы происхождения. В большинстве случаев защита от механических опасностей реализуется путем установки защитных кожухов на вращающиеся части. Скользкие места обустривают резиновыми ковриками. Персонал обеспечивается перчатками каждый месяц.

Перед тем, как приступить к работе, производится наружный осмотр установок, входящих в состав комплекса. С целью недопущения доступа людей в опасные зоны, в которых происходит движение автоматического оборудования, в цехе прокладываются безопасные маршруты передвижения по всему производственному помещению.

Защита от механического воздействия в зоне действия автоматических тележек и погрузчика поддонов реализована средствами автоматического контроля и светозвуковой сигнализации. Если появляется посторонний предмет в зоне действия тележки, или происходит сход от нормальной траектории движения технологической кассеты, срабатывают барьерные датчики и все перемещением продукции останавливаются. Работу возобновляют после устранения причины по команде оператора с пульта управления.

7.5 Производственная санитария

Категория работ в соответствии с [34]:

- для оператора линии соответствует – Iб с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт);
- для разнорабочих соответственно – IIб с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт).

Чтобы нормализовать параметры микроклимата используют:

- механизацию и автоматизацию производственных процессов;
- дистанционное управление и наблюдение;
- рационально функционирующую вентиляцию и отопление;
- рационализацию режимов труда и отдыха.

Разнорабочим предусматривают средства индивидуальной защиты. Для исключения возможного перегревания или охлаждения работающих во время работы, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, согласно [35], производится ограничение времени пребывания на таких рабочих местах.

Время пребывания на рабочих местах для холодного и тёплого периода года ограничивается восемью часами для всех категорий работ, что входит в допустимые пределы для восьмичасовой рабочей смены.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 53 |

Показатели микроклимата на рабочих местах (относительная влажность воздуха, интенсивность теплового облучения, скорость движения воздуха, температура окружающих поверхностей) должны быть в пределах допустимых величин согласно [35].

Технологический процесс связан с выбросом в воздух цементной пыли, которая в разной степени присутствуют на всей территории производственных помещений. С целью предупреждения заболеваний, вызываемых действием пыли, следует соблюдать установленные ПДК пыли в воздухе рабочей зоны.

ПДК цементной пыли приведены в [35]. Необходимость проведения мероприятий, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий труда, а также выбора оптимального варианта для каждого рабочего места, где присутствует пыль, производится периодический контроль её концентрации в окружающем воздухе.

Естественное дневное освещение осуществляется посредством боковых проёмов производственного помещения (окон). Нормируемая освещенность общего искусственного освещения должна быть не ниже 200 лк. Для исключения попадания пыли используются пыле влагозащищённые светильники типа ПВЛ. Основным видом источников искусственного освещения являются люминесцентные лампы типа ЛД мощностью 40 Вт и световым потоком 2100 лм.

Организация системы искусственной обще обменной вентиляции и наличие естественной неорганизованной вентиляции (окна и двери), позволяет поддерживать в производственном помещении соответствие нормативным параметрам микроклимата. Для удаления из воздуха рабочей зоны цементной пыли предусматривается местная вентиляция.

С целью защиты рабочих от шума и снижения его уровня, используется дистанционное управление оборудованием. В основном применяется экранирование или использование звукоизолирующих кожухов (капотов). Данные средства защиты беспрепятственно пропускают малую часть энергии, остальную часть отражают и часть поглощают.

7.6 Эргономика и производственная эстетика

Планировка рабочего места играет важную роль, и как показывает практика, она должна удовлетворять требованиям удобства выполнения работ. Правильно организованное рабочее место позволяет экономить рабочее время, рационально использовать площади производственных помещений, способствует быстрому, безопасному и удобному обслуживанию.

Оборудование, установленное стационарно, рекомендовано окрашивать в салатный или светло-серый цвет. Оборудование, которое перемещается в процессе производственного цикла, окрашиваются в броские тёмные тона – вишнёвый, коричневый. Все вращающиеся детали окрашиваются в красный цвет, защитные кожухи – в жёлтый.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 54 |

Электрические шкафа и пульты управления окрашиваются в светло-серый цвет. Разгрузочная линия, по которой перемещаются пустые и заполненные технологические кассеты – в оранжевый цвет.

