

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н.,
доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2020 г.

Автоматизация мониторинга электрических
параметров котельной

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2020.090.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы,
доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2020г.

Автор работы
студент группы ДО-503
_____ Р.И.Кагарманов
_____ 2020г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2020г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Кагарманов Р.И. «Автоматизация мониторинга электрических параметров котельной», Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО 2020 68с., Библиография литературы –26 наим., 6 листов чертежей и плакатов ф. А1.

В данной квалификационной работе рассматривается разработка системы автоматизированного дистанционного мониторинга электрических параметров газовой котельной 5 микрорайона города Трехгорного.

Целью разработки является внедрение дистанционного контроля электрических параметров основного оборудования, удаленное управление отдельными модулями и агрегатами, и, как следствие, повышение надёжности электроснабжения потребителей.

В работе рассмотрены технические параметры котельной для определения возможности внедрения автоматизированного дистанционного мониторинга, разработано техническое задание для проектирования подобной системы контроля котельной, согласно которого произведен выбор необходимого оборудования из открытых источников. Подготовлено экономическое обоснование проекта, определены основные направления обеспечения ОБЖ при эксплуатации котельной, оборудованной автоматикой.

Выполнено технико – экономическое обоснование квалификационной работы.

При работе над проектом использовались программы: «MathCAD», «Microsoft Word 2007», «КОМПАС 3-D V.16».

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 6 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

2.1 Базовое оборудования, выпускаемого на системе НПП «Горизонт»

2.1.1 Характеристика системы

2.1.2 Недостатки системы

2.2 Базовое оборудования, выпускаемого на системе компанией «Advantech»

2.2.1 Характеристика системы

2.2.2 Недостатки системы

2.3 Базовое оборудования, выпускаемого на системе компании «ОВЕН»

3. ПРИМЕНЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОТЕЛЬНОЙ

3.1 Использование котельной

3.2 Структура электроснабжения котельной

3.2.1 Схемы распределения электроэнергии в сетях 10 (6) кВ

3.2.2 Схемы внутреннего электроснабжения в сетях с напряжением до 1 кВ

3.2.3 Трансформаторные подстанции

3.3 Список оборудования и характеристика

3.4 Техническое задание на проектирование системы автоматизации

3.5 Итог внедрения системы автоматизации и диспетчеризации

4. ВЫБОР ТРЕБУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ

4.1 Подбор оборудования

4.2 Представление программируемого логического контроллера СПК207

4.3 Представление модуля вывода МВУ8.

4.4 Блок универсального аналогового ввода МВ110-224.8А

4.5 Блок дискретного ввода МУ110-224.16Р

4.6 Блок ввода МВ110-224.16Д

4.7 Блок питания БП60Б-ДЗ-2424В/60Вт.

4.8 Подбор и технические характеристики применяемых датчиков

4.8.1 Преобразователь давления измерительный ПД-100

4.8.2 Датчики температуры ДТС 3014-РТ1000.

4.9 Описание и технические свойства модема ПМ01

4.10 Настройка модема

4.11 Описание работы схемы

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

- 4.11.1 Блок управления
- 4.11.2 Управление с панели визуализации контроллера СПК207 при работе в ручном и автоматическом режиме
- 4.11.3 «Ручной» режим управления оборудованием.
- 4.11.4 «Автоматический» режим управления оборудованием
- 4.11.5 Тестирование системы перед запуском котельной в автоматическом режиме

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 5.1 Затраты исходного варианта
- 5.2 Затраты нового варианта
- 5.3 Экономический эффект

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 6.1 Перечень вредных и опасных факторов
- 6.2 Охрана труда
- 6.3 Условия в производственных помещениях подстанции
- 6.4 Правила пожарной безопасности
- 6.5 Гражданская оборона

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

ВВЕДЕНИЕ

По мере того, как происходит развитие общественных объектов, жилых и промышленных зданий и сооружений, увеличивается потребность в тепловой и электрической энергии. В то же время на мировом рынке растет цена на нефтепродукты, используемые в качестве топлива для тепловых электростанций.

В нашей стране, наряду с мощными современными котельными, также имеется большое количество котлов, с малой мощностью в поставках пара и горячей воды промышленные и муниципальные предприятия, работающие на природном газе, но полученная стоимость значительно ниже.

