


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический  
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники  
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических  
процессов и производств»  
Направленность (профиль) программы « Автоматизация  
технологических процессов и производств в энергетике»


ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
И.о. заведующего кафедрой  
 О.В. Скрипко  
« 09 » 02 2018г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Автоматизация технологического процесса  
производства пара для изготовления полистирола на предприятии  
ООО «Аляска» в городе Благовещенск

Исполнитель  
студент группы 441узб  1.02.2018г. А.Ю. Шонов  
подпись, дата

Руководитель  
доцент, канд.тех.наук  5.02.2018 Н.М. Ожигова  
подпись, дата

Консультант по  
безопасности и  
экологии  
доцент,канд.техн.наук  02.02.2018 А.Б. Булгаков  
подпись, дата


Нормоконтроль  
доктор техн. наук  
профессор  05.02.18 О.В. Скрипко  
подпись, дата

Благовещенск 2018

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Факультет энергетический  
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой  
 О.В. Скрипко  
« 09 » 02 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**

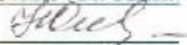
К выпускной квалификационной работе студента Шонова Александра Юрьевича.

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизация технологического процесса производства пара для изготовления полистирола на предприятии ООО «Аляска» в городе Благовещенск.  
(утверждена приказом от 27.10.2018 № 2651-уч)
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы: 12.02.2018
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Документация по эксплуатации мазутного, парового котла.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):
  - 1) Описание объекта автоматизации;
  - 2) Выбор и расчет технических средств;
  - 3) Электрификация производственных процессов;
  - 4) Разработка системы автоматизации процесса горения топлива в мазутного котла;
  - 5) Электроснабжение объекта;
  - 6) Эксплуатация электрооборудования;
  - 7) Безопасность жизнедеятельности;
5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.)


Карта учета электрооборудования, выбор предохранителей, схема управления процессом горения в котле, таблица технологического оборудование.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов)

7. Дата выдачи задания 19.10.2017

Руководитель выпускной квалификационной работы: Ожигова Нина Михайловна доцент. канд.тех.наук 

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению дата  27.10.2017г.  
(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работы выполнена на 90 листах пояснительной записки, количество используемых литературных источников - 24, графическая часть выполнена на 6 листах формата А1.

**ЖИДКОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ; ПРОГРАММИРУЕМОЕ РЕЛЕ; АВТОМАТИЗАЦИЯ; УПРАВЛЕНИЕ; АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ.**

В выпускной квалификационной работе рассмотрены основные технологические процессы в котельной, предложена система автоматизации управления процессом горения мазутного (отработанного) котла.

В проекте произведен расчет электрификации котельной, выполнены расчеты систем освещения, рассмотрены вопросы внешнего электроснабжения предприятия.

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	6
Введение	7
1 Описание объекта автоматизации	8
1.1 Классификация котельных установок	8
1.2 Краткая характеристика топлива	10
1.3 Классификация отопительных котлов	11
2 Выбор и расчет технических средств	15
2.1 Выбор средств автоматизации	15
2.2 Выбор средств измерения технологических параметров	22
3 Электрификация производственных процессов	26
3.1 Светотехнический расчет	26
3.2 Электротехнический расчет осветительной установки	30
3.3 Выбор аппаратуры управления и защиты	35
3.4 Расчет внутренней силовой сети	36
4 Разработка системы автоматизации процесса горения топливамазутного котла	39
4.1 Принцип работы жидкотопливного мазутного котла	39
4.2 Преимущества жидкотопливных котлов	40
4.3 Разработка принципиальной электрической схемы управления процессом горения в котле	41
4.4 Расчет и построение характеристик электродвигателя дымососа	44
4.5 Переходные процессы в электроприводе	45
5 Электроснабжение объекта	50
5.1 Определение расчетных нагрузок потребителей	50
5.2 Выбор защитной аппаратуры	51
6 Эксплуатация электрооборудования	53
6.1 Характеристика парка электрооборудования и условий его эксплуатации	53

6.2 Выбор формы электротехнической службы	55
6.3 Расчёт трудоёмкости ТО, ТР и ОО электрооборудования на год	56
7 Безопасность и экологичность	59
7.1 Безопасность	59
7.2 Экологичность	61
7.4 Расчет индивидуальных средств защиты	64
7.5 Расчет заземляющего устройства трансформаторной Подстанции	65
7.6 Молниезащита	71
7.7 Ч С.	72
Заключение	74
Список используемых источников	75
Приложение А	77
Приложение Б	85
Приложение В	86
Приложение Г	87
Приложение Д	88
Приложение Е	89
Приложение Ж	90

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ТП – закрытая трансформаторная подстанция;

КЗ – короткое замыкание;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЛЭП – линия электропередач;

ТП – трансформаторная подстанция;

ПТБ – правила техники безопасности;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

ПТЭ – правила технической эксплуатации;

ОО – оперативное обслуживание;

РУ – распределительное устройство;

ТО – техническое обслуживание;

ТР – текущий ремонт;

ПР – программируемое реле.

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях широких температурных диапазонов региона немаловажным фактором является обеспечение благоприятных условий работы и поддержание общего микроклимата.

Одной из основных задач в этой области являются системы отопления, изготовленные пара, которые отвечают современным требованиям. Под современными требованиями подразумевается:

- высокая эффективность системы;
- экономичность;
- возможность автоматического регулирования и создания максимально комфортных условий для работников;
- возможность получения необходимого количества горячей воды, а также пара для производства.

Отопительные системы разрешают одну из задач по созданию искусственного климата в помещениях. Они служат для поддержания заданной температуры воздуха во внутренних помещениях зданий в холодное время года.

Вопросы автономного отопления, его организации и экономичности являются важными на промышленных предприятиях любого размера.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является автоматизация существующего на предприятии жидкотопливного мазутного котла полностью автономной отопительной системы и производства пара. Главной целью является повышение уровня автоматизации системы управления процессом горения мазутного (отработкой) котла согласно современных требований.



# 1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

## 1.1 Классификация котельных установок

Котельные установки в зависимости от типа потребителей разделяются на энергетические, производственно-отопительные и отопительные. По виду вырабатываемого теплоносителя оно делится на паровые (для выработки пара) и водогрейные (для выработки горячей воды).

Производственно-отопительные котельные установки вырабатывают пар для производственных нужд, вентиляции и горячего водоснабжения.

Отопительные котельные установки в основном водогрейные, но они могут быть и паровыми предназначены для обслуживания систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции производственных помещений.

Местные отопительные котельные обычно оборудуют водогрейными котлами с нагревом воды до температуры не более 115 градусов или паровыми котлами с рабочим давлением 70 кПа. Такие котельные предназначены для снабжения теплотой нескольких зданий.

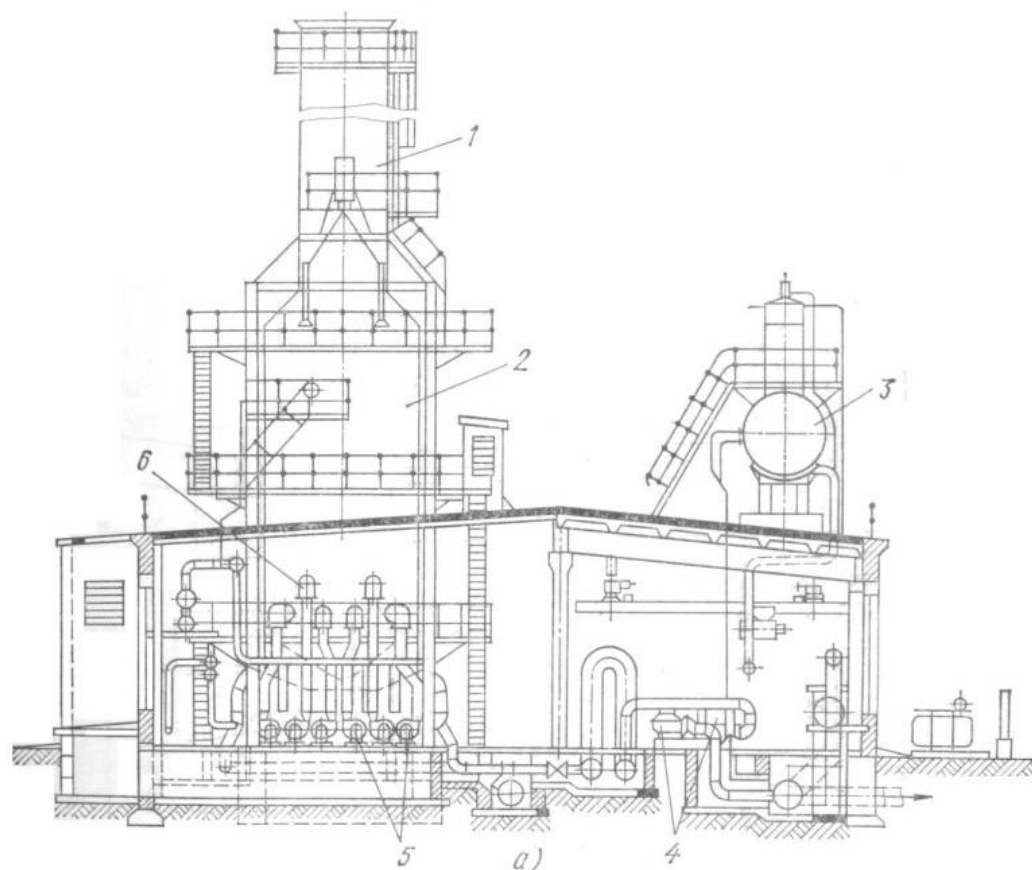


Рисунок 1 – Схема отопительной котельной установки

Объект производственной котельной находится на территории ООО «Аляска». Котельная установка оборудована двумя водогрейными котлами, работающие на жидком топливе (рис. 2)

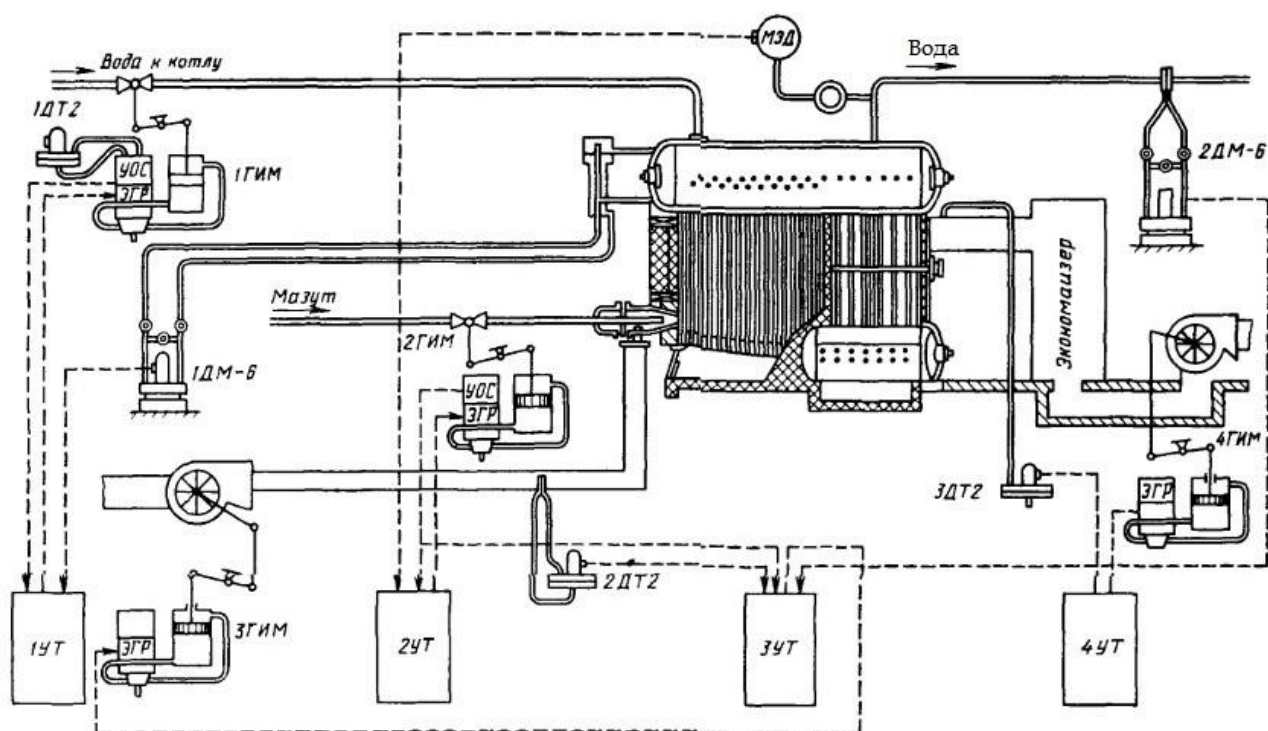


Рисунок 2 – Котельная установка промышленного предприятия

Жидкое топливо (в моем случае отработка), несмотря на общую тенденцию к сокращению его использования, находит пока еще достаточно широкое применение в котельных установках промышленных предприятий, горение жидкого топлива происходит в основном в парогазовой фазе. Последнее связано с тем, что температура кипения жидких топлив значительно ниже температуры их воспламенения.

Скорость сгорания жидкого топлива определяется скоростью его испарения с поверхностью; эта поверхность многократно увеличивается при распыливании жидкого топлива на отдельные мельчайшие капли, для чего и применяют специальные устройства – форсунки.

По способу распыливания жидкого топлива форсунки можно разделить на три основные группы: механические; с распыливающей средой; комбинированные.

При механическом распыливании качество последнего в значительной мере зависит от давления мазута, создаваемого насосом. Обычно мазут поступает к форсункам под давлением 2,0-3,5 МПа.

Имеются различные типы механические мазутных форсунок. Широкое распространение получили механические форсунки завода «Ильмарине». На рисунке 3 показана механическая форсунка типа ОН-547, предназначенная для распыливания топочного мазута по ГОСТ 10585-75 в топках стационарных котлов.

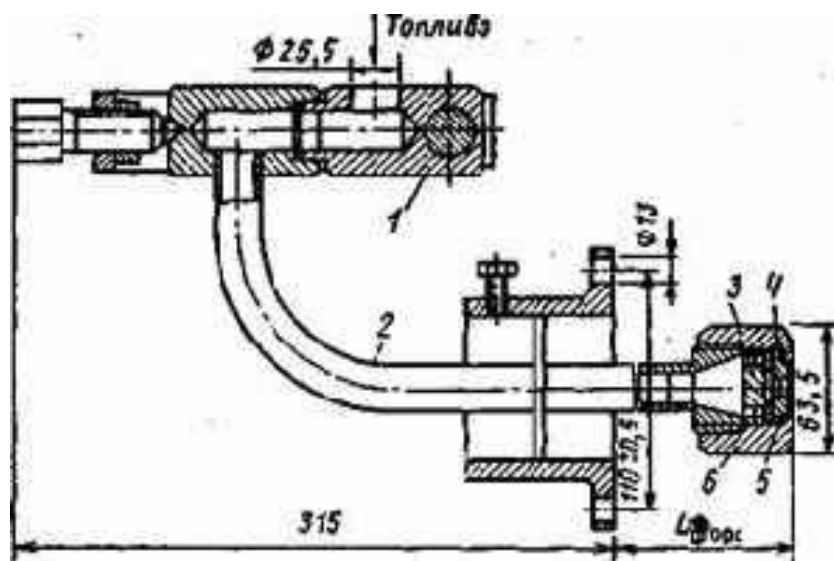


Рисунок 3 – Форсунка механическая средняя типа ОН-547

Основной недостаток механической форсунки – это, небольшой диапазон регулирования производительности. Устраняется применением комбинированного распыливания мазута или ротационных форсунок.[1]

## 1.2. Краткая характеристика топлива

Отработка, которая используется в качестве котельного топлива является синтетическое масло, содержащее в своем составе физические и/или химические примеси, которые делают невозможным дальнейшее использование вещества по назначению.

На территории нашей области действует ГОСТ 246-86, где определены общие правила, согласно которым масла можно считать отработанным.

**К отработанным можно отнести следующие переработанные технические жидкости:**

- Моторные и смазочные масла во всех транспортных средствах.
- Индустриальные масла.

«Поставщик» отработанного масла множество – начиная частными авто-владельцами и заканчивая промышленными комплексами и электростанциями, использующие органические вещества в качестве топлива.

Организовывая бизнес, можно пойти несколькими путями – бесплатный прием отработанного масла от всех желающих либо его покупка у поставщиков. В первом случае не предвидится никаких трат, максимум – на доставку сырья. Но вряд ли оптовые партии масла сторонние предприятия будут отдавать бесплатно, поэтому покупка отработанного моторного масла у них потребует несколько больших вложений.

Условия вязкости – это отношение времени истечения некоторого количества отработки ко времени истечения того же количества воды при тех же условиях.

Температура вспышки – температура, при которой пары той или иной горючей жидкости, находящиеся над нею, вспениваются при поднесении к ним пламени, а сама жидкость не воспламеняется.

Температура застывания – это температура, при которой отработка не изменяет своей поверхности при наклонении сосуда, т.е. когда он теряет способность к свободному перемещению. Чем больше содержание в отработке предельных (парафиновых) углеводородов, тем выше его температура застывания. Для увеличения подвижности отработку подогревают до температуры 90 – 120 градусов.

### **1.3 Классификация отопительных котлов**

Несмотря на всё многообразие форм, типов и видов агрегатов, они все же поддаются классификации. Итак, в зависимости от того, какое сырье для котла является топливом, выделяют следующие их разновидности:

- газовые котлы;
- твердотопливные котлы;
- жидкотопливные котлы;

- электрические котлы;
- комбинированные.

Газовые отопительные котлы отличаются большой мощностью и малым рабочим пространством. Такие котлы могут быть как элементом отопления, то есть являться частью отопительных систем домов, так и частью системы горячего водоснабжения.

Для газового оборудования можно выделить следующую классификацию:

- по количеству контуров;
- по способу исполнения;
- по способу выброса отработанного газа;
- по своей эффективности, а более точно, по принципу работы с водяным паром;
- по способу розжига.

Жидкотопливные котлы не имеют классификации. Их можно разделить только по мощности. Все подобные устройства работают на жидком топливе, а именно на отработанном топливе, и редко на мазуте. Широкое распространение такие котлы получили в тех местах, где нет возможности отапливать их иным топливом, например, газом.

Такие котлы имеют достаточно высокий КПД - порядка 86 %. Конденсационные котлы, которые работают по такому же принципу, что и конденсационные газовые, обладают КПД порядка 97%.

Все подобные устройства являются напольными. Кроме того, все агрегаты имеют принудительную тягу. В зависимости от ступеней горения выделяют одноступенчатые, двух- и трехступенчатые. Чем больше ступеней, тем экономичнее и эффективнее является отопительный прибор.