Окраска потолков белым цветом, способствует лучшему отражению света от поверхности потолков. Места, подверженные более частому запылению и загрязнению, окрашиваются в тёмный цвет – чёрный, коричневый, серый.

7.7 Противопожарная и взрывобезопасность

В виде того, что в насосных станциях используется рабочая жидкость – масло индустриальное, по взрывопожарной и пожарной опасности, категория помещения и оборудования линии определена как Б в соответствии с [36].

Помещение линии построено из негорючих материалов, стены сделаны из кирпича и бетона, перекрытия – из железобетона, пол – из бетона. Кабели в помещении проложены в кабельных каналах, подвесных металлических лотках и в трубах с соблюдением требований и рекомендаций, обеспечивающих пожарную безопасность.

Для защиты предприятий от пожаров, на каждом из них разрабатываются инструкции по пожарной безопасности и ведутся журналы инструктажей в соответствии с [37] и [38].

В обязательном порядке должны быть выполнены следующие условия:

- разработана и утверждена инструкция о мерах пожарной безопасности;
- разработан план (схема) эвакуации людей в случае возникновения пожара;
- приказом руководителя назначены ответственные лица, отвечающие за пожарную безопасность отдельных помещений, территорий, зданий, сооружений, участков.

Основными системами пожарной безопасности, применяемых на предприятиях и в местах массового скопления людей, являются системы предотвращения пожара и система противопожарной защиты. В дополнении к ним разрабатываются организационно-технические мероприятия (план эвакуации людей из здания).

Предотвращение и недопущение пожаров достигается следующими организационными мероприятиями:

- не допускается попадание внутрь установок посторонних предметов, жидкостей и сыпучих веществ;
- перегибы, передавливания и натяжения питающих кабелей не допускаются;
- запрещается устанавливать электрооборудование вблизи источников тепла;
- запрещается оставлять без присмотра работающее оборудование;
- запрещается закрывать вентиляционных отверстий;
- запрещается загромождение эвакуационных и рабочих проходов;
- выполняется установка пожарной сигнализации.

В целях предотвращения пожара со всеми работниками предприятий проводится противопожарный инструктаж. Инструктаж ознакамливает работников с правилами противопожарной безопасности. Проводится обучение пользованию первичных средств пожаротушения.

За состоянием средств пожаротушения назначается ответственное лицо, которое ведет журнал учета и поверки средств пожаротушения.

Ответственные за пожарную безопасность на участке лица, ежедневно перед началом работ, должны проверять состояние электрооборудования и комплектность средств пожаротушения, пожарного оборудования, ручного инструмента и инвентаря.

В случае возникновения пожара необходимо:

- отключить электропитание;
- вызвать по телефону пожарную команду;
- эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации;
- приступить к ликвидации пожара средствами пожаротушения;
- принять меры к эвакуации более ценного имущества.

Если очаг возгорания небольшого размера, можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

В соответствии с требованиями нормативно-технических документов, производственные помещения оборудуются сетями противопожарного водоснабжения, установками обнаружения и тушения пожара.

На участке погрузо-разгрузочной линии предусматривается место для установки щита первичных средств пожаротушения, на котором располагаются:

- огнетушители ОУ, ОХП;
- противопожарный инвентарь (лопаты, песок, ломы, топоры, багры).

В помещении устанавливаются пожарные гидранты с расчётом обеспечения подачи воды в любую точку помещения.

Огнетушители размещаются в легкодоступных и заметных местах, исключая попадание прямых солнечных лучей. Запрещается непосредственное воздействие отопительных и нагревательных приборов на огнетушители. На корпусе огнетушителей должны присутствовать читаемые маркировочные надписи, инструкции по пользованию.