Котельные со сложными агрегатами, оснащенными всевозможными механизмами, приборами управления и измерения, уходят в прошлое, а не оснащаются системами автоматизации и дистанционного управления.

Потребности в тепловой энергии растут, а разработка новых проектов, выделение площадок под строительство новых объектов дороги. Поэтому, имеет смысл модернизировать уже существующие котельные с частичной или полной заменой оборудования, так как оно сильно изношено и технически устарело, а также часты случаи аварий и поломок, которые несут ещё больше материальных затрат.

Вывод: современные системы дистанционного контроля позволяют производить контроль в режиме реального времени, обеспечивая повышение производительности тепловой энергии, надежность управления системой и уменьшение потребления электроснабжения.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 9 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | |

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Газовая котельная 5 микрорайона города Трехгорный была введена в эксплуатацию в 1955 году. Система ее электроснабжения состоит из следующих элементов: источников питания и линий электропередач, которые осуществляют подачу электроэнергии в котельной, понижающих подстанций и связывающих их кабелей, а также токапроводов. Особенностью представленной системы электроснабжения является присутствие включений к питающей ПС «Завьялиха» сторонних потребителей электроэнергии: МУП МПО «Энергосети», Горнолыжный комплекс «Завьялиха», ООО КРУН «Доломит», ООО «Каменный цветок», энергозатраты которых растут с каждым годом из-за того, что увеличиваются их производственные мощности. При проектировании и установке подстанции лишь только два сторонних потребителя: МУП МПО «Энергосети» и ООО КРУН «Доломит», при этом, что не маловажно, их энергопотребление на тот момент значительно ниже нынешнего.

Предъявляемые требования к котельным, в зависимости от того, какова их потребляемая мощность, электрическая нагрузка, технология производства, экология окружающей среды и ряд иных моментов.

Целью представленной работы является внедрение автоматического контроля параметров электрического оборудования газовой котельной с котлами КВА-3/95, являющейся собственностью МУП МПО «Электросети» г. Трехгорного, а также техническое и финансовое обоснование замены части оснащения на более прогрессивное, с учетом тех моментов, которые могут оказать вредное воздействие на человека или же находящуюся вокруг среду.

Заключение: тема данной работы «Автоматизация мониторинга электрических параметров котельной» является актуальной тенденцией в современном мире. На сегодняшний день, управление электрооборудованием осуществляется ротационным персоналом. Автоматизация системы управления позволит осуществлять действенное отслеживание без воздействия людского фактора, понизить, снизить общие затраты на содержание котельной и избежать длительных перебоев в подаче тепла потребителям.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 10 |

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Основной задачей систем дистанционного мониторинга является сбор данных о состоянии установок преобразования и распределения электроэнергии в различных точках измерения. Эти системы могут иметь одну или несколько точек учета. Существует множество способов построения таких систем, но в основном можно выделить разные базовые элементы:

- контрольная точка параметров освещения и энергии, которая представляет собой уникальное устройство управления, которое собирает и преобразует данные различных датчиков и устройств удаленного доступа к данным и дистанционному управлению устройствами, например, с помощью пульта дистанционного управления для включения / выключения или другого устройства;

- каналы передачи данных и устройства, а также алгоритмы для передачи данных с управляющих узлов на высокий уровень;

- программное и аппаратное обеспечение низкого и высокого уровня, представляющее всевозможные коммутационные решения, объемы данных, способы отображения информации и т.д.

Внедряя такие системы, мы снизим затраты с помощью следующих мер:

- на основе имеющихся данных в режиме реального времени для анализа ситуации на основе прогнозов и предотвращения возможных аварий;

- в случае аварии - повышение эффективности идентификации и устранения потерь;

- точность расчетов с коммунальными службами и абонентами;

- снижение указанной производительности;

- эффективность обнаружения и устранения отклонений от определенных режимов энергоснабжения и энергопотребления;

- повышение эффективности управления производством тепла и энергопотреблением;

- центральный контроль энергопотребления;

- выявление и удаление несанкционированных подключений.