Твердотопливные котлы имеют классификацию по нескольким параметрам:

- по типу топлива;
- по способу горения.

По типу топлива различают угольные, древесные и смешанные котлы. Отдельно следует выделить такие агрегаты, как пеллетные, то есть те, которые работают на особом виде топлива - прессованные топливные гранулы - пеллеты.

По способу горения выделяют три вида:

- классические или традиционные;
- пиролизные;
- котлы с длительным горением.

Традиционные приборы являются стандартными, то есть такими, в которых тепло вырабатывается за счет обычного сгорания твердого топлива. Самым большим недостатком таких котлов является то, что они нуждаются в постоянном контроле со стороны человека, например, в подбросе топлива, регулировке тяги и так далее. Кроме того, регулировка мощности осуществима в очень малом диапазоне. Такие котлы обладают достаточно низким КПД - максимум 75%.

Преимуществами такого котла можно назвать его низкую стоимость и очень простую обвязку, а также полную энергозависимость.

Пиролизные приборы генерируют тепловую энергию за счет продуктов горения твердого топлива - пиролизного газа. Большим недостатком такого прибора можно назвать тот факт, что должно быть использовано специальное твердое топливо, которое содержит не больше 20% влаги. Преимуществом можно отметить большой КПД и малую степень контроля со стороны человека. Особенностью таких отопительных котлов можно назвать и их экономичность, высокая степень которой достигается за счет практически полного сгорания топлива.

Котлы длительного горения отличаются от всех остальных тем, что топливо сгорает сверху. За это котлы получили название приборов верхнего горения.

Электрические котлы можно разделить на следующие виды:

- тэновые;
- электродные;

- индукционные.

Первый тип имеет в своем составе трубчатый нагревательный элемент, который подогревает теплоноситель. Такой элемент называется нагревательным ТЭНом.

Второй тип работает за счет электрода. Однако в отличие от тэнового, здесь электрод не нагревает воду. Он является генератором электрического разряда, который уходит в воду. За счет собственного сопротивления электрическому току вода нагревается.

Принцип работы индукционных агрегатов основан на явлении электромагнитной индукции. Катушка индуктивности находится в специальном отсеке. Эта катушка выполняет роль первичной катушки трансформатора. Вторичной обмоткой является короткозамкнутый трубопровод или же обычный сердечник. За счет электрического тока сердечник нагревается и отдает тепло воде, которая может циркулировать внутри него (трубопровода) или же вокруг него (сердечника).

## 2 ВЫБОР И РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

### 2.1 Выбор средств автоматизации

Прибор САУ-М7Е предназначен для создания систем автоматизации технологических процессов, связанных с контролем и поддержанием заданного уровня жидких или сыпучих веществ в различного рода резервуарах, емкостях, контейнерах и т.п.

Контроль уровня осуществляется при помощи трех, подключаемых к входам прибора, датчиков, которые устанавливаются пользователем в резервуаре на заданных условиях технологического процесса отметках: нижней, промежуточной и верхней. Для визуального контроля уровня в резервуаре на лицевой панели прибора предусмотрены три светодиодных индикатора, засветка каждого из которых осуществляется при срабатывании соответствующего датчика.

В качестве входных датчиков могут быть применены:

- кондуктометрические (контролирующие степень электропроводности среды) зонды;
- активные датчики с выходными ключами *n-p-n* типа;
- механические контактные устройства.

Тип применяемых датчиков определяется пользователем, исходя из физико-химических свойств контролируемого рабочего вещества.

Для управления технологическим оборудованием прибор оснащен двумя встроенными электромагнитными реле. Одно из реле предназначено для управления электроприводом исполнительного механизма (электрического насоса, электромагнитного клапана и т.п.), выполняющего в системе функции регулятора по поддержанию заданного уровня. Работа этого реле может осуществляться как в автоматическом режиме (по сигналам датчиков нижнего и промежуточного уровней), так и по командам оператора (от встроенных кнопок ручного управления). Алгоритм работы реле в автоматическом режиме задается пользователем, исходя из способа, которым регулятор должен осуществлять поддержание уровня: заполнение резервуара или его опорожнение. Другое реле



предназначено для формирования аварийного сигнала при достижении рабочим веществом предельного верхнего уровня.

Условия эксплуатации:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от + 5 °С до + 50 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха – 90 % при 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

Функциональная схема прибора САУ-М7.Е представлена на рис. 4.

В состав прибора входят:

- входные устройства ОУ1... ОУ3, предназначенные для обработки сигналов датчиков уровня;
- блок логики, предназначенный для формирования сигналов управления выходным реле «Работа»;
- выходные электромагнитные реле «Верх» и «Работа», предназначенные для управления исполнительными механизмами;
- светодиодные индикаторы, служащие для отображения информации о состоянии датчиков, выходных реле и режимах работы прибора;
- блок питания, служащий для обеспечения схемы стабилизированным напряжением 12В постоянного тока;
- К1, К4 – коммутаторы электрических сигналов.

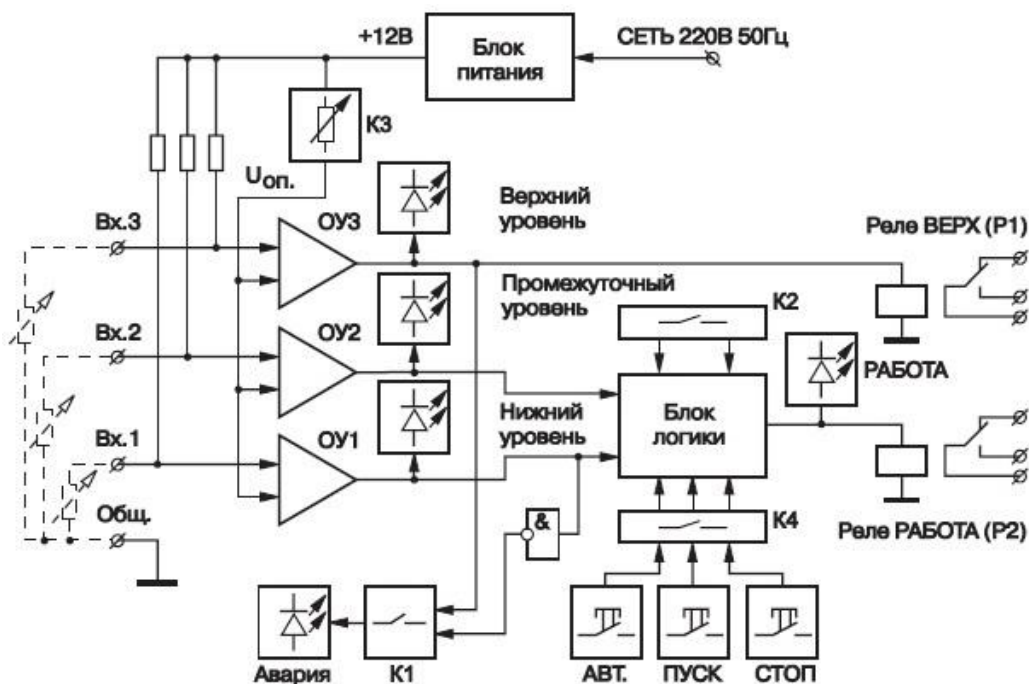


Рисунок 4 – функциональная схема САУ-М7Е

Контроль уровня осуществляется при помощи трех датчиков, которые устанавливаются пользователем в резервуаре на заданных по условиям технологического процесса отметках: нижней, промежуточной, верхней и подключаются соответственно к сигнальным входам прибора Вх.1, Вх.2, Вх.3.

В качестве датчиков уровня могут быть использованы:

- кондуктометрические зонды;
- активные датчики с выходными ключами *n-p-n*-типа;
- механические контактные устройства.

Кондуктометрические зонды применяются для контроля уровня жидкостей обладающих свойствами электрической проводимости. К таким жидкостям относятся растворы кислот и щелочей, расплавленные металлы, вода и водные растворы солей, пищевые продукты, молоко и т.п. Кондуктометрические зонды в простейшем случае представляют собой изолированные друг от друга металлические электроды, выполненные из не корродирующего материала. Один из электродов является общим для всей схемы контроля. Он устанавливается в резервуаре так, чтобы рабочая часть электрода находилась в постоянном контакте с жидкостью во всем диапазоне контроля (от нижнего уровня

до верхнего включительно). Подключается этот электрод к контакту прибора «общий».

При контроле уровня в металлическом резервуаре его корпус может быть использован в качестве общего электрода. Остальные электроды являются сигнальными. Они располагаются на соответствующих своему назначению уровнях и подключаются к сигнальным входам Вх.1, Вх.2, Вх.3 прибора. Примеры установки кондуктометрических зондов на объектах представлены на рис. 5.

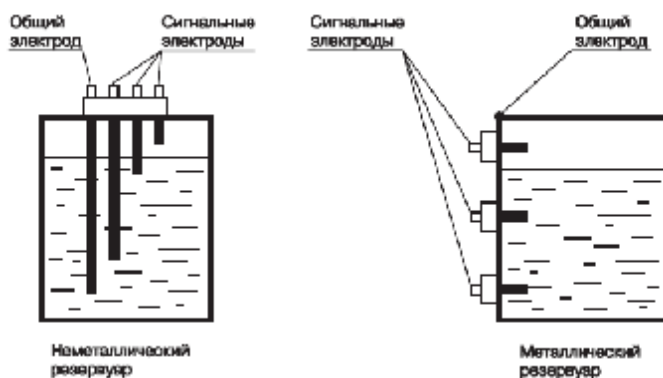


Рисунок 5 - Установка кондуктометрических зондов

По мере заполнения резервуара при соприкосновении электродов с жидкостью происходит замыкание (через сопротивление жидкости) электрических цепей между общим и соответствующими сигнальными входами прибора, фиксируемое входными устройствами как достижение заданных уровней.

Заполнение резервуара по гистерезисному закону режим используется в случаях, когда регулятор должен поддерживать заданный уровень в резервуаре путем подпитки его от внешнего источника. В этом режиме реле «Работа», управляющее регулятором включается после размыкания датчика нижнего уровня, а выключается только при замыкании датчика промежуточного уровня. Наличие зоны гистерезиса между точкамивключения и выключения регулятора обеспечивает уверенное (без «дребезга») срабатывание пусковых коммутационных устройств и экономичный режим работы регулятора. Временная диаграмма работы выходных реле прибора в этом режиме представлена на рисунке 6.

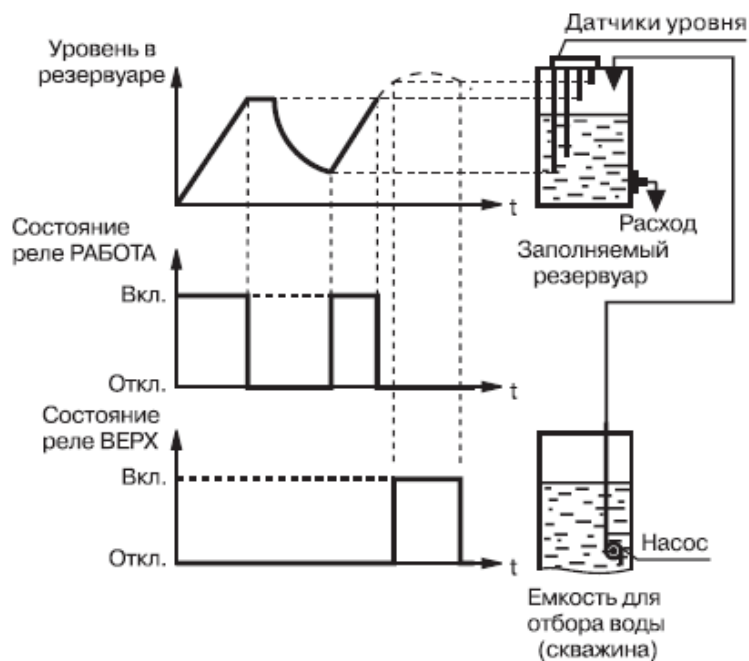


Рисунок 6 – Временная диаграмма работы выходных реле

Опорожнение резервуара по гистерезисному закону данный режим работы используется в случаях, когда регулятор должен поддерживать заданный уровень посредством отбора рабочего вещества из резервуара. В этом режиме реле «Работа» включается после замыкания датчика промежуточного уровня, а выключается резервуаре только при размыкании датчика нижнего уровня. Временная диаграмма работы выходных реле прибора в этом режиме представлена на рисунке 7.

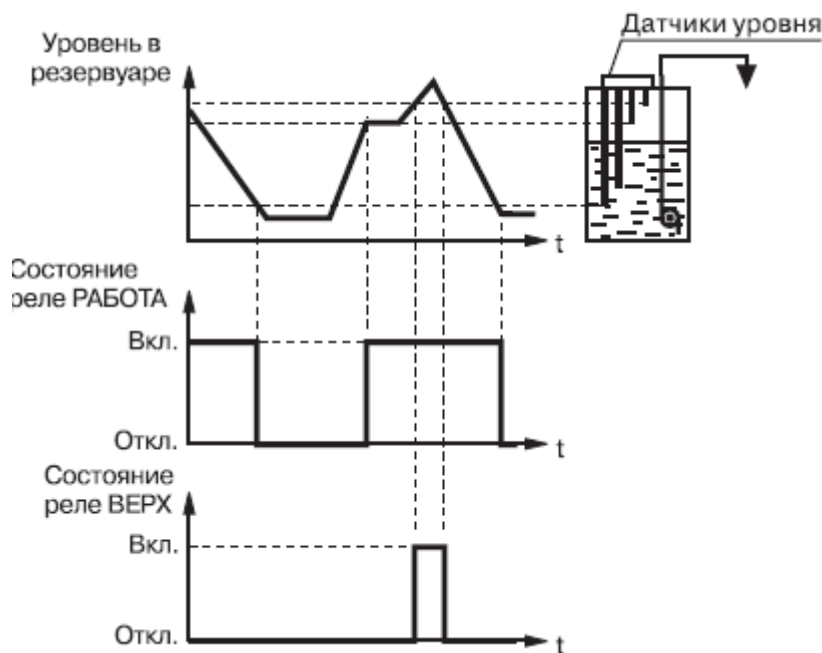


Рисунок 7 -Временная диаграмма работы выходных реле

Прибор ПР-110 предназначен для построения простых автоматизированных систем управления, а также для замены релейных систем защиты и контроля.

Область применения:

Управление наружным и внутренним освещением, освещением витрин; управление технологическим оборудованием (насосами, вентиляторами, компрессорами, прессами); конвейерные системы; управление подъемниками и т. д.

Логика работы прибора определяется пользователем в процессе программирования с помощью среды «OWENEasyLogic»/«OWENLogic».

Прибор с версией встроенного программного обеспечения «x.80» и выше предоставляет пользователю возможность работы по протоколу Modbus-RTU (Slave) и Modbus-ASCII (Slave).

Прибор эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 20 до +55 °С;
- относительная влажность воздуха от 5 до 95 % (без конденсации влаги);
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Электрическая прочность изоляции обеспечивает в течение времени не менее 1 минут отсутствие пробоев и поверхностного перекрытия изоляции токоведущих цепей относительно корпуса и между собой при напряжениях в соответствии с ДСТУ 4108.

Уровень радиопомех, создаваемый прибором при работе, не превышает норм, предусмотренных в ДСТУ CISPR 22 и ДСТУ IEC 61131-2 для оборудования класса А.

Прибор по помехоустойчивости соответствует требованиям ДСТУ 4108 и ДСТУ IEC 61131-2.

По верхней и нижней сторонам прибора расположены ряды клемм «под винт», предназначенных для подведения проводов питания, подключения исполнительных механизмов и дискретных датчиков.

На лицевой панели прибора расположены светодиоды:

«Выходы», показывающие постоянным свечением включение ВЭ; «Входы», показывающие постоянным свечением включение дискретного входа; «Питание», светящийся при включении питания; «Связь», индицирующий процесс обмена со средой программирования «OWEN EasyLogic», «OWEN Logic»; «Авария», светящийся при аварийных ситуациях и в процессе записи пользовательской программы в прибор.

На лицевой панели прибора расположен разъем «ПРОГ.» (тип RJ12), предназначенный для:

– программирования прибора с ПК. Подключение прибора к ПК осуществляется с использованием преобразователя, не входящего в комплект поставки прибора и приобретаемого пользователем отдельно;

– подключения интерфейсного модуля OWEN ПР-МИ485. Описание подключения и другую информацию можно найти в руководстве по эксплуатации на прибор OWEN ПР-МИ485.

Дискретные входы прибора разделены на группы по четыре входа, гальванически изолированные от других цепей. Каждая группа входов имеет свою общую клемму питания. Подключать дискретные датчики к входам можно только относительно клеммы питания входов для данной группы.

Прибор является устройством со свободно-программируемой логикой, работа которого определяется программой, которая разрабатывается на ПК в соответствующей среде программирования пользователем прибора. Пользовательская программа записывается в энергонезависимую Flash-память прибора. По окончании процедуры записи прибор автоматически перезагрузится, и программа пользователя запустится на выполнение. Также программа пользователя начинает выполняться после подачи напряжения питания. Время установления рабочего режима после записи в прибор пользовательской программы или после подачи напряжения питания не более 0,5 с.

По включению напряжения питания, перед началом выполнения пользовательской программы, прибор выполняет настройку аппаратных ресурсов и

самотестирование.Самотестирование включает в себя проверку целостности встроенного программного обеспечения прибора и корректности пользовательской программы. Если самотестирование прошло успешно, прибор переходит к основной работе (Рабочий режим). В противном случае, прибор переходит в аварийный режим.

Рабочий режим работы прибора состоит из постоянного повторения следующей последовательности, также называемой рабочим циклом:

- Начало цикла.
- Чтение состояния входов.
- Выполнение кода пользовательской программы.
- Запись состояния выходов.
- Переход в начало цикла.

В начале цикла прибор производит физическое чтение входов. Считанные значения копируются в область памяти входов. Далее выполняется код пользовательской программы, которая работает с копией значений входов. После выполнения пользовательской программы физические выходы прибора приводятся в соответствие с расчетными значениями (рис.8).



Рисунок 8 – Алгоритм запуска прибора

## 2.2 Выбор средств измерения технологических параметров

Датчики ОВЕН ПД100 модели 311, 371 представляют собой преобразователи избыточного давления с керамической измерительной мембраной, сенсором на основе технологии ТНК и кабельным вводом стандарта EN175301-803 (DIN43650 A).

Данная модель характеризуется наиболее бюджетной ценой и устойчивостью к агрессивным средам.

Преобразователи данной модели предназначены для систем регулирования и управления на объектах жилищно-коммунального хозяйства: прямых и обратных трубопроводах сетевой воды систем ГВС/ХВС, теплосчетчиках, станциях подкачки воды и т.п., где не требуется высокая точность измерений. Внешний вид изображен на рисунке 8.