7.8 Экологическая безопасность

Любое производство в большей или меньшей степени наносит вред окружающей среде. Для ограничения воздействия на окружающую среду и в первую очередь – человека, вводится экологического контроль за деятельностью предприятий.

В последнее время часто возникают проблемы, связанные с выполнением природоохранных мероприятий.

Для предприятий разрабатывается комплекс мер и мероприятий, направленных на предупреждения или ограничения вредного воздействия на окружающую

щую среду, выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сбросов в водные объекты, снижению уровня шума, вибрации и иных вредных физических воздействий. Ставится задача по сокращению безвозвратных потерь и объёмов потребления воды.

В насосных станциях используется рабочая жидкость – масло индустриальное. По истечении срока выработки, масло должно сливаться в специальные ёмкости. Отработанная жидкость может либо отправляться на очистку для повторного использования, либо утилизации (при невозможности очистки).

В обязанность ремонтного персонала при плановых ремонтах линии, вменяется проверка мест соединений трубопроводов на наличие течи, проверка целостности сальников и при нахождении указанных неисправностей – их устранение. Использованную во время работы ветошь, по окончании производства работ необходимо убрать в специально отведённую для этого тару.

Оператор установки, перед каждым началом и после окончания смены обязан провести внешний осмотр всей линии на предмет наличия протекания из систем насосных станций. В случае обнаружения течи во время технологических перерывов, линию необходимо остановить и вызвать специализированный персонал.

7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

На протяжении жизненного цикла производства могут возникать чрезвычайные ситуации (в дальнейшем ЧС). Источником ЧС может стать авария, опасное техногенное происшествие, опасное природное явление, инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных, растений, применение средств поражения. К природным ЧС относятся землетрясения, наводнения, сели, оползни, заносы, обледенения и лавины.

Авария или катастрофа может являться следствием стихийного бедствия, нарушения технологии производства, правил эксплуатации оборудования, нарушением мер безопасности. Наиболее опасные катастрофы – это пожары и взрывы.

В процессе прохождения государственной экспертизы, выполняется оценка угрозы объекта при аварийных ситуациях. Разрабатываются планы взаимодействия со службами ликвидации ЧС. Прогнозируется возможный ущерб и последствия аварии. Производится страхование для возмещения ущерба. Все объекты массового нахождения людей снабжаются средствами пожаротушения и схемами эвакуации.

Все работники должны знать, чётко соблюдать и требовать от других выполнения на предприятии правил пожарной безопасности, следить за наличием и исправностью средств пожаротушения и в случае пожара уметь ими пользоваться.

На участке должен быть оборудован пожарный стенд, укомплектованный инструментами и средствами пожаротушения. Все проходы к ним должны быть постоянно свободными.

Устойчивость работы промышленного объекта – это способность объекта выпускать установленные виды продукции в объёмах, предусмотренными соот-

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 57 |

ветствующими требованиями в условиях ЧС, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

Основными мероприятиями по повышению устойчивости работы производственного участка являются:

- повышение прочности и устойчивости производственного участка и совершенствование технологического процесса;
- повышение устойчивости управления;
- повышение устойчивости материально-технического снабжения;
- подготовка к восстановлению производства после аварии.

Повышение устойчивости оборудования достигается путём создания запасов элементов, отдельных узлов и деталей, материалов и инструментов для ремонта и восстановления повреждённого оборудования.

К организационным мероприятиям, повышающим устойчивость управления объекта, относится заблаговременная подготовка руководящих работников и ведущих специалистов к взаимозаменяемости.

В случае возникновения опасности производится оповещение людей системами оповещения или сиреной.

Вывод по разделу семь:

Разработан ряд мер по обеспечению безопасности при работе на линии на основе анализа возникающих вредных производственных факторов, а также рассмотрены вопросы охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 58 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При производстве строительных изделий требуются большие площади для хранения готовой продукции и тратится большое количество времени на сушку изделий. Установка сушильной камеры совместно с линией разгрузки переводит установку из разряда комплексов в разряд заводов.