В настоящее время в рамках разработки и широкого внедрения микропроцессорных технологий появилось большое количество решений, основанных на отечественной и зарубежной элементарной базе. Хочу отметить, что российские промышленные контроллеры, управляющие техническими процессами в данное время, производятся для военных и космических технологий. В этой области отечественное производство является передовым. В то же время мы можем видеть общую закономерность-российские системы в целом почти всегда превосходят своих зарубежных коллег по выживанию и часто функциональности.

Таким образом, все автоматизированные системы, доступные на рынке, имеют примерно одинаковые характеристики, обеспечивают контроль необходимых параметров, имеют почти одинаковую надежность, поэтому выбор системы для

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 11 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | |

реализации будет правильным, относительно из стоимости оборудования и программного обеспечения. Разберем эти системы.

2.1 Базовое оборудования, выпускаемого на системе НПП «Горизонт»

2.1.1 Характеристика системы

Автоматизированная система дистанционного управления ООО «Горгаз» служит для учета потребления, мониторинга оборудования, прогнозирования и предотвращения несчастных случаев и может использоваться в соответствующей конфигурации для различных технических решений. Система предназначена для измерения, управления, контроля и передачи данных на операторский пункт в реальном времени с основными параметрами ГРП, аппаратуры газовых котельных, узлов учета, работающих в автоматическом режиме.

Можно контролировать параметры газового котла: остановка, выход из строя насосов, срабатывание аварийного запорного газового клапана, уровень загазованности и воды в подпиточном баке, давление теплоносителя, расход тепла и газа, температура в помещении и теплоносителе, учет электроэнергии и пожарной сигнализации. Это представляет собой совокупность технических средств автоматики, телемеханики, связи и обработки информации, работающую в реальном времени. Система имеет два уровня организации – высокий и низкий.

Высокий уровень – центральный операторский пункт (ЦОП). Можно создать больше процессов автоматизации.

Нижний уровень-все электрооборудование в газовом котле.

Стандартные телефонные линии GSM/ CDMA, беспроводная и сотовая связь могут использоваться для передачи сигналов на ЦОП.

В применяемом контроллере «Интеллекон» может подключать несколько дополнительных датчиков со стандартными выходами (0/5, 4/20, 0/20), но с кодовыми выходами, дискретными сигнальными датчиками и интерфейсами RS-485. Все вышеуказанное, обеспечивает подключение к системе широкого спектра подразделений.

Автоматизированная система дистанционного контроля газоснабжения ООО «Горгаз» представлена в таблице 1.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 12 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

Таблица 1 – Автоматизированная система дистанционного контроля газоснабжения ООО «Горгаз».

| Наименование блока | Цена |
|---|----------|
| Контроллер «Интеллекон» | 18352,60 |
| Преобразователь сигнала термопар в код "ПТП4-1W", 4-х канальный | 8231,14 |
| Модуль преобразования дискретных сигналов "МДС2-1W" | 5134,89 |
| Модуль ключей "КМ2-1W" | 4238,25 |
| Преобразователь измерительный "ПИТ-1W" | 6689,23 |
| Преобразователь аналого-цифровой "П-АЦ4-1W" | 5217,80 |
| Преобразователь цифро-аналоговый "П-ЦА1-1W" | 5637,64 |
| Панель Weintek MT6071iP | 12522,40 |
| Модем RX108-L2 | 3100,00 |
| Источник бесперебойного питания APC 1000 | 8935,00 |
| Итого: | 78058,95 |

2.1.2 Недостатки системы

Недостатком данной системы является ее «возраст». Она была разработана в 2009-2010 гг. и имеет устаревшую элементную базу. Стоимость системы такая же, как и у аналогов, выполненных с более современными сборками и компонентами. Разработка системы с таким оборудованием приведет к большим затратам, если отдельные элементы выйдут из строя, и если требуется обновление, нужна будет замена системы из-за несовместимости с новым оборудованием, которое появится в дальнейшем.

2.2 Базовое оборудования, выпускаемого на системе компанией «Advantech»

2.2.1 Характеристика системы

Эта система включает в себя распределенную структуру до 50 основных и избыточных DP, реализованных на ПК. Она позволяет контролировать входные параметры и создавать экстренные вызовы, обеспечивает сбор статистических данных, формирует параметры объекта, на основе временных меток и сохраняет их, поддерживает протокол мониторинга и контроля для запросов, отправляемых в точку связи; позволяет контролировать выбор оператора в любое время и

постоянно, при получении экстренных сообщений (постоянный мониторинг недоступен из-за экономических и функциональных дефектов); передает экстренные сообщения в течение не менее двух часов, если нет контролируемого источника питания. Архитектура системы обеспечивает высокую информационную стабильность и безопасность. Структура системы показана на рис. 1.