Рисунок – 8 Датчики ОВЕН ПД100

Основные характеристики преобразователя давления для ЖКХ:

- Измерение избыточного давления нейтральных к керамике  $AL_2O_3$  и нержавеющей стали AISI 304S сред (газы, пар, вода, слабоагрессивные жидкости).
- Преобразование давления в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА.;
- Верхний предел измеряемого давления (ВПИ) – от 0,1 до 4,0 МПа.;
- Перегрузочная способность – не менее 200% ВПИ.;



- Основная приведенная погрешность – 1,0 % ВПИ.
- Степень защиты корпуса и электроразъема преобразователя – IP65.
- Помехоустойчивость удовлетворяют требованиям к оборудованию класса А по ГОСТ Р 51522.

Схема подключения указана на рисунке 9.

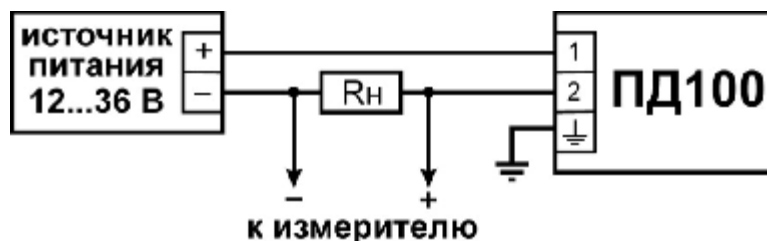


Рисунок 9 – Схема подключения ОВЕН ПД100

Термопары с выходным сигналом 4...20 мА ДТПКхх5Е, ДТПНхх5Е имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» и предназначены для установки и работы во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно главе 7.3 ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Область применения датчиков – системы контроля, автоматического регулирования и учета в различных отраслях промышленности, в том числе в областях, подконтрольных органам Ростехнадзора, и в жилищно-коммунальном хозяйстве. Внешний вид изображен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Термопара ДТПКхх5Е

Особенности термопар с токовым выходом 4...20 мА во взрывозащищенном исполнении ЕХІА:

- Тип выхода: аналоговый, многопредельный;
- Диапазон измеряемых температур:  $-40...+1250$  °С;
- НСХ: К (ХА), N(НН);

- Выходной сигнал: 4...20 мА, HART;
- Класс точности:  $\pm 0,25\%$ ;  $\pm 0,5\%$ ;
- Межповерочный интервал — 2 года;

Правила установки перед эксплуатацией представлены на рисунке 11.

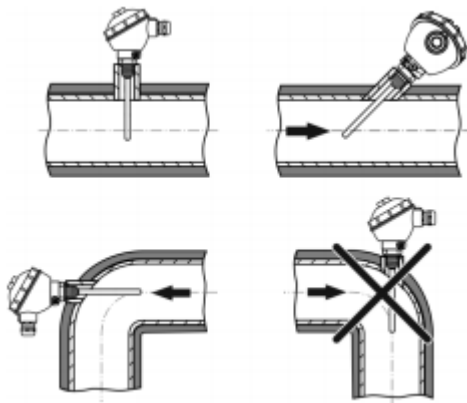


Рисунок – 11 Монтаж датчика на объект

## 3 ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

### 3.1 Светотехнический расчет

Электрическое освещение является важным фактором, оказывающим влияние на комфорт пребывания людей на рабочих местах.

Основные показатели искусственного освещения (нормированный уровень горизонтальной освещенности, яркость и спектральный состав света) должны обеспечивать нормальные и безопасные условия труда людей. Это способствует повышению производительности труда и качеству продукции. Важное требование, предъявляемое к осветительной установке – ее экономичность.

Из всего многообразия выпускаемых промышленностью источников света для освещения помещений наиболее приемлемы лампы накаливания – простота конструкции, относительно невысокая стоимость, упрощение условия монтажа, надежность, возможность плавного регулирования освещенности, невысокая требовательность к качеству электроэнергии. К их недостаткам относят: низкую световую отдачу, неудовлетворительный спектральный состав излучения, необходимость применения защитных устройств от слепящего действия ламп.

Люминесцентные лампы по сравнению с лампами накаливания имеют более мягкий спектр излучения, в 4-5 раза большую световую отдачу, более длительный срок службы и значительно меньшую яркость. Однако эти лампы нуждаются в дополнительной пусковой аппаратуре. Для них характерны: высокая стоимость установки, пульсация светового потока, его изменение при температуре минус  $15^{\circ}\text{C}$  и выше плюс  $40^{\circ}\text{C}$ , повышения напряжения зажигания при увеличении влажности воздуха, уменьшая надежность.

Для освещения производственного цеха применяется система общего равномерного освещения с использованием в качестве источника света люминесцентных ламп.

Основными светотехническими характеристиками являются: световой поток (лм), освещенность (лк), сила света (кн), яркость (нт), световая отдача.

Вид освещения рабочее. Система освещения рабочая.

Расчет освещения для основного помещения.

Площадь помещения  $S$ , м<sup>2</sup> определится

$$S = A \cdot B, \quad (1.1)$$

где  $A$  длина помещения, м;

$B$  ширина помещения, м;

$$A = 12 \text{ м}; B = 5,5 \text{ м}$$

$$S = 12 \cdot 5,5 = 66 \text{ м}$$

Расчет высоты установки светильников  $h_p$ , м.

$$h_p = h - h_c - h_{pn}, \quad (1.2)$$

где  $h$  - высота помещения, м;

$h_c$  - высота свеса светильника, м;

$h_{pn}$  - высота рабочей поверхности, м.

$$h = 3,8 \text{ м}; h_c = 0,5 \text{ м}$$

В соответствии с «Отраслевыми нормами освещения предприятий, зданий, сооружений», рабочей поверхностью в производственном помещении является уровень стола.

$$h_{pn} = 0,8 \text{ м}$$

$$h_p = 3,8 - 0,5 - 0,8 = 2,5 \text{ м}$$

Коэффициенты отражения потолка, стен и пола в помещении

$$r_n = 50\%, r_c = 30\%, r_{pn} = 10\%;$$

Коэффициент запаса  $k = 1,3$  зависит от вида помещения.

Светильник ЛСП имеет в поперечной плоскости кривую светораспределения типа «Д», т.е. косинусное распределение, поэтому относительное расстояние между светильниками следует принять как  $I = 1,6$ . [6]

Расстояние между рядами светильников  $L$ , м определится:

$$L = h_p \cdot I, \quad (1.3)$$

где  $h_p$  - расчётная высота, м;

$L$  - расстояния между светильниками к их высоте над освещаемой поверхностью.

$$L = 2,5 \cdot 1,6 = 4 \text{ м}$$

Число рядов светильников  $N$ , шт. определится:

$$N = \frac{B}{L}, \quad (1.4)$$

$$N = \frac{5,5}{4,0} = 1,38, \text{ принимаем } 2 \text{ ряда}$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены  $L_{cm}$ , м

$$L_{cm} = \frac{B - 2L}{2}, \quad (1.5)$$

$$L_{cm} = \frac{5,5 - 2 \cdot 2}{2} = 0,75 \text{ м}$$

Индекс помещения  $i$ , определится:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (1.6)$$

где  $h$  - расчётная высота, м;

$A, B$  - стороны помещения, м.

$$i = \frac{12 \cdot 5,5}{2,5 \cdot (12 + 5,5)} = 1,5.$$

По этому значению интерполированием находится коэффициент использования светового потока  $h = 0,45$ . Принимается коэффициент минимальной освещённости  $z = 1,15$ .

Определяется требуемый световой поток ламп  $F_u$ , лм в каждом из рядов светильников:

$$F_u = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot h}, \quad (1.7)$$

где  $E$  - освещённость, лк;

$k$  - коэффициент запаса;

$S$  - площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$z$  - коэффициент минимальной освещённости;

$N$  - количество рядов;

$h$  - коэффициент использования светового потока.

Для производственного цеха необходима освещенность  $E = 150$  лк.

$$F_u = \frac{150 \cdot 1,3 \cdot 66 \cdot 1,15}{2 \cdot 0,45} = 16445 \text{ лм}$$

Если применить светильники ЛСП-15 с двумя лампами OsramL 40 W/865G10Qи потоком 2250 лм, то необходимое число светильников в ряду

$$n = \frac{F_u}{2 \cdot F_{ul}}, \quad (1.8)$$

где  $F_u$ - световой поток ламп в каждом из рядов светильников, лм;

$F_{ul}$  - световой поток лампы, лм.

$$n = \frac{16445}{2 \cdot 2250} = 3,7 \approx 4 \text{ шт.}$$

Общая мощность ламп осветительной установки и мощность пускорегулирующей аппаратуры  $P_{общ}$ , Вт определится:

$$P_{общ.} = \sum P_{л} + \sum P_{ПРА}, \quad (1.9)$$

где  $\sum P_{л}$  - суммарная мощность всех ламп, Вт;

$\sum P_{ПРА}$  - суммарная мощность пускорегулирующей аппаратуры, Вт.

$$\sum P_{л} = N \cdot n \cdot 2 \cdot P_{л}, \quad (1.10)$$

где  $N$  - количество рядов;

$n$  - количество светильников в ряду;

$P_{л}$  - мощность лампы, Вт.

$$\sum P_{л} = 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 40 = 640 \text{ Вт}$$

$$\sum P_{ПРА} = 0,25 \cdot \sum P_{л}, \quad (1.11)$$

$$\sum P_{ПРА} = 0,25 \cdot 640 = 160 \text{ Вт}$$

$$P_{общ.} = 640 + 160 = 800.$$

Фактическая освещенность помещения  $E_{ф}$ , лк равна

$$E_{\phi} = E_n \cdot \frac{F_{ul} \cdot N_l}{F_u}, \quad (1.12)$$

где  $E_n$  - необходимая освещенность, лк;

$F_{ul}$  - световой поток лампы, лм;

$N_l$  - общее количество ламп, шт;

$$E_{\phi} = 150 \cdot \frac{2250 \cdot 16}{16445} = 328,4 \text{ лк}$$

Требуемая освещенность  $E_m$ , лк для производственного цеха определить-  
ся:

$$E_m = \frac{N_l \cdot F_{ul} \cdot h}{k \cdot z \cdot S}, \quad (1.13)$$

$$E_m = \frac{16 \cdot 2250 \cdot 0,42}{1,3 \cdot 1,15 \cdot 66} = 153,3 \text{ лк}$$

Требуемая освещенность  $E_m$  превышает номинальную  $E_n = 150$  лк на 3,3%, что удовлетворяет условию  $E_m \geq E_{\phi}$  на 20%.

Этим же методом коэффициента использования светового потока рассчитываются остальные помещения, результаты сводятся в светотехническую ведомость (таблица 3.1).

### 3.2 Электротехнический расчет осветительной установки

Расчет и выбор внутренних электропроводок предусматривает:

- обоснование требований к проводке;
- выбор рациональной схемы;
- выбор распределительных устройств (пунктов, осветительных щитов) по напряжению, числу и типов автоматических выключателей (предохранителей), типу и защищенности от воздействий окружающей среды;
- выбор площади поперечного сечения проводов по длительно-допустимому току;
- согласование площади сечения с токами плавких вставок;
- проверку линий на падение напряжения.

## Схема для расчета сечения проводов осветительной сети

Потребители электрической энергии разбиваются на группы и запитываются от распределительного шкафа ПР8501-028.

Шкаф распределительный серии ПР8501-028 предназначен для распределения электроэнергии и защиты электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях, а также для нечастых (до шести включений в час) оперативных коммутаций электрических цепей и прямых пусков асинхронных двигателей.

Таблица 3.1 - Светотехническая ведомость

Показатели		Наименование помещения			
		Котельная	Подсобное помещение	Складское помещение	Холодный склад
Площадь, м <sup>2</sup>		66	17	70,8	36
Класс помещения по среде		Д/Норм.	Д/Норм.	Д/Норм.	Д/Норм.
Коэффициент отражения	От стен	50	50	50	50
	От потолка	30	30	30	30
	От пола	10	10	10	10
Норма освещения, Лк		150	50	50	50
Высота подвеса светильника, м		2,5	2,5	2,5	2,5
Коэффициент запаса		1,3	1,3	1,3	1,3
Светильник	Тип	ЛСП-15	ЛПО-12	ЛСП-15	ЛПО-12
	Количество	8	1	8	2
Лампа	Тип	L40W/8 65G10Q	HOES 20W/840	L40W/8 65G10Q	HOES 20W/840
	Количество	16	2	16	4
	Мощность, Вт	40	40	40	40
Установленная мощность, Вт		800	80	800	160



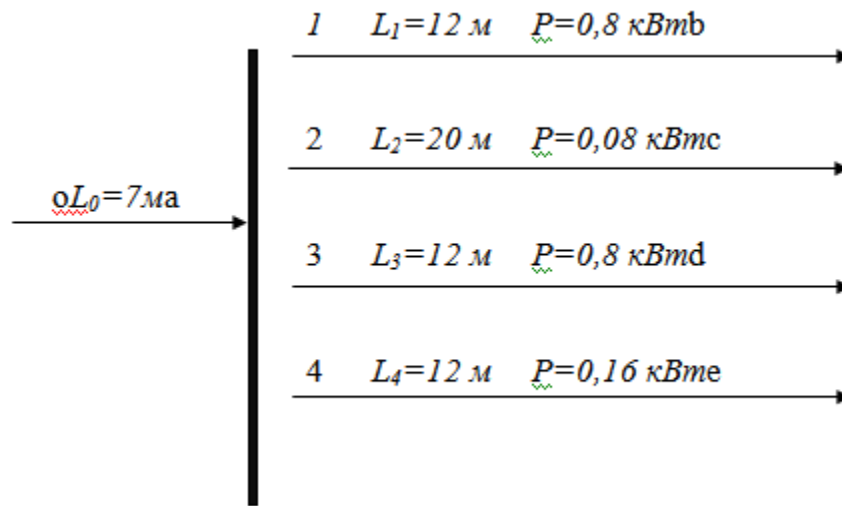


Рисунок 12- Схема освещения котла

Производим расчет электрических моментов  $M_0$ , кВт·м на вводе:

$$M_0 = P_0 \cdot L_0, \quad (1.14)$$

где  $P_0$  - мощность осветительной установки, кВт;

$L_0$  - длина кабеля от силового щита до щита освещения, м;

$$M_0 = 1,84 \cdot 7 = 12,88 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Производим расчет электрических

моментов  $m$ , кВт·м на ответвлениях:

где  $P$  - мощность участка осветительной установки, кВт;

$L_{уч}$  - длина кабеля участка осветительной установки, м;

$$m_1 = 0,8 \cdot 12 = 9,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

$$m_2 = 0,08 \cdot 20 = 1,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

$$m_3 = 0,8 \cdot 12 = 9,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

$$m_4 = 0,16 \cdot 12 = 1,92 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Расчеты сводятся в таблицу 3.2 электрических моментов.

Таблица 3.2 - Расчет электрических моментов осветительной сети

Наименование помещения	Номер группы на осветительном щите	Обозначение участка на расчетной схеме	Длина участка, м	Нагрузка на участке, кВт	Электрический момент участка, кВт*м	Сумма электрических моментов группы кВт*м
Котельная	1	ab	12	0,8	9,6	9,6
Подсобное помещение	2	ac	20	0,08	1,6	1,6
Складское помещение	3	ad	12	0,8	9,6	9,6
Холодный склад	4	ae	12	0,16	1,92	1,92

Расчет сечения провода вводного участка  $S_0$ , мм<sup>2</sup> ведется по минимуму проводникового материала:

$$S_0 = \frac{M_0 + \alpha (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}{DU \cdot C}, \quad (1.15)$$

где  $\alpha$  - коэффициент приведения моментов;

$m$  - малые электрические моменты, кВт · м ;

$C$  - характеристический коэффициент зависящий от материала провода.

$\Delta U$  - допустимые потери напряжения, %.

Для ответвлений  $\Delta U = 1,8$  %, для магистрали  $\Delta U = 0,5$  %, на вводе  $\Delta U = 0,2$  %, суммарные потери ( $\sum DU$ ) не должно превышать допустимые ( $(\sum DU)_{\text{доп}} = 2,5\%$ ).

Для трёхфазной сети напряжением 380/220 В, выполненной медными проводами  $C = 72$ .

Для трёхфазной сети напряжением 380/220 В, выполненной медными проводами  $C = 72$ .

$$S_0 = \frac{14,7 + 1,39 \cdot (9,6 + 1,6 + 9,6 + 1,96)}{2,5 \cdot 72} = 0,25 \text{ мм}^2$$

В соответствии со стандартом принимается ближайшие значения площади сечения на вводном участке  $S = 1,5 \text{ мм}^2$ .

$$I_0 = \frac{P_0}{3 \cdot U_\phi}, \quad (1.16)$$

$$I_0 = \frac{1840}{3 \cdot 220} = 2,78 \text{ A}$$

Определяется допустимый ток кабеля  $I_{\text{дон}}$ , А

$$I_{\text{дон}} = I_{\text{уч}} \cdot 1,25; \quad (1.17)$$

$$I_{\text{дон}} = 3,2 \cdot 1,25 = 4,0 \text{ A.}$$

Для выбранного сечения  $I_{\text{дон.0}} = 19 \text{ A}$ , т.е.  $I_0 < I_{\text{дон.0}}$ . Следовательно, сечение проводов  $S = 1,5 \text{ мм}$  удовлетворяет всем условиям выбора.

Фактические потери напряжения  $DU_0$ , % на первом участке:

$$DU_0 = \frac{M_0}{S \cdot C}, \quad (1.18)$$

$$DU_0 = \frac{14,7}{1,5 \cdot 72} = 0,14\%.$$

Допустимые потери напряжения  $DU$ , % для оставшейся сети:

$$DU_1 = DU_2 = DU_3 = DU_4 = DU - DU_0, \quad (1.19)$$

$$DU_{1-6} = 2,5 - 0,14 = 2,36\%.$$

Площадь сечения проводов на первом участке  $S_1$ , мм<sup>2</sup>

$$S_1 = \frac{m_1}{DU \cdot C}, \quad (1.20)$$

$$S_1 = \frac{9,6}{2,36 \cdot 12} = 0,34 \text{ мм}^2.$$

Принимается стандартное сечение  $S_1 = 1,5 \text{ мм}^2$ . Это сечение проверяется на нагрев по длительно допустимому току  $I_{\text{дон}}$ , А

$$I_1 = \frac{800}{220} = 3,6 \text{ A};$$

$$I_{\text{дон}} = 3,6 \cdot 1,25 = 4,6 \text{ A.}$$

Для выбранного сечения  $I_{доп.1} = 19 А$ , т.е.  $I_1 < I_{доп.1}$ . Следовательно, сечение проводов  $S_1 = 1,5 мм^2$  удовлетворяет всем условиям выбора.