2. «П» образная сушильная камера содержит 3 отделения - выдержки, нагрева и остывания. Габаритные размеры камеры 36х3х4м обеспечивают сушку продукции линии КФА-110 при максимальной производительности.

3. Разработана математическая модель в пакете динамического программирования позволяющая рассчитать температурные параметры сушильной камеры в различных режимах работы с учетом технологического процесса.

4. Парогенератор мощностью 217 кВт обеспечивает поддержания температуры при максимальной загрузке печи. Изменения температуры в пустой печи составят 10°C, а при полной загрузке не превышают 1°C.

5. Выбранный парогенератор ЭПГ-420 мощностью 316 кВт обеспечивает полуторакратный запас. Система автоматики построена на базе ПЛК Productivity2000, технологическая информация выводится на сенсорную панель оператора Weintek MT8090XE.

6. Капитальные затраты на приобретение комплекта КФА-110 в разрабатываемой комплектации 12 252 633 рублей. Срок окупаемости сушильной камеры составляет 5 месяцев. Годовой экономический эффект 10 миллионов рублей.

7. Проведен ряд мер по обеспечению безопасности при работе на линии. В разделе БЖД рассмотрены вопросы охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности.

Результаты работы планируются к внедрению на предприятии ООО «Завод Стройтехника».

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 59 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ООО «Завод Стройтехника» <https://stroytec.ru>
- 2 Кудымов И.А. Модернизация комплекса формовочного автоматического КФА-110/ И.А. Кудымов. – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2019 г., 67 с.
- 3 Оборудование для производства бетона <http://td-metalika.ru/>
- 4 Вибропресс для производства вибропрессованных изделий – <https://globmac.ru>
- 5 Автоматический передвижной однопалетный вибропресс – <https://www.prostanki.com>
- 6 Комплекс КФА-110 полный цикл. – <https://stroytec.ru>
- 7 Химическая кинетика. Скорость химических реакций – <https://chemege.ru>
- 8 Ахвердов И.Н. Основы физики бетона / И.Н. Ахвердов. – М.: Издательство «Стройиздат» 1981 – 464 с.
- 9 Вертикальная пропарочная камера – <https://vunivere.ru>
- 10 Щелевая пропарочная камера – <https://vmasshtabe.ru>
- 11 Сушка изделий в камерах с нагретым воздухом – <https://www.fundamental-research.ru>
- 12 Руководство по тепловой обработке бетонных и железобетонных изделий. М.: «Стройиздат» 1974 – 32 с.
- 13 Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического регулирования/ В.А. Бесекерский, Е.П. Попов – М.: Наука, 2004 – 325с.
- 14 Парогенераторы электрические – <http://www.oilprom-synergy.ru>
- 15 Клапан электромагнитный – <https://www.techmarcet.ru>
- 16 Датчик температуры Метран274 – <https://www.emerson.ru>
- 17 Датчика давления Метран-75 – <https://www.emerson.ru>
- 18 ЗАО «Сенсор» – Бесконтактные датчики и выключатели – <http://www.sensor-com.ru>
- 19 ATV312 каталог 2020 – <http://www.proavtomatika.ru>
- 20 Панель оператора Weintek – <https://weintek.pro>
- 21 Матушкина, О.Е. Экономика предприятия: учебное пособие. / О.Е.Матушкина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 42с.
- 22 ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация».
- 23 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 24 ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 25 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
- 26 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 27 СН 2.2.4/2.1.8.583-96 Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 60 |

28 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

29 ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

30 СН 2.2.4/2.1.8.582-96 Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения.

31 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

32 Правила устройства электроустановок (Издание седьмое). Госэнергонадзор Минэнерго России, Энергосервис, 2003 г.

33 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

34 Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. Совместное постановление Министерства труда и социального развития РФ № 1 и Министерства образования от 13.01.2003 № 29.

35 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М: Энергоатомиздат, 1991. – 464 с.

36 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России, Энергосервис, 2003 г.

37 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

38 НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 61 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020.135.00.00 ПЗ ВКР | | | | |