Структура включает в себя:

- ПЛК ADAM-5510 с 8-канальными модулями аналогового ввода ADAM-5017H и 16-ти канальными универсальными модулями дискретного ввода-вывода ADAM-5050 (Advantech);

- модули 4-х канального релейного вывода ADAM-3854 (Advantech);

- модем сотовой связи Siemens TC35 Terminal;

- антенна АММ-590 (5 дБ);

- блок питания контроллера и модема PWR-242 (Advantech);

- блок питания датчиков PWR-242;

- преобразователь интерфейса M-bus/RS-485 для связи с теплосчетчиками SKM-1;

- клеммные соединители фирмы WAGO для подключения датчиков и исполнительных устройств;

- автоматический выключатель;

- блок бесперебойного питания (расположен вне шкафа ТК).

Преимущество данного контроллера заключается в том, что к нему можно подключить широкий спектр входных модулей, поэтому контроллер может быть легко приспособлен к требованиям и характеристикам объекта. В частности, в этой системе использовались подобные датчики с токовым выходом 4-20 мА, что позволило использовать аналоговые входные модули ADAM-5017n. Модули ADAM-5050 предназначены для подключения дискретных датчиков (положение привода, привода контактора, сигнализации). Управляющие сигналы от модуля Adam-5050 до автоматических выключателей передаются через 4-канальные релейные модули ADAM-3854. Три независимых порта ПЛК ADAM-5510 соединяют широкий спектр устройств. Они могут быть подключены через порт COM1 (интерфейс RS-232) терминала мобильного модема TC35, который позволяет осуществлять связь с DPS. Электрический счетчик Set-4tm и (через дополнительный интерфейс M-bus и соответствующий преобразователь) два теплосчетчика SKM-1 подключены к порту SOM2 (RS-485). Третий порт COM3 используется для настройки и диагностики с помощью пульта дистанционного управления, установленного на ноутбуке. Это позволяет быстро запускать прошивку Adam-5510, настраивать аналоговые датчики, калибровать их и контролировать работу дискретных или компьютеризированных каналов ввода-вывода. ADAM-5510 имеет автономный источник питания объемом 60 КБ оперативной памяти (аккумулятор или аккумуляторная батарея), поэтому можно создать многодневное технологическое хранилище данных с папкой отходов

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 14 |

длительностью 15 минут и функцией "черного ящика" , а в случае полного разделения контейнеров в разумные сроки. Используются два источника питания, один из которых обеспечивает функциональность датчиков и непосредственно подключен к электрической сети. Второй блок питается от контроллера Adam-5510 и мобильного модема TC35 (терминал TC35). Подключение осуществляется через инвертор мощностью 1000 В а, затем в течение 3 часов после отключения электроэнергии отправляются оповещения. При передачи сигналов используют два модема. Первый (также называемый «тревожный») - видит короткий прием важных сообщений, которые имеют дело с программным обеспечением DP и отображаются в управлении скринингом (в виде появляющихся окон и звуковых сигналов). Второй модем служит для дистанционного измерения и управления, то есть при работе в этом режиме сигналы тревоги передаются от других объектов с через GPM.

2.2.2 Недостатки системы

Опытная система автоматизации основана на окончательном использовании продукта SCADA, состоящего из взаимодействия человека и машины, сбора и хранения данных, автоматов и устройств объектной связи. Система SCADA выполняет стандартный набор функций, но имеет высокую цену продукта, что делает автоматизацию (телемеханизацию) довольно дорогой, когда применение «экономичной» автоматизации процессов с низкой отдачей от проектов АСУ ТП (например, в жилищном строительстве) неэффективно.