Определяется истинное отклонение напряжения на ответвлениях  $DU$ , % по формуле:

$$DU_1 = \frac{9,6}{1,5 \cdot 12} = 0,53\%$$

Аналогично производится расчет остальных ответвлений, данные сводятся в таблице 3.3.

### 3.3 Выбор аппаратуры управления и защиты

Таблица 3.3 – Расчетная схема осветительной сети

Ввод	Щиток освещения					Осветительная сеть						
	Марка, тип	Тип автоматического выключателя	№ группы	Тип	Ток номинальный, $I_n$ А	Ток расцепителя, $I_{нр}$ А	Марка проводника	Сечение провода, $S$ мм <sup>2</sup>	Способ прокладки	Длина провода, м	Мощность нагрузки, Р кВт	Рабочий ток установки, $I_n$ А
ВВГ 4x1,5	АЕ 2040М	АЕ 2544	63	4	ПР П	3x1,5	Под- вес.	2	0,8	0,6	0,53	рабо- чее
			63	1	ПР П	3x1,5	Под- вес.	0	0,08	9	0,22	рабо- чее
63			4	ПР П	3x1,5	Под- вес.	2	0,8	6	0,53	рабо- чее	
63			1,5	ПР П	3x1,5	Под- вес.	2	0,16	4	0,2	рабо- чее	
ОП-6												

Для осветительного оборудования в качестве аппаратуры управления и защиты, в основном, применяют автоматические выключатели. Их выбор осу-

ществляется по номинальному и рабочему току, а также номинальному напряжению и количеству полюсов.

Установка аппаратов защиты в нулевых рабочих проводниках запрещается. Групповые линии сетей внутреннего освещения должны быть защищены автоматическими выключателями на ток не более 25А.

Осветительные щиты следует располагать вблизи основного рабочего входа в здание, в местах удобных для обслуживания и с благоприятными условиями среды, недоступных для случайных повреждений или в специально отведенных помещениях.

Определяется ток на вводе осветительной сети  $I_n$ , А

$$I_n = \frac{\sum P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos j}, \quad (1.21)$$

где  $\sum P$  - суммарная мощность осветительной сети, Вт;

$U_n$  - номинальное напряжение на вводе, В;  $U_n = 380$  В;

$\cos j$  - коэффициент мощности;  $\cos j = 0,91$ .

$$I_o = \frac{2100}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,91} = 3,5 \text{ А.}$$

По номинальному току магистрали выбирается автоматический выключатель типа АЕ 2040М – трехполюсной автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем на номинальный ток 4 А.

По номинальному и рабочему токам ответвлений выбирается автоматический выключатель типа АЕ 2544 с номинальным током расцепителя на участках 1, 3 – 4 А, на участке 2 – 1 А, на участке 4 – 1,5 А.

По выбранной аппаратуре управления и защиты выбирается щит освещения типа ОП-6.

### **3.4 Расчет внутренней силовой сети**

С учетом размещения технологического оборудования и силовых щитов производится расчет внутренней силовой сети. Прокладка кабелей ведется в стальных трубах в бетонном полу.

Расчет и выбор кабелей для питания технологического оборудования ведется с учетом максимальной токовой нагрузки на кабель и максимально допустимого тока оборудования  $I_{\text{доп}}$ , А который определяется по формуле

$$I_{\text{доп}} = 1,25 \cdot I_H, \quad (2.1)$$

где  $I_H$  – номинальный ток технологической установки, А.

Номинальный ток  $I_H$ , А технологической установки определяется

$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (2.2)$$

где  $P$  - активная мощность технологической установки, кВт;

$U_{\text{л}}$  - линейное напряжение питающей сети, В;

$\cos \varphi$  - косинус угла, на величину которого ток отстает по фазе от фазного напряжения;

$\eta$  - коэффициент полезного действия технологической установки.

Пример расчета для станка резки дымососа:

$$I_H = \frac{7,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,83 \cdot 0,76} = 18,1 \text{ А.}$$

Ток допустимый оборудования

$$I_{\text{доп}} = 1,25 \cdot 18,1 = 22,6 \text{ А.}$$

По допустимому значению тока выбирается кабель марки ВВГ 4х2,5с ток допустимым кабеля 25 А.

Таблица 3.4 - Технологическое оборудование

Наименование оборудования	Марка кабеля, сечение, мм <sup>2</sup>	Длина кабеля, м				Мощность установки, кВт
Дымосос	ВВГ 4x2,5	24	18,1	22,6	25	7,5
Дутьевой вентилятор	ВВГ 4x2,5	31	14,5	18,1	25	6
Центробежный насос системы отопления	ВВГ 4x10	11	36,1	45,2	50	15
Вентилятор ВР-86-77	ВВГ 4x1,5	12	9,6	12,1	16	4
Насос воды	ВВГ 4x1	20	2,7	3,4	14	1,1
Вентилятор форсунки с Прогревателем отсекателя	ВВГ 4x6	16	28,9	36,2	40	12

## 4 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА УМАЗУТНОГО КОТЛА

### 4.1 Принцип работы жидкотопливного мазутного котла

Одним из наиболее распространённых видов жидкого топлива, применяемого для обеспечения работы котельных и бытовых агрегатов, является отработка.

В принцип работы жаротрубных котлов на отработке положен теплообмен между дымовыми газами и водой. Топливо сгорает в топочной части котла, окруженной водяной охлаждаемой рубашкой. Дымовые газы проходят через трубный пучок и выходят в верхней части котла.

Котлы на отработке поставляются блоками максимальной заводской готовности. Котельный блок устанавливается в котельной на специально подготовленную ровную поверхность и закрепляется анкерными болтами. Котел подсоединяется к воде, устанавливается запорная арматура на подводящем трубопроводе и обратном трубопроводе, устанавливаются предохранительные клапаны и контрольно-измерительные приборы. В жидкотопливных котлах на фронтную плиту крепится горелка, подключаемая к топливопроводу. Монтируется газоход. Подключается котельная автоматика.

В зависимости от того, какой тип горелки используется в мазутном котле, оборудование можно разделить на мазутное, газомазутное, а также устройства, которые работают на водно-мазутных эмульсиях. Если при формировании топливной массы в качестве добавки использовать природный газ, то в блоке форсунок значительно повышается процент сгорания топлива, а значит и работа котла становится гораздо эффективнее.



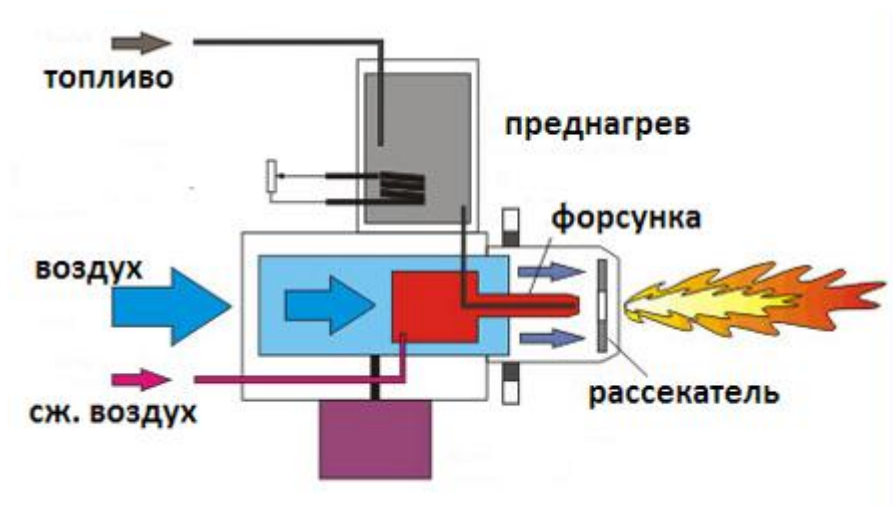


Рисунок 13- Устройство горелки жидкотопливного котла

Отопительный котёл на отработке имеет пневмомеханическую горелку, обеспеченную камерой предварительного нагрева для понижения вязкости мазута, которая может быть паромеханической ротационного типа либо же ротационной с вращающейся чашей. Как в паромеханических, так и в газомазутных горелках используется принцип «закручивания» мазута, который в процессе образует плёнку по краям сопла. В мазутном котле с помощью пара края плёнки сдуваются, так получается воздушно-водно-мазутная смесь. Горелки, подходящие для работы с такими смесями, чаще всего используются пневмомеханические, но иногда и ротационные из-за сниженной вязкости смеси топлива.

Работа котельной, устроенной с использованием котла с применением отработки: топливо поступает в камеру-приемник, затем, минуя хранилище, по технологическим линиям через фильтры очистки от грубых примесей попадает к форсункам.

Перед форсункой установлены камеры нагрева мазута (предварительная подготовка). Далее, мазут смешивается с конденсатом для приготовления эмульсии.

Готовая эмульсия подается через технологическую линию к горелке, где струя под давлением поджигается с помощью пьезоэлектрода.

#### 4.2 Преимущества жидкотопливных котлов

Котлы, работающие на жидком топливе достаточно практичны, экономичны и удобны в использовании, поэтому они являются хорошим вариантом отопительного оборудования для обустройства автономной системы отопления, не зависящей от магистралей газа и электросетей.

К их основным преимуществам можно отнести следующие:

- простота в установке и обслуживании по сравнению с твердотопливными котлами;
- данные котлы характеризуются достаточно высоким КПД, достигающим 90%;
- простота в управлении и обслуживании, при создании автоматической системы управления процессом горения котла вмешательство человека сводится к минимуму.
- экономичность жидкотопливных котлов, в особенности на продуктах отходов нефтепереработки, в том числе мазута, по сравнению с твердотопливными и электрическими котлами.

#### **4.3 Разработка принципиальной электрической схемы управления процессом горения в котле**

Исходя из соображений простоты построения системы автоматики, а также финансовой составляющей, для автоматизации данного технологического процесса было выбрано программируемое реле ОВЕН ПР110.220.12Д.8Р. Его отличает простота и гибкость в программировании, компактный корпус и расширенный температурный диапазон работы.

Программирование данного прибора производится через поставляемое в комплекте программное обеспечение OWENLOGIC. Программирование ведётся на языке FBD.

Язык FBD может быть использован для программирования функций, функциональных блоков и программ, а также для описания шагов и переходов в языке SFC. Функциональные блоки инкапсулируют данные и методы, чем напоминают объектно-ориентированные языки программирования, но не поддерживают наследование и полиморфизм.

Типичным применением языка FBD является описание «жесткой логики» и замкнутых контуров систем управления. Язык функциональных блоков является удобным также для создания и пополнения библиотеки типовых функциональных блоков, которую можно многократно использовать при программировании задач промышленной автоматизации. К типовым блокам относятся блок таймера, ПИД-регулятора, блок секвенсора, триггера, генератора импульсов, фильтра и т.п.

Язык FBD является простым в освоении и работает на базовых логических функциях.

Также для поддержания уровня воды в накопительной аккумулярующей ёмкости используем две системы автоматического управления уровнем САУ-М7.Е, работающих на основе кондуктометрических датчиков, опущенных в ёмкость на различную длину.

Делим накопительную ёмкость на 4 уровня:

- аварийный нижний уровень;
- рабочий нижний уровень;
- рабочий верхний уровень;
- аварийный верхний уровень.

Благодаря логике работа САУ-М7.Е уровень воды всегда будет поддерживаться в диапазоне рабочих уровней жидкости, в то время, когда сигнал о достижении аварийных уровней будет подаваться на программируемое реле с последующим включением сигнализации.

Для контроля горения огня в топочной области котла используем прибор САУ-М7.Е, который получает сигнал от фотодатчика, установленного в специализированный защитный глазок на переднем щите котла. При пропадании пламени прибор подаст аварийный сигнал на программируемое реле, и в случае отсутствия пламени в течении 60 секунд, сработает сигнализация и работа клапана отсекавателя будет остановлена.

Система управления работает следующим образом:

Для пуска котла необходимо привести котёл в режим ручного управления с помощью переключателя SB9, нажатием кнопки SB «Прогрев отсекавателя» на непродолжительный период времени прогреть мазут в горелке, далее поочередно запустить дымосос (кнопка SB1), дутьевой вентилятор (кнопка SB3) и вентилятор форсунки (кнопка SB5), после чего активировать подачу горючей смеси в топку при помощи кнопки SB6 «Пуск отсечного клапана», проконтролировать наличие пламени в топке (визуально, либо на основании показаний датчика пламени (сигнальная лампа HL7), перевести систему в автоматический режим работы при помощи переключателя SB9. Останов котла производится по обратному алгоритму.

В систему управления предусмотрена свето-звуковая сигнализация, которая активируется в следующих случаях:

Пропадание пламени в топочной более чем на 5 секунд – светозвуковая сигнализация и отключение сигнальной лампы HL7 на передней панели шкафа управления, остановка подачи мазута в топку;

Отсутствие воды в накопительной аккумулялирующей ёмкости – светозвуковая сигнализация и лампа HL9 по истечении 60 секунд, остановка подачи мазута в топку по истечении 90 секунд;

Срабатывание аварийного верхнего датчика аккумулялирующей ёмкости – светозвуковая сигнализация и лампа HL8, остановка насоса подачи воды.

Ручная остановка системы при помощи аварийного грибка SB8 – светозвуковая сигнализация и незамедлительная остановка подачи мазута в топку.

Также предусмотрена защита двигателей от перегрузки с помощью тепловых реле. Об исправной работе двигателя сигнализируют лампы HL1-HL4, соответствующие своим двигателям согласно схемы.

Выбор данной системы управления обусловлен её простотой и функциональностью.

#### 4.4 Расчет и построение характеристик электродвигателя дымососа

Технические данные двигателя: номинальная мощность  $P_n = 7,5$  кВт, частота вращения  $n = 3000$  мин<sup>-1</sup>;  $i_n = 1$ ; КПД  $\eta = 76,5$  %; кратность максимального момента  $\lambda_{max} = M_{max}/M_n = 2,2$ ; коэффициент мощности  $\cos\phi = 0,71$ ; кратность пускового момента  $\lambda_n = M_n/M_n = 1,9$ ; номинальное скольжение  $S_H = 7\%$ ; кратность минимального момента  $\lambda_{min} = M_{min}/M_n = 1,4$ ; критическое скольжение  $S_{кр} = 27\%$ ; кратность пускового тока  $\lambda_i = I_{II}/I_H = 5$ ; момент инерции  $J = 1,75 \cdot 10^{-2}$  (кг·м<sup>2</sup>).

Расчет номинальных параметров начинается с определения тока номинального  $I_n$ , А:

$$I_n = \frac{P}{3 \cdot U_\phi \cdot \cos\phi \cdot h_n}, \quad (3.1)$$

где  $P$  - мощность электродвигателя, Вт;

$U_\phi$  - напряжение фазное, В.

$$I_n = \frac{7500}{3 \cdot 220 \cdot 0,765 \cdot 0,71} = 20,92 \text{ А.}$$

Момент номинальный  $M_n$ , Н·м определяется:

$$M_n = 9,55 \cdot \frac{P_n}{n_n}, \quad (3.2)$$

где  $n_n$  - номинальное число оборотов, мин<sup>-1</sup>.

$$n_n = n_o \cdot (1 - S_H), \quad (3.3)$$

где  $S_H$  - скольжение номинальное.

$$n_n = 3000 \cdot (1 - 0,07) = 2790 \text{ мин}^{-1}.$$

$$M_n = 9,55 \cdot \frac{7500}{2790} = 25,67 \text{ Н·м.}$$

Момент пусковой  $M_n$ , Н·м определяется:

$$M_n = \lambda_n \cdot M_n, \quad (3.4)$$

$$M_n = 1,9 \cdot 25,67 = 48,77 \text{ Н·м.},$$

Момент минимальный  $M_{min}$ , Н·м определяется:

$$M_{min} = \lambda_{min} \cdot M_n, \quad (3.5)$$

$$M_{min} = 1,4 \cdot 25,67 = 35,94 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

Момент максимальный  $M_{max}$ , Н·м определяется:

$$M_{max} = \lambda_{max} \cdot M_n, \quad (3.6)$$

$$M_{max} = 2,2 \cdot 25,67 = 56,47 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

Суммарный момент инерции  $J_{\Sigma}$ , кг·м<sup>2</sup> определяется:

$$J_{\Sigma} = 1,2 \cdot J, \quad (3.7)$$

где  $J$  - момент инерции, кг·м<sup>2</sup>.

$$J_{\Sigma} = 1,2 \cdot 1,75 \cdot 10^{-2} = 2,1 \cdot 10^{-2} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Ток пусковой  $I_n$ , А определяется

$$I_n = I_i \cdot I_n, I_n = 5 \cdot 20,92 = 104,6 \text{ А}, \quad (3.8)$$

где  $I_n$  - ток номинальный, А;

$\lambda_i$  - кратность пускового тока.

Механическая характеристика  $M = f(w)$  асинхронного электродвигателя строится по пяти характерным точкам [27]

Первая точка:  $M = 0$ ;  $w = w_o$ ;

$$w_o = \frac{2 \cdot p \cdot f}{p}, \quad (3.9)$$

где  $p$  - число пар полюсов;

$f$  - частота питающей сети, Гц.

$$w_o = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{2} = 314 \text{ с}^{-1}.$$

Вторая точка:  $M = M_n = 25,67 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $w = w_n$ ;

$$w_n = w_o \cdot (1 - S_n), \quad (3.10)$$

где  $S_n$  - скольжение номинальное.

$$w_n = 314 \cdot (1 - 0,07) = 292,02 \text{ с}^{-1}.$$

Третья точка:  $M = M_{кр} = 56,47 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $w = w_{кр}$ ;

$$w_{кр} = w_o \cdot (1 - S_{кр}), \quad (3.11)$$

где  $S_{кр}$  - скольжение критическое.

$$w_{кр} = 314 \cdot (1 - 0,27) = 229,22 \text{ с}^{-1}.$$

Четвертая точка:  $M = M_n = 48,77 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $w = 0$ .

Пятая точка:  $M = M_{min} = 35,94 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $w = w_{min}$ ;

$$w_{min} = w_0 \cdot (1 - S_{min}), \quad (3.12)$$

где  $S_{min}$  - скольжение минимальное.

$$w_{min} = 314 \cdot (1 - 0,85) = 23,55^{-1}.$$

Механическая характеристика электродвигателя в графической части проекта.

Момент сопротивления номинальный  $M_{CH}$ , Н·м определяется:

$$M_{CH} = \frac{P_C}{w_C} \quad (3.13)$$

$$P_C = A \cdot w_c \cdot S_c; \quad (3.14)$$

$$A = \frac{2 \cdot M_{KP}}{S_{KP}}; \quad A = \frac{2 \cdot 56,47}{0,27} = 418,29; \quad (3.15)$$

$$S_c = 0,5 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{7500}{418,29 \cdot 157}} \right) = 0,435.$$

$$w_C = \frac{P_C}{A \cdot S_C}; \quad w_C = \frac{57136,05}{418,29 \cdot 0,435} = 314,01 \text{ с}^{-1}; \quad (3.16)$$

$$M_{CH} = \frac{57136,05}{314,01} = 181,95 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент сопротивления рабочей машины  $M_C$ , Н·м определяется:

$$M_C = \left( \frac{2 \cdot M_{KP}}{S_{KP}} \right) \cdot S_C; \quad M_C = \left( \frac{2 \cdot 56,47}{0,27} \right) \cdot 0,48 = 200,78 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.17)$$

Момент нулевой  $M_0$ , Н·м определяется:

$$M_0 = 0,2 \cdot M_{CH}; \quad M_0 = 0,2 \cdot 200,78 = 40,156 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.18)$$

Механическая характеристика рассчитывается:

$$M_C = M_0 + (M_{CH} - M_0) \cdot \left( \frac{w}{w_C} \right)^2, \quad (3.19)$$

где  $M_C$  - момент сопротивления рабочей машины, Н·м;

$M_{CH}$  - момент сопротивления при номинальной частоте вращения, Н·м.

Первая точка:

$$w = 0,2 \cdot w_C = 0,2 \cdot 314,01 = 62,8 \text{ с}^{-1};$$

$$M_C = 40,156 + (200,78 - 40,156) \cdot \left( \frac{62,8}{314,01} \right)^2 = 46,580 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Вторая точка:

$$w = 0,4 \cdot w_C = 0,4 \cdot 314,01 = 125,6 \text{ с}^{-1};$$

$$M_C = 40,156 + (200,78 - 40,156) \cdot \left( \frac{125,6}{314,01} \right)^2 = 65,85 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Третья точка:

$$w = 0,6 \cdot w_C = 0,6 \cdot 314,01 = 188,41 \text{ с}^{-1};$$

$$M_C = 40,156 + (200,78 - 40,156) \cdot \left( \frac{188,41}{314,01} \right)^2 = 97,98 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Четвертая точка:

$$w = 0,8 \cdot w_C = 0,8 \cdot 314,01 = 251,21 \text{ с}^{-1};$$

$$M_C = 40,156 + (200,78 - 40,156) \cdot \left( \frac{251,21}{314,01} \right)^2 = 142,95 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Механическая характеристика представлена на рисунке 10.

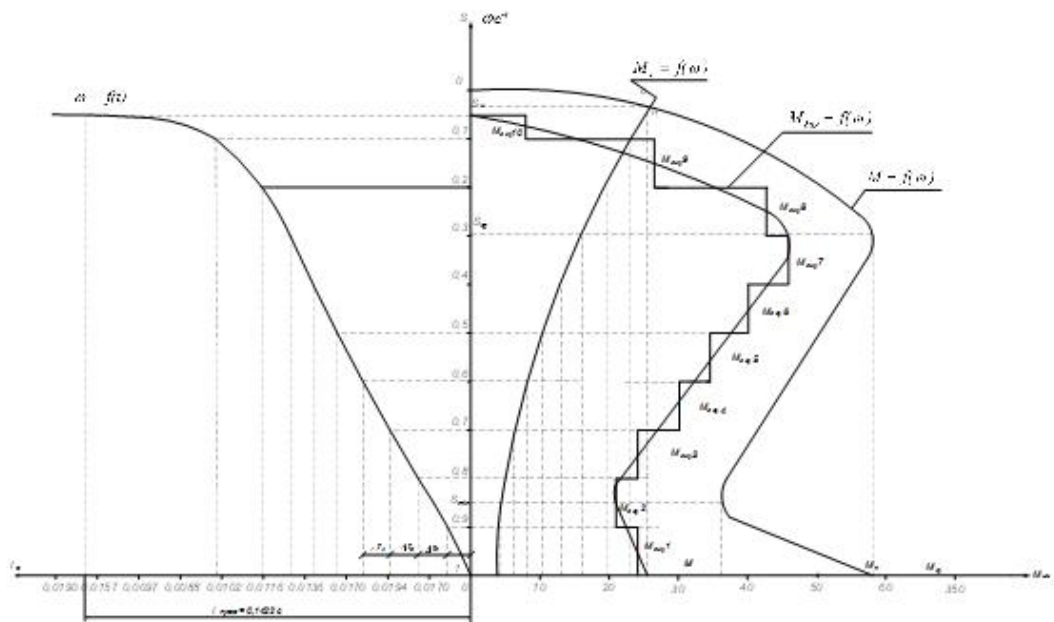


Рисунок 14 – Механическая характеристика рабочей машины



#### 4.5 Переходные процессы в электроприводе

Время разгона двигателя вентилятора определяем графо-аналитическим методом в следующем порядке.

Строится механическая характеристика вентилятора:

$$M_{cm} = f(w) \text{ и } АД - M = f(w). \quad (3.20)$$

Строится динамическая характеристика привода:

$$M_{дин} = M - M_{cm}. \quad (3.21)$$

Делится динамическая характеристика на 10 равных участков, считая, что на каждом участке скорость разнится на  $Dw$

$$\Delta w = w_1 - w_2 = w_0 (S_1 - S_2). \quad (3.22)$$

Принимается, что на каждом участке  $M_{дин} = M_{дин.ср} = const$ .

Время разгона на каждом участке определяется:

$$Dt_1 = y \frac{w_0 (S_1 - S_2)}{M - M_{cm}} = y \frac{w_0 (S_1 - S_2)}{M_{дин.ср}}, \quad (3.23)$$

где  $y$  - маховой момент ротора,  $к\mathcal{Z} \cdot \text{м}^2$ ;

$w_0$  - скорость идеального холостого хода,  $\text{с}^{-1}$ ;

$S_1, S_2$  - скольжение в начале и конце участка;

$M_{дин.ср}$  - динамический момент средний участка, Н·м.

Полное время разгона:

$$t = \sum_1^{10} Dt. \quad (3.24)$$

Расчет времени разгона на первом участке:

$$\Delta t_1 = 0,013 \frac{314(1-0,9)}{215} = 0,018\text{с}.$$

Для остальных участков расчет аналогичен. Результаты расчета сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Расчет времени разгона двигателя вентилятора

№ступ • Велич.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$s_1$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
$s_2$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,058
$DS$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,042
$M_{дин.ср}$ НМ	24	21	24	30	35	40	46	42	46	9
$Dt_c$	0,01 70	0,0 194	0,17 0	0,01 36	0,01 16	0,010 2	0,00 88	0,00 97	0,0 157	0,0194
$t_i$ с	0,01 70	0,0 364	0,05 34	0,06 70	0,07 86	0,088 8	0,09 76	0,10 73	0,1 230	0,1424

Полное время разгона  $t = \sum_1^{10} \Delta t = 0,0170 + 0,0194 + 0,0170 + 0,0136 + 0,0116 + 0,0102 + 0,0088 + 0,0097 + 0,0157 + 0,0194 = 0,1424$  с.

## 5 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

### 5.1 Определение расчетных нагрузок потребителей

Электрические нагрузки являются исходными данными для решения сложного комплекса технических задач. Определение электрических нагрузок составляет первый этап проектирования любой системы электроснабжения и производится с целью выбора и проверки токоведущих элементов (шин, кабелей, проводов), силовых трансформаторов и преобразователей по пропускной способности (нагреву) и экономическим параметрам, расчета потерь, отклонений и колебаний напряжения, выбора компенсирующих установок, защитных устройств и т.д. От правильной оценки ожидаемых электрических нагрузок зависит рациональность выбора схемы и всех элементов системы электроснабжения и ее технико-экономические показатели. Схема расположения потребителей на рисунке 15. Исходные данные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные

№ потребителя	4	3	1	2
Наименование потребителя	Холодный склад	Складские помещения и мазутное хозяйство	Котельная	Подсобное помещение
$P_{\max}$ , кВт	2,3	7,1	58,7	10,3
Вид нагрузки	П	П	П	П

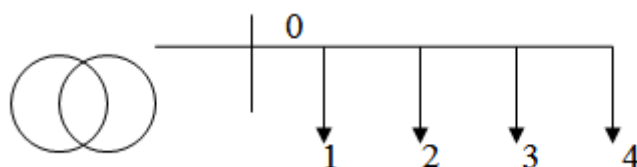


Рисунок 15 - Схема расположения потребителей

## 5.2 Выбор защитной аппаратуры

В соответствии с требованиями в электрических сетях независимо от напряжения необходимо предусматривать защиту от ненормальных режимов - коротких замыканий, перегрузок, резкого понижения напряжения и других.

Выбранные установки защитных аппаратов, проверяют по чувствительности защитных устройств, при однофазном коротком замыкании, в конце защищаемой зоны.

Выбор предохранителей.

Предохранители предназначены для защиты от токов короткого замыкания и токов перегрузок. Для защиты линии 0,38 кВ применяют предохранители наполненного типа ПН2.

Предохранители выбираются по следующим параметрам:

- по номинальному напряжению сети, при котором предохранитель работает длительное время

$$U_{н.пр} \geq U_{н.уст.}, \quad (4.1)$$

- по конструктивному исполнению и роду установки.

- по номинальному току плавкой вставки  $I_{П.В.}$ , А который она выдерживает, не расплавляясь длительное время

$$I_{П.В.} \geq 1,1 \cdot (I_{р.мах} + 0,4 \cdot I_{п.д}), \quad (4.2)$$

где  $I_{р.мах}$  – максимальный рабочий ток линии без учета номинального тока наиболее мощного электродвигателя, А.

$$I_{р.мах} = \frac{\sum P_{мах}}{\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \cos j}, \quad (4.3)$$

$I_{п.д}$  - пусковой ток наиболее мощного электродвигателя, подключенного к линии, А.

- по отключающей способности аппарата

$$I_{пред.откл.} \geq I_{Кмах}, \quad (4.4)$$

Где  $I_{пред.откл.}$  - предельный отключающий ток, кА;

$I_{Kmax}$  - максимальный ток трехфазного короткого замыкания в конце линии, кА.

- проверка по коэффициенту чувствительности

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{к}}^{(1)}}{I_{\text{п.в.}}} \geq 3, \quad (4.5)$$

где  $I_{\text{к}}^{(1)}$  - максимальное значение тока однофазного заземления в конце линии,

Все расчеты сводим в таблицу 5.2

Таблица 5.2 - Выбор предохранителей

	По номинальному напряжению установки, В	По номинальному току плавкой вставки	По отключающей способности аппарата, кА	Марка предохранителя	По коэф. чувствительности
	$U_{н.пр} \geq U_{н.уст.}$	$I_{п.в.} \geq 1.1(I_{р.мах} + 0.4 \cdot I_{п.д})$	$I_{пред.откл.} \geq I_{Kmax}$		$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{к}}^{(1)}}{I_{\text{п.в.}}} \geq 3$
1	380 = 380	$800 > 1,1 \cdot 607,8 = 668,5$	$10 > 6,99$	ПН2-1000	-
2	380 = 380	$600 > 1,1 \cdot (437 + 0,4 \cdot 82,5) = 517$	$25 > 2,97$	ПН2-600	$8,5 > 3$
3	380 = 380	$250 > 1,1 \cdot (225 + 0,4 \cdot 57) = 272,6$	$100 > 3,46$	ПН2-250	$4,8 > 3$

## 6 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

### 6.1 Характеристика парка электрооборудования и условий его эксплуатации

Таблица 6.1 – Карта учета электрооборудования

п/п	Наименование оборудования	Ед.изм	Кол-во	Окр. среда	Число часов работы в сутки	Число месяцев работы в год
	Дымосос	шт.	1	Сухая	8	12
	Дутьевой вентилятор	шт.	1	Сухая	8	12
	Центробежный насос системы отопления	шт.	1	Сухая	8	12
	Вентилятор ВР-86-77	шт.	1	Сухая	2	12
	Светильники с люминесцентными лампами ЛСП-15	шт.	16	Сухая	8	12
	Светильники с лампами накаливания НСП-02	шт.	6	Сухая	8	12
	Насос воды	шт.	1	Сухая	8	12
	Двигатель форсунки с подогревателем отсекателя	шт.	1	Сухая	8	12

Характеристика парка электрооборудования и условий его эксплуатации составляется со сводного энергетического паспорта хозяйства последних трех лет и энергетических паспортов объектов (журнал учета электрооборудования).

Для этого составляется карта учета электрооборудования, данные заносятся в таблицу 6.1.

Данные об объеме работ в условных электротехнических единицах у.э.е. необходимы для определения численности инженерно-технического персонала электротехнической службы, для отнесения численности эксплуатационного участка к соответствующей группе по оплате труда и решения других эксплуатационных задач электрооборудования. Поэтому следует определить общий объем работ разделам ГПП и по бригадам.

Объем работ рассчитывается в у.э.е. Количество у.э.е. определяется с помощью коэффициента перевода по формуле:

$$Q = A \cdot K_n \cdot K_{см} \cdot K_{сз}, \quad (5.1)$$

где  $Q$  - число электрооборудования, у.э.е.;

$A$  - число физических единиц электрооборудования, шт.;

$K_n$  - коэффициент перевода;

$K_{см}$  - коэффициент сменности, при смене 6 часов  $K_{см} = 0,85$ , при более 10 часов  $K_{см} = 1,2$ , в остальных случаях  $K_{см} = 1$ ;

$K_{сз}$  - коэффициент сезонности, при сезонности менее 4 месяцев  $K_{сз} = 0,7$  в остальных случаях  $K_{сз} = 1$ .

Результаты расчетов объема оборудования в у.э.е. сводятся в таблицу 6.2

Исходя из данных таблицы 6.2, определяется количество электромонтёров  $n$ , чел.

$$n = \frac{\sum Q}{a}, \quad (5.2)$$

где  $\sum Q$  - сумма условных объёмов;

$a$  - норма обслуживания на одного монтажника.

$$n = \frac{20,2}{100} = 0,2 \text{ чел.}$$

Исходя из полученных данных, принимается один электромонтёр.

Таблица 6.2 – Расчет объема оборудования в условных единицах электрооборудования

п/п	Наименование оборудования	Ед.и зм	Кол- во	Коэффициенты			Число у.э.е
				$K_{п}$	$K_{см}$	$K_{сз}$	
	2	4	5	6	7	8	9
	Дымосос	шт	1	7	1	1	0,7
	Дутьевой вентилятор	шт	1	,7	1	1	0,7
	Центробежный насос системы отопления	шт	1	,7	1	1	0,7
	Вентилятор ВР-86-77	шт	1	,7	,85		0,595
	Светильники с люминесцентными лампами ЛСП-15	шт	6	7	1	1	11,2
	Светильники с лампами накаливания НСП-02	шт	6	,7	1	1	4,2
	Насос воды	т	1	,7	1	1	0,7
	Двигатель форсунки с подогревателем отсекаателя	т	1	,7	1	1	0,7

## 6.2 Выбор формы электротехнической службы

Для технического обслуживания электрооборудования создается электротехническая служба (ЭТС), основной обязанностью которой является поддержание электрооборудования в работоспособном состоянии, путем своевременного проведения текущих ремонтов и межремонтного обслуживания.

Электротехническая служба предприятия подразделяется на две группы: технического обслуживания и технического ремонта. В обязанности этих групп обслуживания входит, проведение работ по техническому обслуживанию электрооборудования. Персонал этих групп разделен на две отдельные бригады, которые закреплены за определенными участками.



Учитывая организацию электротехнической службы, объем выполняемых работ, расположение объектов предпочтение отдано индивидуальной форме электротехнической службы, которая показана на рисунке 12.

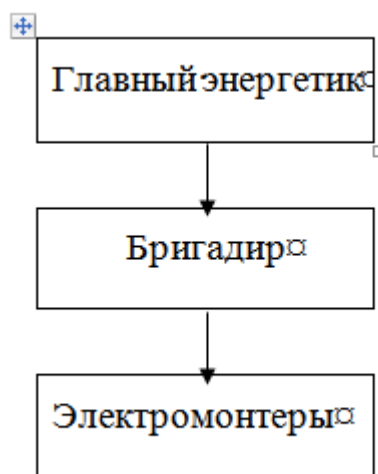


Рисунок 16 – Схема индивидуальной формы ЭТС

Такая форма организации электротехнической службы рекомендуется для предприятия с годовым объемом работ более 800 у.э.е. Структура службы - специализированная. Специализированная структура обеспечивает лучшее качество работ, требует наименьшее число специалистов высшей квалификации, к которым относятся электромонтеры ремонтной группы.

### 6.3 Расчёт трудоёмкости ТО, ТР и ОО электрооборудования на год

Трудоёмкость определяется на основе плана годовой технической эксплуатации. Количество предупредительных плановых мероприятий определяется исходя из принятой периодичности их выполнения и вида. Дополнительно учитывается необходимость проведения технического обслуживания, связанного с подготовкой к хранению и расконсервацией оборудования.

Годовая трудоёмкость на проведение ТР  $Q_{ТР}$ , чел. час/год определяется

$$Q_{ТР} = A \cdot q_{ТР} \cdot m_{ТР}, \quad (5.1)$$

где  $q_{ТР}$  - норма трудоёмкости ТР;

$m_{ТР}$  - число ТР в год, определяется по формуле:

$$m_{ТР} = \frac{12}{t_{ТР}}, \quad (5.2)$$

где  $12$  - число месяцев в году;

$t_{TP}$  - периодичность ТР.

Годовая трудоёмкость на проведение ТО  $Q_{ТО}$ , чел.час/год определяется

$$Q_{ТО} = A \cdot q_{ТО} \cdot m_{ТО}, \quad (5.3)$$

где  $q_{ТО}$  - норма трудоёмкости ТО, чел.час./год;

$m_{ТО}$  - количество ТО в год, определяется по формуле

$$m_{ТО} = \frac{t_{И}}{t_{ТО}} - m_{ТР}, \quad (5.4)$$

где  $t_{И}$  - число месяцев использования в году;

$t_{ТО}$  - периодичность проведения ТО.