Еще одним недостатком системы автоматизации, основанной на продуктах SCADA, является закрытие другого самоотра. Функции этой системы не могут быть расширены техническими специалистами-заказчиками. Когда система автоматизации будет обновлена и улучшена, вы должны связаться с разработчиком продукта, который предоставит соответствующие требования, которые будут выполнены коммерчески. Несовместимость между продуктами из-за завершения протоколов взаимодействия, что затрудняет использование нескольких продуктов в одном проекте автоматизированной системы управления. Решение этой проблемы также требует дополнительных мер и затрат. Поэтому автоматизация или телемеханизация производственного процесса с помощью данного продукта является дорогостоящим способом для обывателя. Так же, как потенциальный клиент имеет ограниченные финансовые ресурсы для проектов с автоматизированными системами управления, речь идет о реализации отдельных проектов автоматизации (телемеханизации), основанных на продукте SCADA или большем количестве проектов arcs, без использования продуктов SCADA при относительно низких затратах и технических решениях. Поэтому, несмотря на свои очевидные преимущества, рассматриваемая система имеет явные недостатки в плане сложности модернизации, больших затрат в случае необходимости и, прежде всего, высоких затрат данной системы.

Система на основе устройств «Advantech» показана в таблице 2.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|----------------------------|------|
| | | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 15 |

Таблица 2 – Система на базе оборудования «Advantech».

| Наименование блока | Цена, руб |
|---|-----------|
| Контроллер «Advantech» ADAM-5510 | 16939,96 |
| Панель визуализации WOP-2040T-S1AE | 14134,94 |
| Источник бесперебойного питания APC 1000 | 8935,00 |
| модули 4-х канального релейного вывода ADAM-3854 | 8025,72 |
| Модуль дискретного ввода/вывода <u>ADAM-5050</u> | 4502,00 |
| Модуль каналов аналогового вывода ADAM-5017H | 14111,00 |
| модем сотовой связи Siemens TC35 Terminal | 3360,00 |
| преобразователь интерфейса M-bus/RS-485 ADAM-4520 | 4238,85 |
| Блок питания | 5623,12 |
| модем PWR-242 | 3735,00 |
| Итого: | 83605,59 |

Схема работы оборудования «Advantech» представлена на рисунке 1

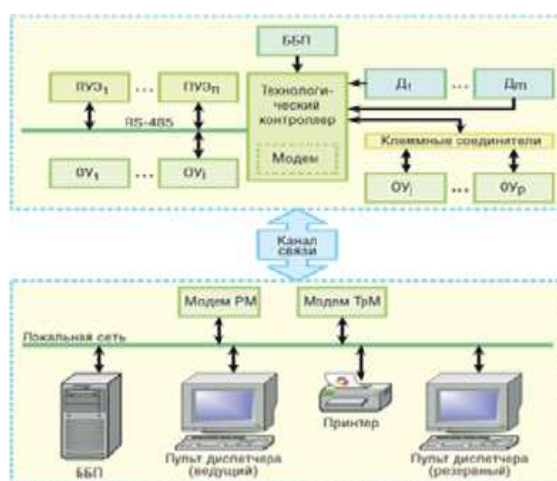


Рисунок 1 - Схема работы оборудования «Advantech»

2.3 Базовое оборудования, выпускаемого на системе компании «ОВЕН»

Модульная система, установленная в шкафу управления. Автоматический шкаф управления котлом (УК1) позволяет следующее:

- Ручное и автоматическое работа оборудования котельной: отопительными котлами, оснащенными газовой дутьевой горелкой в каждом котле, электронно-автоматические блоки безопасности сгорания с бесперебойным немодулированным управлением горелок.
 - Автоматическое/ручное управление сетчатыми насосами групп: летнего и зимнего вида.
 - Автоматическое/ручное управление питательными насосами, обеспечивающими циркуляционную систему отопительной сети.
 - Автоматическое или ручное управление парами для создания необходимого разряда в котле.
 - И установка программного обеспечения в соответствии с требованиями заказчика.
 - Автоматическая и ручная регулировка температуры хладагента в линии подачи котла с учетом температуры наружного воздуха по заданной программе и постоянной температуры, установленной оператором.
 - Дублируйте управление всем котлом в ручном режиме в случае отказа основного управления.
 - Автоматическое обнаружение уровня неисправности оборудования котельной в трехступенчатой системе аварий и отправка SMS-оповещений о несчастных случаях.
 - Настройка параметров режима работы оборудования и датчиков котла.
- Технические параметры системы:
- Номинальное напряжение питания с глухо заземленной нейтралью 380 В, 50Гц.
 - Допуск напряжения питания при номинальном значении составляет $\pm 10\%$.
 - Версия корпуса корпуса: УК66
 - Потребляемая эл. мощность УК: не более 300 Вт.
 - Количество входов управления дискретными устройствами: 32 (24 из которых - управление с «сухим контактом»).
 - От датчика (4-20 мА) 16 входов.
 - Напряжение на входах датчиков температуры: 24 ± 1.2 В (при 30 мА макс.)
 - 8 внешних входов УК от горелок
 - 4 шт. подключаемых горелок.
 - Управление мощностью - однопозиционное (немодулированное), PID-регулятор, 2-ступенчатая схема.
 - Управление мощностью, однопозиционный PID-регулятор и два ограничителя гистерезиса для каждой горелки
 - Выход электропитания ~ 220 В, 8А для других пользователей
 - Вес (нетто): не более 70 кг
 - Внешние размеры: 1400 × 600 × 300 мм.
 - Условия использования:
 - закрытые камеры защищенные от взрывов, паров и коррозионных газов;
 - температура окружающей среды от $+ 5^{\circ}$ С до $+ 50^{\circ}$ С;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 17 |

- верхний предел относительной влажности 80% при 35 ° С и более низких температурах без конденсации;

- атмосферное давление между 86 и 106,7 кПа.

Автоматизированная система контроля «УК1» представлена в таблице 4

Таблица 4 – Автоматизированная система контроля «УК1».

| Наименование блока | Цена, руб |
|---|-----------|
| Контроллер ПЛК110 | 14396,00 |
| Панель визуализации СП307 | 8378,00 |
| Источник бесперебойного питания APC 1000 | 8935,00 |
| Модуль универсальных каналов аналогового ввода МВ110-224.8А | 6313,00 |
| Модуль дискретного ввода МК110-224.8Д.4Р | 5841,00 |
| Модуль каналов аналогового вывода 4-20 мА. МУ110-224.8А | 8614,00 |
| Светодиодный индикатор СМИ-2 | 2301,00 |
| Панель ИП - 320 | 8378,00 |
| Модем RX108-L2 | 3100,00 |
| Модуль удаленного ввода-вывода МВА8 | 8280,00 |
| Итого: | 74536,00 |

Схема работы оборудования, выпускаемого компанией «ОВЕН» представлена на рисунке 2

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 18 |

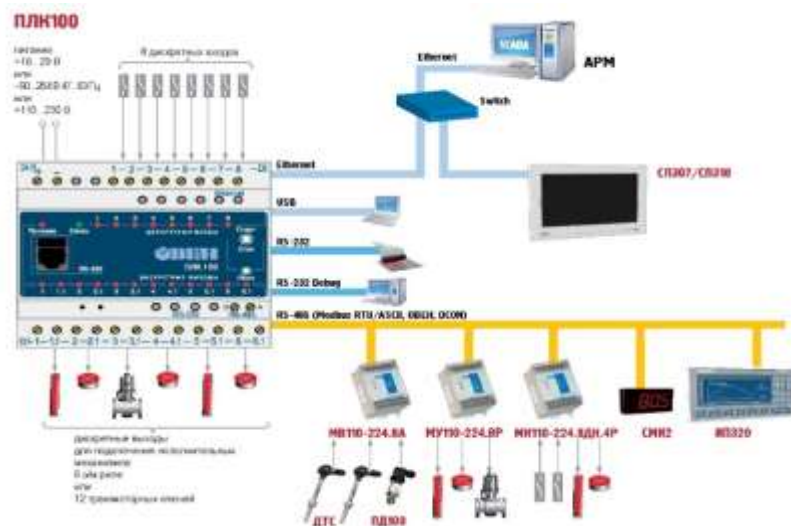


Рисунок 2 – Схема работы оборудования.

Вывод: в качестве основы для баз развивающейся системы автоматизации мы подбираем оборудование компании Овен. Основные достоинства продукции компании основаны на общей стоимости системы. Цена основных элементов ниже, чем у аналогов. Разработка системы на этой основе дает гораздо большие возможности для расширения количества контролируемых параметров и обновления.