Годовая трудоёмкость оперативного обслуживания ОО,  $Q_{ОО}$ , чел.час/год определяется:

$$Q_{ОО} = (Q_{ТО} + Q_{ТР}) \cdot 0,15. \quad (5.5)$$

Рассчитаем трудоёмкость ТО и ТР для станка резки полистиролбетона. Из литературы  $t_{ТО} = 3$  месяца,  $t_{ТР} = 24$  месяца. Определяется количество ТО и ТР в год

$$m_{ТР} = \frac{12}{24} = 0,5,$$

$$m_{ТО} = \frac{12}{3} - 0,5 = 3,5.$$

Определяется годовая трудоёмкость  $Q$ , чел.час./год

$$Q_{ТО} = 1 \cdot 7,1 \cdot 3,5 = 24,9 \text{ чел.час/год};$$

$$Q_{ТР} = 1 \cdot 16,5 \cdot 0,5 = 8,3 \text{ чел.час/год};$$

$$Q_{ОО} = (24,9 + 8,25) \cdot 0,15 = 4,9 \text{ чел.час/год}.$$

Остальные расчёты аналогичны и сведены в таблицу 6.3

Таблица 6.3 – Расчёт трудоёмкости ТО, ТР электрооборудования на год

Объект и электрооборудование	Ед.изм	Кол-во	Периодичность		Трудоёмкость		Годовая трудоёмкость		
			ТО	ТР	ТО	ТР	ТО	ТР	ТО
1	3	4	5	6	7	8	9	0,1	11
Дымосос	шт	1	3	4	7,1	16,5	24,9	8,3	4,9
Дутьевой вентилятор	шт	1	3	4	7,4	17,1	25,9	8,6	5,2
Центробежный насос системы отопления	шт	1	4	18	1,8	26,9	4,3	16,1	3,1
Вентилятор ВР-86-77	шт	1	2	8	0,3	4,9	1,6	2,9	0,7
Светильники с люминесцентными лампами ЛСП-15	шт	16	3	24	0,1	0,3	5,6	2,4	1,2
Светильники с лампами накаливания НСП-02	шт	6	3	4	0,1	0,3	2,1	0,9	0,5
Насос воды	шт	1	4	8	1,8	2,7	4,3	6,2	3,1
Двигатель форсунки с подогревателем отсекателя	шт	1	4	18	1,8	27	4,3	16,2	3,1
Сеть освещения	км	0,06	4	18	1,8	27	0,3	0,9	0,2
Сеть силовая	км	0,1	4	18	1,6	24	0,4	1,4	0,3

## 7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

### 7.1 Безопасность

Мероприятие по охране труда – запланированная конкретная деятельность организации, направленные на выполнение целей в области охраны труда, определяемых требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов, а также политикой организации в области охраны труда; является составной частью системы управления охраной труда (СУОТ), обеспечивает осуществление программ по охране труда.

В соответствии с ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в организации» и с международными стандартами по СУОТ необходимо вводить и поддерживать порядок непрерывного выявления опасных факторов, оценки риска и принятия мер для снижения уровня риск, разрабатывать профилактические и корректирующие мероприятия на основе результатов мониторинга условия труда.

Начиная подготовку того или иного мероприятия по охране труда, следует определить: для чего оно будет проводиться, на кого рассчитано, какие результаты ожидаются. В зависимости от поставленной цели выбирают методы ее достижения, дают поручения работникам, создают комиссии (группы, советы и т.п.). В состав комиссии (рабочей группы) по подготовке и проведению мероприятий по охране труда обязательно включают представителей тех, на кого в первую очередь рассчитаны мероприятия.

Эффективность мероприятия зависит от установления сроков его проведения, от определения порядка учета выполненной работы, предупреждающих или корректирующих действий. Необходимо детально обосновать техническое оснащение немеченого мероприятия, его финансовое и кадровое обеспечение. Планы конкретизируют деятельность организации. При составлении планов можно использовать классификацию мероприятий по охране труда. Различают организационные, санитарные, технические и «индивидуальные» мероприятия.

Организационные мероприятия по охране труда – часть общей системы организации труда и производства; предусмотрены нормативными документами. К ним относятся: выполнение требований научной организации труда; аттестация и сертификация рабочих мест; инструктирование персонала по охране труда; профессиональный отбор и организация медицинских осмотров; социальное страхование; расстановка персонала в соответствии с квалификацией; разработка планов ликвидации последствий аварий; разработка и выполнение планов осмотра и ремонта оборудования; разработка графика уборки рабочих мест; составление перечня опасных работ; расследование, учет и анализ несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; организация специального питания; пропаганда охраны труда; разработка системы мер поощрения и наказания. На опасных производственных объектах к числу организационных мероприятий по охране труда относятся также: лицензирование опасных работ; сертификация оборудования; расследование аварий и ликвидация их последствий; прогнозирование чрезвычайных ситуаций; экспертиза и декларирование промышленной безопасности; страхование ответственности.

Санитарные мероприятия по охране труда разрабатываются в основном на стадии строительного проектирования, обеспечиваются и совершенствуются по мере необходимости в процессе текущей деятельности организации. К ним относятся: выполнение требований охраны труда и безопасности при планировании и содержании территории, основных и вспомогательных зданий, складов, отдельных цехов и помещений; обеспечение необходимых параметров микроклимата и чистоты воздуха в рабочей зоне (вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха); обеспечение качества освещения; обеспечение санитарно-бытовыми помещениями и санитарно-техническими устройствами; выполнение требований производственной эстетики и санитарной защиты окружающей среды.

К техническим мероприятиям по охране труда относится обеспечение выполнения требований безопасности к производственному оборудованию, его размещению, трубопроводам и коммуникациям, грузоподъемным и транспорт-

ным средствам, техническим средствам защиты персонала, методикам и приборам по контролю параметров среды и уровня опасных и вредных факторов. Общие мероприятия автоматизация и механизация работ; дистанционное управление; использование управляющих машин; блокировка и сигнализация. Частные мероприятия: устройство ограждений; экранирование от излучений; выполнение требований электробезопасности и т.п.

Мероприятия по индивидуальной защите предусматривают: выбор эффективных средств индивидуальной защиты (СИЗ) работников; обеспечение правильного хранения и исправности СИЗ; обучение персонала правилам использования СИЗ.

При составлении планов мероприятий по охране труда используют рекомендации по планированию мероприятий по охране труда (постановление Минтруда России от 27 февраля 1995 г. № 11), а также результаты аттестации рабочих мест по условиям труда, материалы инспекционных проверок государственных органов надзора и контроля, предписания и заключения органов государственной экспертизы условий труда, материалы комитета (комиссии) по охране труда, предложения профсоюзных организаций и иных уполномоченных работниками представительных органов, предложения работников.

При эксплуатации электроустановок следует уделять защите людей от действия электрического тока и статического электричества.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ, при наличии требований ПУЭ, следует применять

устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности и в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

## **7.2 Экологичность**

Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека. В условиях научно-технического прогресса важнейшей задачей человечества является охрана важнейших элементов окружающей среды (воздух, вода, почва), которые из-за вредных промышленных выбросов и отходов подвергаются сильнейшему загрязнению.

Результатом чего является загрязнение почвы и воды, изменение климата и разрушение озонового слоя. Именно поэтому охране окружающей среды отводится важное место в общегосударственных задачах. В последние годы, в связи с необратимыми процессами и изменениями окружающей среды, вопросы охраны среды выросли в общемировую проблему. Поэтому разработка долгосрочной экологической политики по созданию благоприятных условий (пдв) стала необходима.

Создание условий для улучшения экологической обстановки – процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий. Приоритетными в экологической политике РФ сегодня следующие вопросы:

- обеспечение экологически безопасных условий для проживания;
- рациональное использование и охрана природных ресурсов;
- обеспечение экологической и радиационной безопасности (пдв);
- экологизация промышленности;
- повышение экологической культуры общества и формирование экологического сознания у людей.

Чтобы максимально снизить уровень загрязнений, выбрасываемых предприятиями, необходимо производить следующие обязательные меры по охране окружающей природной среды (ООС). Мероприятия по охране окружающей среды заключается в:

1.Выявлении, оценке, постоянном контроле и ограничении вредных выбросов в окружающую среду, создании природоохранных и ресурсосберегающих технологий и техники.

2.Разработке юридических законов, правовых актов по охране окружающей природной среды, а также материальном стимулировании выполнения требований данных законов и природоохранных мероприятий.

3.Предупреждении ухудшения экологической обстановки и охраны окружающей среды от вредных и опасных факторов путем создания специально выделенных территорий (ССЗ).

Наибольшими загрязнителями окружающей среды являются предприятия. Поэтому государством предусмотрена оценка воздействия на окружающую среду как планируемой хозяйственной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, так и существующих предприятий. Запрещается строительство, реконструкция зданий, сооружений и иных объектов до утверждения проектов, а также изменение утвержденных проектов в ущерб требованиям в области охраны окружающей среды. Раздел охраны окружающей среды должен содержать свои проектные разработки по



охране природной среды. Проектные разработки включают в себя элементы экологического нормирования, комплекс предложений по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

### 7.3 Расчет индивидуальных средств защиты

Применяемые в электроустановках средства защиты, в соответствии с «Инструкцией по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» сводится в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Расчет требуемого количества средств защиты, применяемых в электроустановках до 1000 В

Наименование средств защиты	Марка, тип	Количество	Место хранения
1	2	3	4
Клещи токоизмерительные	УИ-501	1	Склад
Указатель напряжения	ТИ	2	Склад
Коврики диэлектрические		2	Склад
Диэлектрические перчатки	ЭВ, ЭН	2	Склад
Инструмент слесарно-монтажный		1	Склад
Изолирующие штанги	ЩО-10У4	2	Склад
Защитные ограждения, изолирующие накладки, переносные плакаты и знаки безопасности		2	Склад
Переносные заземления		2	Склад

Все электрозащитные средства должны использоваться по назначению и на напряжение, не превышающее указанного на них класса. Основные электрозащитные средства следует использовать в закрытых помещениях, а в от-

крытых электроустановках и на ВЛ - только в сухую погоду. Перед каждым их использованием необходимо произвести тщательный внешний осмотр, обратив внимание на штамп с указанием срока годности, а диэлектрические перчатки следует также проверить на отсутствие проколов. Пользоваться неисправными защитными средствами или средствами, срок годности которых истек, запрещается.

Защитные средства следует оберегать от увлажнения, загрязнения и механических повреждений. Хранить их необходимо в закрытых помещениях. Средства защиты из резины нужно хранить в специальных шкафах или ящиках. Отдельно от инструмента, оберегая их от воздействия нефтепродуктов, а также прямых солнечных лучей и теплоизлучений нагревательных приборов. Для переносных заземлений следует предусмотреть специальные места, снабдив их соответствующими номерами, совпадающими с номерами заземлений на бирках. Каждое защитное средство должно иметь инвентарный номер и его необходимо регистрировать в журнале учета и содержания средств защиты. Средства защиты, находящиеся в индивидуальном пользовании, регистрируются в журнале с указанием даты выдачи и с подписью лица, получившего их.

Каждая электроустановка должна быть полностью укомплектована электротехническими защитными средствами.

#### **7.4 Расчет заземляющего устройства трансформаторной подстанции**

Заземляющее устройство предполагается выполнить в виде замкнутого контура из стальной полосы с прямоугольным поперечным сечением  $48 \times 4$  мм с вертикальными электродами  $0,01$  м и длиной  $5$  м, уложенного на глубине  $t = 0,7$  м от поверхности земли. Заземляющее устройство находится в первой климатической зоне.

Согласно инженерно-геологических изысканий, участок строительства представлен грунтами в следующей последовательности:

- почвенно-растительный слой –  $0,2$  м ( $r_1 = 400 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ );
- суглинок –  $3,1$  м ( $r_2 = 1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ );

- песок – 7,0 м ( $r_3 = 7000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ).

Поскольку на подстанции используется электроустановки до и выше 1000 В, то к заземляющему устройству должны быть предъявлены следующие требования:

- требования сети 0,4 кВ, работающей с глухозаземлённой нейтралью;
- требования сети 10 кВ, работающей с изолированной нейтралью.

Предъявляем требования сети 0,4 кВ

Эквивалентное удельное сопротивление земли определяем по формуле

$$\rho_{\text{экв.}} = \frac{\kappa_c \cdot \rho_1 \cdot h_1}{\kappa_c \cdot h_1 - (\kappa_c - 1) \cdot h_c}, \quad (6.1)$$

где  $\kappa_c$  - сезонный коэффициент;

$r_1$  - удельное сопротивление верхнего слоя, Ом·м;

$h_1$  - толщина верхнего слоя земли, м;

$h_c$  - условная толщина слоя сезонных изменений, м.

$$r_{\text{экв.}} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 3,1}{4 \cdot 3,1 - (4 - 1) \cdot 2,4} = 238,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Допустимая величина сопротивления заземляющего устройства, к которому присоединяется нейтраль трансформатора с учётом удельного сопротивления земли рассчитывается по формуле:

$$R_{D(0,38)} = R_{D1} \cdot \frac{r}{100}, \quad (6.2)$$

где  $R_{D1}$  - допустимая величина сопротивления заземляющего устройства при  $r_{\text{экв.}} \leq 1000 \text{ Ом}$ .

Подставляя численные значения в формулу, получим:

$$R_{D(0,38)} = 4 \cdot \frac{238,5}{100} = 9,54 \text{ Ом}.$$

Это сопротивление должно быть обеспечено с учётом использования естественных заземлителей  $R_e$ , искусственных заземлителей  $R_{\text{иск.}}$  и суммарного сопротивления всех заземляющих устройств воздушных линий сети 0,38 кВ

$$\frac{I}{R_{\text{д}}} = \frac{I}{R_e} + \frac{I}{R_{\text{иск.}}} + \frac{I}{R_{\Sigma \text{ВЛ}}}, \quad (6.3)$$

Сопротивление естественного заземляющего устройства определяется по формуле:

$$R_e = 0,5 \frac{r_{\text{э}}}{\sqrt{S}}, \quad (6.4)$$

где  $S$  - площадь, ограниченная периметром здания, м<sup>2</sup>;

$r_{\text{э}}$  - удельное эквивалентное электрическое сопротивление земли.

Для расчёта  $r_{\text{э}}$  используем формулу:

$$r_{\text{э}} = r_1 \cdot \left( 1 - e^{-a \frac{h_1}{\sqrt{S}}} \right) + r_2 \cdot \left( 1 - e^{-b_1 \frac{\sqrt{S}}{h_1}} \right) \quad (6.5)$$

$$r_{\text{э}} = 40 \cdot \left( 1 - e^{-1,1 \cdot 10^2 \cdot \frac{0,2}{\sqrt{28}}} \right) + 100 \cdot \left( 1 - e^{-0,3 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\sqrt{28}}{0,2}} \right) = 47,01 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

$$R_e = 0,5 \cdot \frac{47,01}{\sqrt{28}} = 4,4 \text{ Ом}.$$

Определяем допустимую величину суммарного сопротивления всех заземляющих устройств каждой воздушной линии 0,4 кВ с учётом удельного сопротивления земли

$$R_{\text{сум.}} = R_{\text{общ.}} \cdot \frac{r}{100}, \quad (6.5)$$

где  $R_{\text{общ.}}$  - общее сопротивление растеканию заземлителей всех повторных заземлений нулевого рабочего провода, Ом.

$$R_{\text{сум.}} = 10 \cdot \frac{238,5}{100} = 23,85 \text{ Ом}.$$

Допустимая величина сопротивления каждого повторного заземления нулевого провода

$$R_{\text{пз}} = R_{\text{пз1}} \cdot \frac{r}{100}, \quad (6.6)$$

Подставив численные значения в формулу (8.6), получим:

$$R_{ПЗ} = 30 \cdot \frac{238,5}{100} = 71,55 \text{ Ом.}$$

Расставив заземляющие устройства в сети 0,38 кВ, определяем суммарное сопротивление каждой отходящей линии

$$\frac{1}{R_{Л1}} = \frac{1}{R_{Л1}} + \frac{1}{R_{Л2}} + \frac{1}{R_{Л3}} + \frac{1}{R_{Л4}} + \frac{1}{R_{Л5}}, \quad (6.7)$$

Поскольку  $R_{Л1} = R_{Л2} = R_{Л3} = R_{Л4} = R_{Л5} = R_{ПЗ}$ , то

$$R_{Л} = \frac{R_{ПЗ}}{N_{Л}}, \quad (6.9)$$

Подставив численные значения в формулу (6.9), получим:

$$R_{Л1} = \frac{71,55}{5} = 14,31 \text{ Ом} < 23,85 \text{ Ом};$$

$$R_{Л2} = \frac{71,55}{4} = 17,9 \text{ Ом} < 23,85 \text{ Ом.}$$

Суммарное сопротивление всех заземляющих устройств в сети 0,4 кВ определяем по формуле:

$$R_{\Sigma \text{ ВЛ}} = \frac{R_{Л1} \cdot R_{Л2}}{R_{Л1} + R_{Л2}}, \quad (6.8)$$

$$R_{\Sigma \text{ ВЛ}} = \frac{14,31 \cdot 17,9}{14,31 + 17,9} = 7,95 \text{ Ом.}$$

Зная  $R_e$  и  $R_{\Sigma \text{ ВЛ}}$ , определяем их суммарное сопротивление

$$R_{\text{экв.}} = \frac{R_e \cdot R_{\Sigma \text{ ВЛ}}}{R_e + R_{\Sigma \text{ ВЛ}}}, \quad (6.9)$$

$$R_{\text{экв.}} = \frac{3,4 \cdot 7,95}{3,4 + 7,95} = 2,38 \text{ Ом.}$$

Поскольку  $R_{\text{экв.}} < R_D$ , то  $R_{\text{иск.}(0,38)}$  принимаем максимально допустимым

$$R_{\text{иск.}(0,38)} = R_{\text{иск.}} \cdot \frac{r}{100}, \quad (6.10)$$

$$R_{\text{иск.}(0,38)} = 30 \cdot \frac{238,5}{100} = 71,55 \text{ Ом.}$$

Предъявляем к заземляющему устройству требования сети 10 кВ.

Сопротивление заземляющего устройства, при прохождении расчётного тока замыкания на землю, в любое время года, с учётом сопротивления естественных заземлителей, должно быть не более

$$R_{Д(10)} = \frac{125}{I_{33}} \leq 10 \text{ Ом}, \quad (6.11)$$

где  $I_{33}$  - расчётный ток замыкания на землю, А.

Ёмкостный ток однофазного замыкания на землю определяется по формуле

$$I_{33} = \frac{U \cdot (L_e + 35 \cdot L_k)}{350}, \quad (6.12)$$

где  $U$  - линейное напряжение сети, кВ;

$L_v$  - длина всех участков ВЛ с изолированной нейтралью, км;

$L_k$  - длина всех участков с изолированной нейтралью, км.

Подставляя численные значения в формулы

$$I_{33} = \frac{10 \cdot (215 + 35 \cdot 11,5)}{350} = 17,6 \text{ А};$$

$$R_{Д(10)} = \frac{125}{17,6} = 7,1 \text{ Ом}.$$

Поскольку  $R_e < R_{Д(10)}$ , то величина сопротивления искусственного заземлителя определяется по формуле:

$$R_{иск.(10)} = \frac{R_{Д(10)} \cdot R_e}{R_{Д(10)} - R_e}, \quad (6.13)$$

$$R_{иск.(10)} = \frac{7,1 \cdot 3,4}{7,1 - 3,4} = 6,5 \text{ Ом}.$$

После сравнения полученных величин  $R_{иск.(0,38)}$  и  $R_{иск.(10)}$ , для расчёта принимаем меньшую из них:  $R_{иск.} = 6,5 \text{ Ом}$

Определяем сопротивления вертикальных и горизонтальных элементов заземлителя.

Вертикальные электроды пересекут границу раздела между слоями земли.

Поэтому  $r_{\text{экв.}}$  определяем по формуле:

$$r_{\text{экв.}} = \frac{k \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot l_e}{r_1 \cdot (t + k \cdot l_e - h) + r_2 \cdot (h - t)}, \quad (6.14)$$

где  $k = 1$  при  $r_1 > r_2$  и  $k = 1,2$  при  $r_1 < r_2$ ;

$r_1$  - удельное сопротивление верхнего слоя, Ом·м;

$r_2$  - удельное сопротивление нижнего слоя, Ом·м;

$h$  - толщина верхнего слоя земли, м;

$t$  - глубина заложения электрода, м;

$l_e$  - длина вертикального электрода, м.

$$r_{\text{экв.}} = \frac{1,2 \cdot 100 \cdot 700 \cdot 5}{100 \cdot (0,7 + 1 \cdot 5 - 3,1) + 700 \cdot (3,1 - 5)} = 264,15 \text{ Ом.}$$

Сопротивление вертикального заземлителя рассчитываем по формуле:

$$R_B = \frac{r_{\text{экв.}}}{2 \cdot p \cdot l_e^2} \cdot \left[ l_e \cdot \ln \frac{4 \cdot l_e}{d} + (l_e + t) \cdot \ln \frac{l_e + t}{l_e + 2 \cdot t} + t \cdot \ln \frac{2 \cdot t}{l_e + 2 \cdot t} - 0,307 \cdot l_e \right],$$

где  $d$  - диаметр стержня с круглым поперечным сечением, м.

$$R_B = \frac{264,15}{2 \cdot 3,14 \cdot 5^2} \cdot \left[ 5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 5}{0,01} + (5 + 0,7) \cdot \ln \frac{5 + 0,7}{5 + 2 \cdot 0,7} + 0,7 \cdot \ln \frac{2 \cdot 0,7}{5 + 2 \cdot 0,7} - 0,307 \cdot 5 \right] = 58,43 \text{ Ом.}$$

Проводимость вертикальных электродов

$$L_B = \frac{1}{R_B}, \quad (6.15)$$

$$L_B = \frac{1}{58,43} = 0,017 \text{ См.}$$

Определяем предварительное количество вертикальных стержней

$$n_B = \frac{R_B}{R_{\text{иск.}}}, \quad (6.16)$$

$$n_B = \frac{58,43}{6,5} = 8,99.$$

Принимаем 10 вертикальных стержней.

Сопротивление горизонтального заземлителя рассчитываем по формуле

$$R_{\Gamma} = \frac{r_{\text{эк.з}}}{2 \cdot p \cdot l_2} \cdot \left[ \ln \frac{l_2^2}{d_{\text{эк.}} \cdot t} + \frac{2 \cdot t}{l_2} - 0,5 \cdot \left( \frac{2 \cdot t}{l_2} \right)^2 - 0,61 \right], \quad (6.17)$$

где  $l_2$  - длина горизонтального заземлителя, м;

$d_{\text{эк.}}$  - эквивалентный диаметр стальной полосы, м.

Значение эквивалентного диаметра стальной полосы определяем

$$d_{\text{эк.}} = 0,5 \cdot b, \quad (6.21)$$

$$d_{\text{эк.}} = 0,5 \cdot 0,048 = 0,024 \text{ м};$$

$$R_{\Gamma 1} = \frac{630}{2 \cdot 3,14 \cdot 7} \cdot \left[ \ln \frac{7^2}{0,024 \cdot 0,7} + \frac{2 \cdot 0,7}{7} - 0,5 \cdot \left( \frac{2 \cdot 0,7}{7} \right)^2 - 0,61 \right] = 108,12 \text{ Ом};$$

$$R_{\Gamma 2} = \frac{619}{2 \cdot 3,14 \cdot 8} \cdot \left[ \ln \frac{8^2}{0,024 \cdot 0,7} + \frac{2 \cdot 0,7}{8} - 0,5 \cdot \left( \frac{2 \cdot 0,7}{8} \right)^2 - 0,61 \right] = 95,99 \text{ Ом}.$$

Проводимость горизонтальных электродов

$$L_{\Gamma} = \frac{l}{R_{\Gamma}}, \quad (6.18)$$

$$L_{\Gamma 1} = \frac{l}{108,12} = 0,009 \text{ См};$$

$$L_{\Gamma 2} = \frac{l}{95,99} = 0,01 \text{ См}.$$

Сопротивление заземляющего контура определяем по формуле

$$R_{\text{иск.}} = \frac{l}{h} \cdot \sum_{i=1}^{n_B} L_i = \frac{l}{h} \cdot (n_B \cdot L_B + 2 \cdot L_{\Gamma 1} + 2 \cdot L_{\Gamma 2}), \quad (6.19)$$

где  $h$  - коэффициент использования.

$$R_{\text{иск.}} = \frac{l}{0,603} \cdot (12 \cdot 0,017 + 2 \cdot 0,009 + 2 \cdot 0,01) = 0,4 \text{ Ом}.$$

## 7.5 Молниезащита

Молниезащита – сооружение для избежание прямых ударов молнии по зданию, которые могут привести к выходу из строя электрооборудования, поражению людей и животных, пожарам.

Определяются количество молний в году



$$N = [(S + 6h) \cdot (L + 6h) - 7,7h^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (6.20)$$

где  $S$  и  $L$ - соответственно ширина и длина здания, м;

$h$ - наибольшая высота здания, м;

$n$ - среднее количество поражений молнией одного квадратного километра земной поверхности в год,  $n=6,5$ .

$$N = [(18 + 6 \cdot 6) \cdot (48 + 6 \cdot 6) - 7,7 \cdot 6^2] \cdot 6,5 \cdot 10^{-6} = 0,028.$$

Молниезащита здания, имеющего II степень огнестойкости, в соответствии с "Инструкцией по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений" (РД 34.21.122-87) не предусматривается.

### **7.6Ч С**

Для осуществления пожарной безопасности на предприятии рабочие участки должны оснащаться средствами пожаротушения. С учетом категории производства по взрывоопасности и пожароопасности разрабатываются конкретные мероприятия по организации и тушению пожаров в электроустановках.

В проектируемом помещении, которым является помещение мазутной котельной, осуществляется расчет технических и первичных средств пожаротушения.

Эвакуационные пути обеспечивают эвакуацию через эвакуационные выходы всех людей, находящихся в помещении, в течение расчетного времени эвакуации.

В помещении котельной предусматривается объединенный питьевой, производственно-противопожарный водопровод. Расход воды на внутреннее пожаротушение принят 12,5 л/с (5 струй по 2,5 л/с). На сети водопровода установлены два пожарных крана диаметром 50 мм с рукавами длиной 20 м и стволами диаметром 16 мм.

Расход воды на наружное пожаротушение принят 10 л/с.

Пожаротушение выполняется от существующей системы водоснабжения в комплексе с существующей застройкой.

Проектом предусмотрена автоматическая пожарная сигнализация с прибором приемно-контрольным «Сигнал 20», установленным в помещении охраны с круглосуточным дежурством.

В качестве пожарных извещателей используются дымовые извещатели ИП-212-46, ручные извещатели ИПР-К. Цеха оборудованы звуковой системой оповещения о пожаре.

Таблица 7.2 – Расчет необходимого количества средств пожаротушения

Наименование устройства пожаротушения	Тип, марка	Количество, шт	Место установки
Углекислотный огнетушитель	ОУ-5	5	Вблизи электроустановок
Углекислотный огнетушитель	ОУ-5	2	На стене при входе
Лопата	-	2	В котельной
Багор	-	2	В котельной
Ведра пожарные	-	4	В котельной
Ящик с песком	-	2	В котельной

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной классификационной работе произведен анализ производство полистирола на предприятия ООО «Аляска», которое расположено в г. Благовещенске.

ООО «Аляска» - Группа компания "АЛЯСКА" - это динамично развивающаяся организация. Компания хоть и образовалась не так давно но успела о себе заявить на рынке Амурской области и Якутии. С нами сотрудничали и сотрудничают компании не только с Амурской области но и из других регионов России. Сфера нашей деятельности это производство строительных материалов: несъемная опалубка (разборная и литая), скорлупа для труб ППС и ППУ, пенополистирол (пенопласт).

В работе был произведен расчет электрификации котельной. Выполнены расчеты системы освещения, электроснабжения.

В работе произведена разработка системы управления процессом горения мазутного (отработка) котла, позволяющей повысить степень автоматизации оборудования.

Так же в данной работе рассмотрены вопросы электробезопасности и безопасности по изготовлению полистирола.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. – 4-е изд., / Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. – М.: Издательское предприятие «Энергия», 2009. – 521 с.
2. Алиев, И. И. Кабельные изделия. справочник: Учеб. пособие для вузов / И.И. Алиев, С.Б. Казанский – М.: Издательское предприятие РадиоСофт, 2013. – 224 с., ил.
3. Амурская область. Опыт энциклопедического словаря (науч. ред. В. В. Воробьёв и А. П. Деревянко, ред.-сост. Н. К. Шульман). – Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, - 1989. – 416 с.
4. Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. – М.: КолосС, 2012. – 344 с.: ил.
5. Баев, В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению / В.И. Баев. – М.: КолосС, 2014. – 191 с.: ил.
6. Айзенберг, Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – 3-е изд., перераб. и доп. / Ю.Б. Айзенберг. – М.: Знак, 2013. – 972 с., ил.
7. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Ю.А. Судник. – М.: КолосС. 2011. – 344 с.: ил.
8. Драгилев, А.И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК / А.И. Драгилев, В.С. Дроздов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
9. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б.И. Кудрин. – Интернет Инжиниринг, 2012. – 672 с. – ил.
10. Дипломное проектирование. Учебное пособие / Под ред. А.С. Мельникова. Благовещенск: изд. ДальГАУ, 2013. – 112 с.
11. Минаев И.Г. Программируемые логические контроллеры./ И.Г. Минаев, В.В. Самойленко-Ставрополь: изд-во «АГРУС» 2012 г.
12. Парр, Э. Программируемые контроллеры : руководство для инженера. – М.:Бином; Лаборатория знаний,2012. – 516 с.

- 13 Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования./ И.В. Петров –М: Изд-во СОЛОН-Пресс, 2011
14. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: НЦ ЭНАС, 2014. – 304 с.
15. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), издание седьмое. – М.: НЦ ЭНАС, 2002. – 80 с.
16. Рекус, Г.Г. Электрооборудование производств: Справочное пособие / Г.Г. Рекус. – М.: Высш. Шк., 2012. – 709 с., ил.
17. Сибикин, Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 432 с.
18. Справочник. Насосы, вентиляторы, кондиционеры / Под ред Е.М. Рослякова. – СПб.: Политехника, 2014. – 822 с., ил.
19. Справочник электрика / Под ред. Э.А. Киреевой и С.А. Цырука. – М.: Колос, 2014. – 464 с.
20. Шеховцов, В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения: метод. Пособие для курсового проектирования. – 2-е изд., испр. / В.П. Шеховцов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 214 с., ил.
21. Шеховцов, В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование. Учебник. – 2-е изд. / В.П. Шеховцов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 407 с.: ил.
22. Эксплуатация электрооборудования / Г.П. Ерошенко, А.П., А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, Ю.А. Медведько, М.А. Таранов. – М.: КолосС, 2014. – 344 с.: ил.
23. Шкрабак, В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве / Шкрабак В.С., Луковников А.В., Тургиев А.К. – М.: Колос, 2014. – 512 с.
24. Экономика сельскохозяйственного предприятия / И.А. Минаков, Л.А. Сабетова, Н.И. Куликов и др.; Под ред. И.А. Минакова. – М.: КолосС, 2012. – 528 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ А  
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ  
СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ
- 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ КОРРЕКТИРОВКИ СИСТЕМЫ
  - 2.1. Назначение системы
  - 2.2. Цели корректировки системы
- 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ
- 4. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ В ЦЕЛОМ
  - 4.1. Требование к АСУ ТП
  - 4.2. Требования по безопасности
  - 4.3. Требования к эксплуатации
  - 4.4. Требования по сохранности информации при авариях
  - 4.5. Требования к защите от влияния внешних воздействий
  - 4.6. Требования к стандартизации и унификации

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящие ТЗ распространяется на корректировку АСУ ТП объекта ООО «Аляска», которое расположено в г. Благовещенске.

АСУ ТП должна предоставлять собой совокупность средств логических контроллеров, программного обеспечения и средств связи, предназначенных для сбора, обработки, хранения и передачи информации о состоянии параметров технологических процессов и формирования управляющих воздействий в соответствии с установленным регламентом работы технологических объектов.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ КОРРЕКТИРОВКИ СИСТЕМЫ

### 2.1. Назначение системы

АСУ ТП предназначена для:

- автоматического слежения за давлением и уровнем в технологических объектах с помощью датчиков;
- Внешний контроль состояния насосов (уровня жидкости в насосе, давление на входе и выходе), запрет пуска и блокировки работы насосов при выходе параметров за границы диапазона рабочего режима;
- Контроля и автоматического управления работой котлов ;
- Контроль аварийных и изменения текущих уровней в емкостях и резервуарах;
- Отражение информации о ходе технологического процесса: состояний технологических параметров, состоянии оборудования;
- Безаварийная остановка технологических объектов при аварийных ситуациях;

### 2.2. Цели корректировки системы

Основной целью корректировки системы АСУ ТП является разработка и внедрение в промышленную эксплуатацию системы, в которой предусматриваются автоматизация уже имеющихся объектов ООО «Аляска». АСУ ТП после корректировки должна обеспечивать :

- дистанционное автоматическое управление технологическим оборудованием ;
- автоматический контроль параметров, обеспечивающих штатный режим функционирования объектов в соответствии с утвержденным регламентом работы ;
- Повышение надежности и долговечности работы технологического оборудования и сокращения затрат на его ремонт и эксплуатацию, благодаря проведению постоянной диагностики состояния оборудования ;



## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

- Повышение безопасности технологических процессов ;
- Повышение безопасности технологических процессов и, как следствие, улучшение экологической обстановки.

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

### 3.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

ООО «Аляска» находится в Благовещенском районе Амурской области.

Участки существующей АСУ ТП являются:

- Котельная

Таблица 1-Устанавливаемое оборудование

Котел мазутный, 2шт	-	-
Емкость хранения мазута, 1шт	Объем, м <sup>3</sup>	60
Емкости хранения воды , 1шт	Объем, м <sup>3</sup>	30

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ В ЦЕЛОМ

АСУ ТП с учетом проекта корректировки должна выполняться как единая законченная управляющая и информационная система для всего технологического оборудования.

#### **4.1.Требование к АСУ ТП**

АСУ ТП котельной должна быть выполнена с учетом следующих стандартов:

- ГОСТ 34.201-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем;

- ГОСТ 34 601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;

- ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы;

- ГОСТ 24.701-86 ЕСС АСУ Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения;

- РД 50-492-84 Методика оценки научно-технического уровня АСУ. Типовые положения;

- РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов;

- РД 50-682-89 Методические указания Информационная технология Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Общие положения;

- РД 50-680-88 Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения.[1]

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

### **4.2. Требования по безопасности**

Проектирование, монтаж, наладка, эксплуатация, обслуживание и ремонт технических вновь вводимых средств АСУ ТП должны соответствовать требованиям, изложенным в документах:

- "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей";
- "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей";
- "Правила устройства электроустановок".

Все внешние элементы технических средств, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства - иметь защитное заземление в соответствии с документом "Правила устройства электроустановок" (ПУЭ).

Технические средства АСУ ТП по требованиям пожаровзрывобезопасности должны соответствовать ПУЭ.

### **4.3. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту**

АСУ ТП должна быть рассчитана на круглосуточный режим работы.

Виды, периодичность и регламент обслуживания вновь вводимых технических средств должны быть указаны в эксплуатационной документации.

Для нормального функционирования вычислительной и микропроцессорной техники в помещении, где располагается вновь вводимое оборудование АСУ ТП, должны быть обеспечены следующие условия:

- температура воздуха от плюс 3 до плюс 40°C;
- относительная влажность воздуха при температуре 20 °С от 35 до 90 % безконденсации влаги;
- запыленность воздуха в помещении – не более 0,3 мг/м<sup>3</sup> при размере частиц не более 3 мкм;
- частота вибрации должна быть не более 14 Гц при амплитуде смещений не более 0,5 мм;

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

– атмосферное давление от 80 до 107 кПа;

### **4.4. Требования по сохранности информации при авариях**

Для обеспечения непрерывного питания вновь вводимого оборудования автоматизации в щитах АСУ ТП должны быть предусмотрены гарантированные источники питания, позволяющие обеспечивать питание оборудования в течение не менее 15-ти минут при отключении внешнего электропитания.

### **4.5. Требования к защите от влияния внешних воздействий**

Вновь вводимое оборудование АСУ ТП должно быть размещено в щитах с классом защиты не ниже IP21.

Помещения для установки средств АСУ ТП не должны располагаться рядом с аппаратурой, создающей сильные магнитные и электрические поля. В месте размещения вновь вводимых щитов должно быть предусмотрено:

- антистатическое покрытие полов;
- контур защитного заземления для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током и нормального функционирования оборудования АСУ ТП;
- контур функционального заземления.

В помещениях, где будет размещаться оборудование АСУ ТП, должен быть создан соответствующий микроклимат.

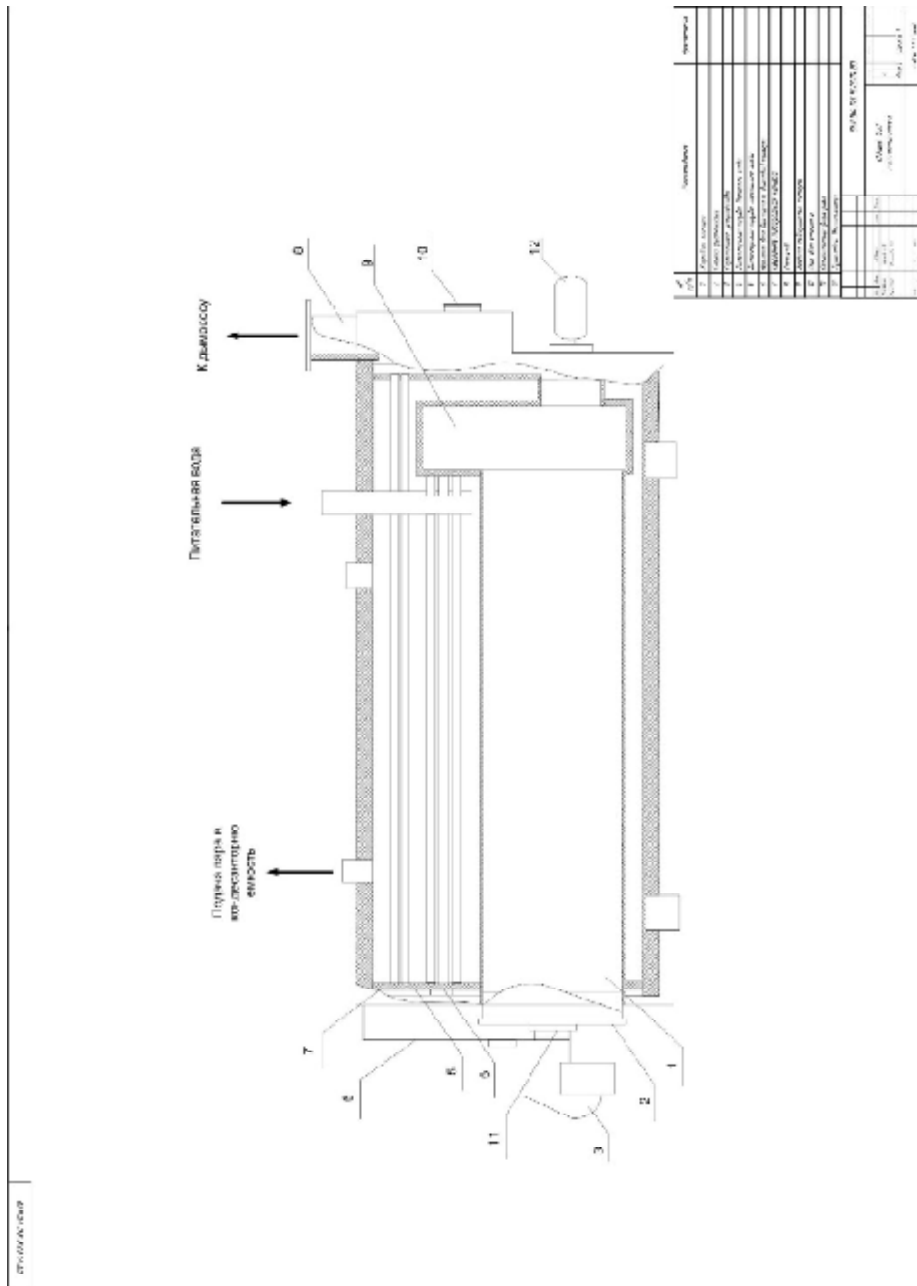
### **4.6. Требования к стандартизации и унификации**

В АСУ ТП с учетом проекта корректировки должны быть использованы:

- входные дискретные сигналы со значением входного сигнала 24 В постоянного тока и 220 В переменного;
- выходные дискретные сигналы со значением выходного сигнала 24 В постоянного тока и 220 В переменного;



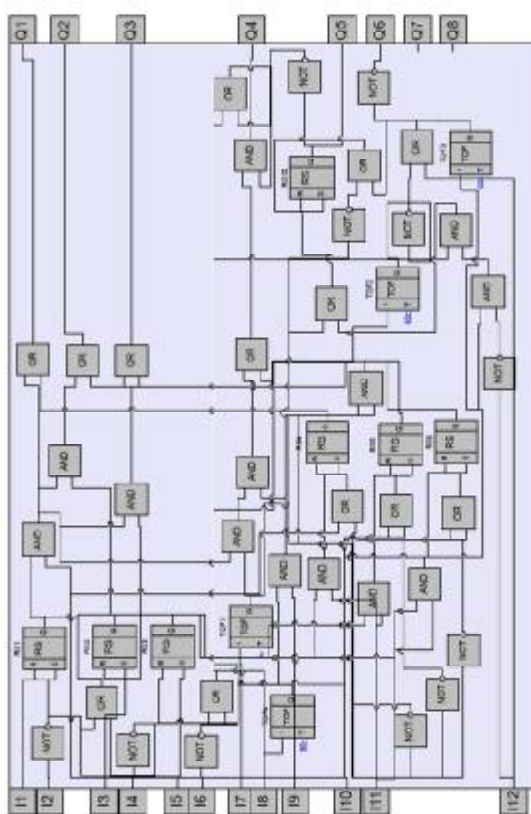
# ПРИЛОЖЕНИЯ В







# ПРИЛОЖЕНИЯ Д

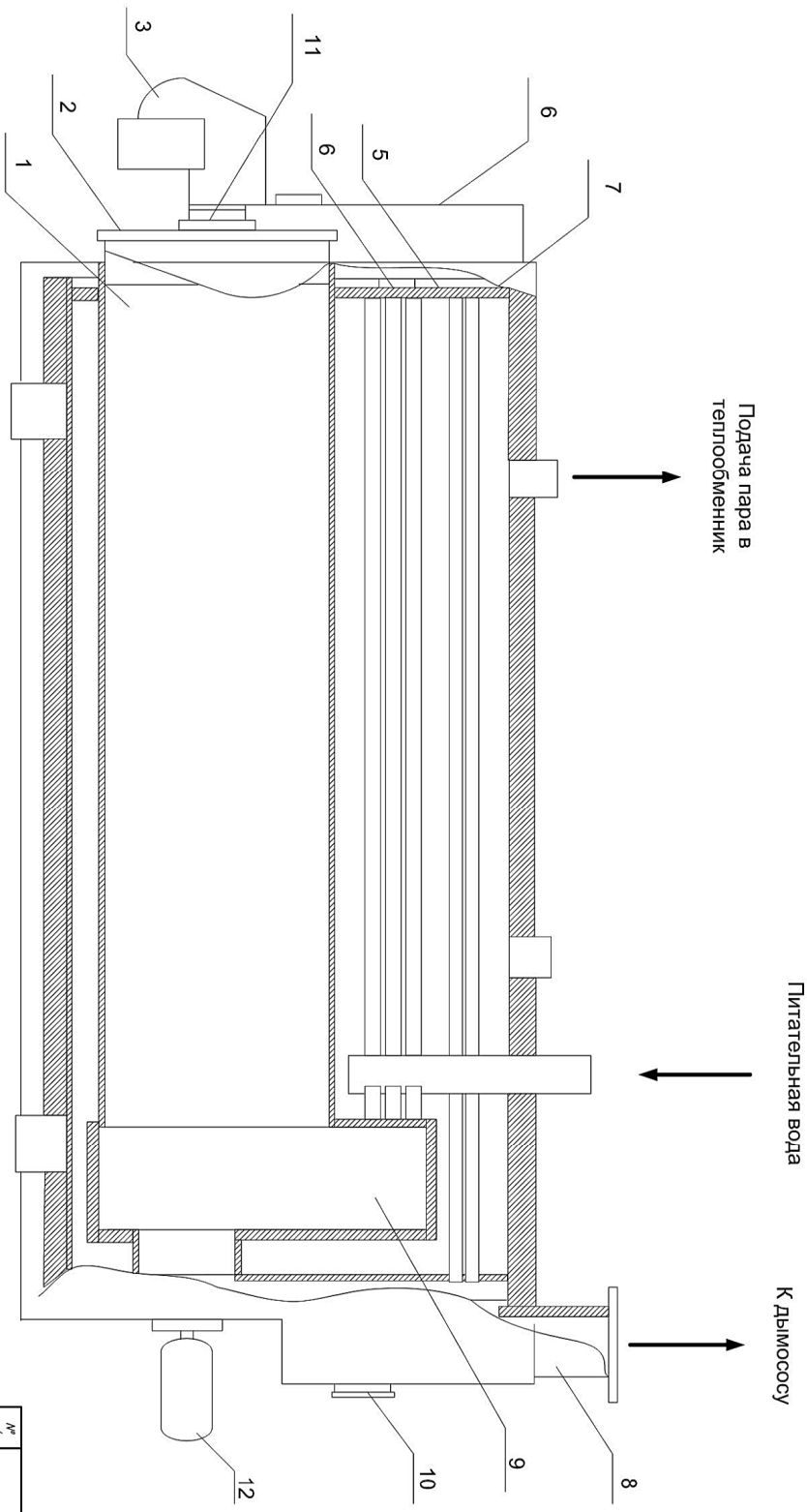


№ п/п	Имя	Должность
1	Иванов И.И.	Инженер
2	Петров П.П.	Инженер
3	Сидоров С.С.	Инженер
4	Кузнецов К.К.	Инженер
5	Левченко Л.Л.	Инженер
6	Попов П.П.	Инженер
7	Смирнов С.С.	Инженер
8	Иванов И.И.	Инженер
9	Петров П.П.	Инженер
10	Сидоров С.С.	Инженер
11	Кузнецов К.К.	Инженер
12	Левченко Л.Л.	Инженер
13	Попов П.П.	Инженер
14	Смирнов С.С.	Инженер
15	Иванов И.И.	Инженер
16	Петров П.П.	Инженер
17	Сидоров С.С.	Инженер
18	Кузнецов К.К.	Инженер
19	Левченко Л.Л.	Инженер
20	Попов П.П.	Инженер

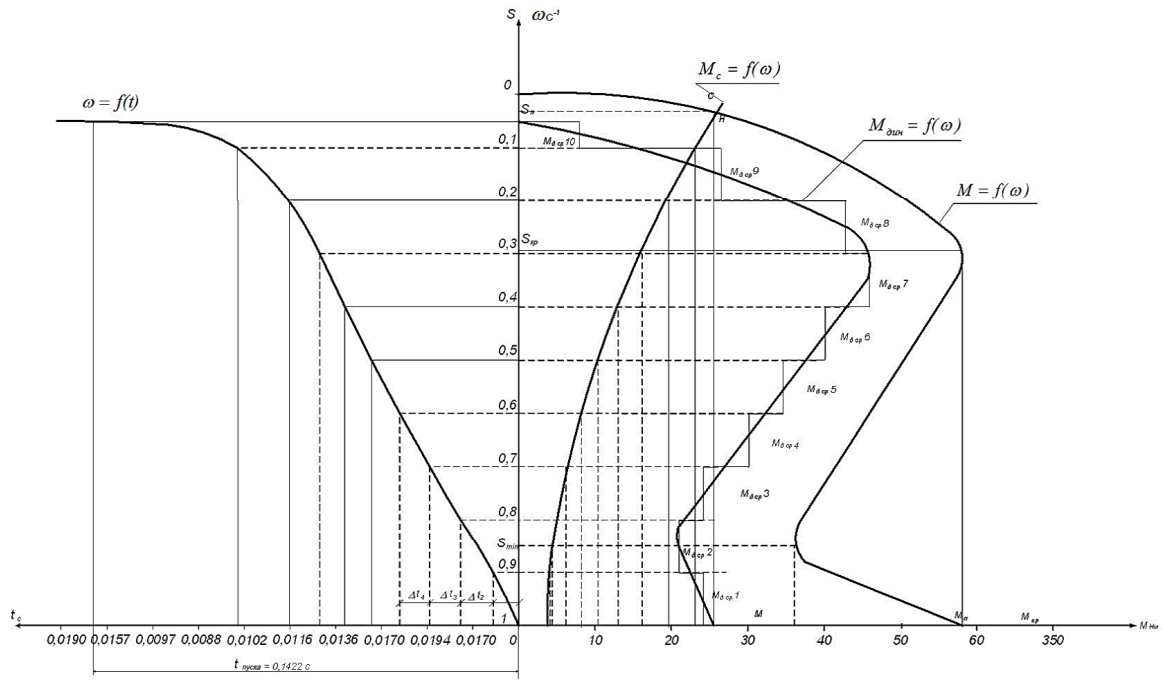




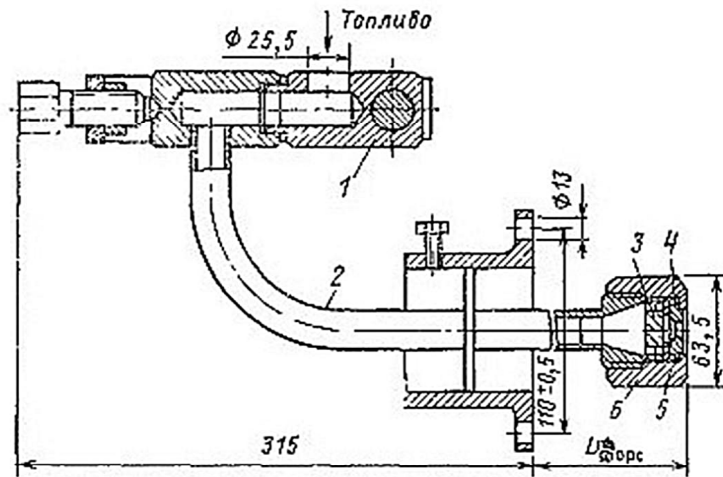




№ п/п	Наименование	Примечание
1	Жаровая камера	
2	Плита фронтальная	
3	Гравитационный клапан	
4	Дымосборник турбинного хода	
5	Дымосборник турбинного хода	
6	Крышки для доступа к дымоходу камеры	
7	Перегородка лабиринтной камеры	
8	Газовый клапан	
9	Задняя лабиринтная камера	
10	Лок для очистки	
11	Вентилятор форсунок	
12	Духовый вентилятор	
ВКРЭВ. 195 IS.03.04. ВД		
Общий вид парогенератора		
Лист 2	Лист 7	



					ВКР134.195.15.03.04.ВО			
№	Дет.	У.Виртман	Полух.	Дат.	Механическая характеристика рабочей машины	Литера	Масса	Материал
Исполнитель	Шоная А.Ю.					Лист 3	Листов 7	
Проверен	Сидорова Н.М.					АнГУ 441-97Б		
Проектиров	Сиритко О.В.							
Исполн	Сиритко О.В.							

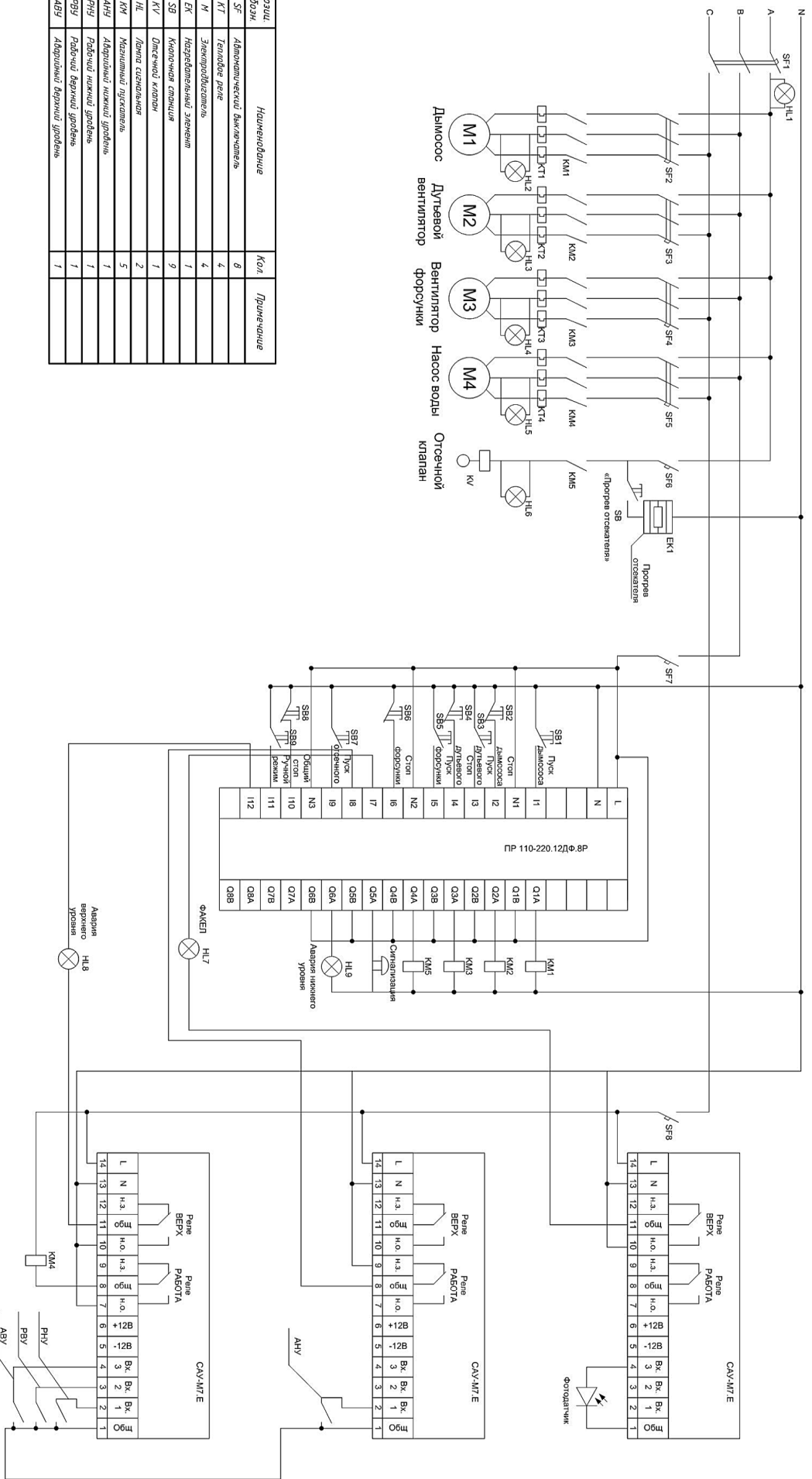


№ п/п	Наименование	Примечание
1	Жаровая камера	
2	Ствол	
3	Распределитель	
4	Завихритель	
5	Сопло	
6	Гайка накидная	

					ВКР134.195.15.03.04.ВО			
№	Дет.	У.Виртман	Полух.	Дат.	Форсунка механическая средняя типа ПН-547	Литера	Масса	Материал
Исполнитель	Шоная А.В.					Лист 4	Листов 7	
Проверен	Сидорова Н.М.					АнГУ 441-97Б		
Проектиров	Сиритко О.В.							
Исполн	Сиритко О.В.							



Против оборж.	Наименование	Кол.	Примечание
СФ	Автоматический выключатель	8	
КТ	Термооде реле	4	
М	Электродвигатель	4	
ЕК	Нагревательный элемент	1	
СВ	Клапанчик ступица	9	
К/У	Одежды клапан	1	
НЛ	Лампа сигнальная	2	
КМ	Магнитный пускатель	5	
АНЧ	Аварийный нижний уровень	1	
РНЧ	Рабочий нижний уровень	1	
РВЧ	Рабочий верхний уровень	1	
АВЧ	Аварийный верхний уровень	1	



ВКР-134-195 15.03.04.СХ			
Исполн.	Провер.	Дата	Лист
			1
Электротехническая служба управления проектами здоровья кибины			
Исполн.	Провер.	Дата	Лист
			1