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

13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ

Лист

19

3. ПРИМЕНЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОТЕЛЬНОЙ

3.1 Использование котельной

Котел представляет собой комбинацию устройств и блоков, которые обеспечивают водяной пар и горячую воду за счет тепла, образующегося при сгорании топлива [10]. Он состоит из котельной и вспомогательного оборудования. Основным элементом котельной системы является паровой котел или горячая вода.

Паровой котел - устройство, включающее в себя печь, испарительные поверхности для образования пара, используемого вне этого устройства, при давлении, превышающем атмосферное давление, из-за тепла, выделяемого при сгорании топлива.

Бойлер с горячей водой - это теплообменник, в котором вода нагревается источником энергии (топливом) под давлением, превышающим атмосферное давление, и используется в качестве теплопередающей жидкости за пределами устройства.

Оборудование для очистки воды используется для нагрева и разбавления питательной воды и состоит из оборудования и оборудования для очистки механических примесей и растворенных солей винного камня, а также для удаления газов из воды.

Помещение для отопления, парового и горячего водоснабжения предназначено для получения тепла, пара и нагрева воды для удовлетворения технологических требований производства, отопления, вентиляции и нагрева воды зданий и производственных мощностей.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 20 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

Технология котлов требует большого количества жидкостей (H_2O) с разными физико-химическими свойствами при разных давлениях и температурах. Жидкость перемещается через насос.

Насос - это машина, в которой механическая энергия преобразуется в гидравлическую энергию перекачиваемой жидкости, так что ее пропускная способность осуществляется.

Сетевой насос служит для подачи теплой воды через отопительные сети и используется в качестве насоса в зависимости от места установки.:

- с первым лифтом вода из трубы снова подается на отопительные приборы;
- для второго доступа к водопроводной сети по отопительным приборам в отопительной сети;
- в рециркуляционных котлах, установленных после водонагревателей.

Сетевые насосы работают на чистой воде с примесью твердых веществ не более 5 мг / кг и фракцией до 0,02 мм.

Одновременно в котельной выполняется несколько процессов для обеспечения нормальной работы.

Котел рассчитан на шесть котлов горячего водяного отопления КВА-3/95 с перегревной мощностью 100 Гкал/час для покрытия тепловой нагрузки уже строящихся и ранее проектируемых потребителей тепла.

Основным топливом для котельной является природный газ.

Для восстановления безвозвратных потерь и обеспечения тепловых сетей планируется строительство водоочистки. В качестве родниковой воды для очистки химической воды используется вода из конвейерной водопроводной трубы.

Производство химически очищенной воды для подачи тепловой сети по гидравлическому плану и декарбонизация с "голодной" регенерацией для подачи паровых котлов – последующий двухступенчатый натриевый бойлер. Для удаления щелочности воды и предотвращения появления кислой реакции после Н – котланитных фильтров необходимо установить буферный фильтр (самогенератор).

Система водоснабжения и дегазации паровых котлов оснащена деаэратором ДА – 25/8 и двумя насосами.

Питательная вода, химически переработанная паровыми котлами, нагревается в теплообменнике отключенной воды с последующей дегазацией в деаэраторе ДА-25/8.

Вода для насосов деаэратора подается в паровые котлы.

Система удаления бустера оснащена деаэратором ДА-50/15.

После продувки воздухом ДА 50/15, химически обработанная, нагретая вода закачивается в водоотводную линию сетки.

3.2 Структура электроснабжения котельной

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 21 |

Энергосистема котельной, состоит из источников энергии и линий электропередач, электроснабжения в котельной, подстанциях и соединительных кабелях и линиях электропередач, необходимого напряжения питания для ее потребителей.

Энергетические потребности котельной в основном зависят от потребления энергии и типа электрических зарядов, особенностей технологии производства, кинематических условий, загрязнения окружающей среды и других факторов.

Надежность электроснабжения обычно повышается при сближении источников энергии (электростанция, основная подстанция (ГЭС) и др.), а также при увеличении мощности соответствующих звеньев системы, так как авария в звеньях на мощном приводит к более серьезным последствиям у малых и охватывает широкую площадь проекции объекта. В общем, энергосистема должна быть построена таким образом, чтобы после выхода из строя она обеспечивала работу основных производств котельной после необходимой коммутации и соединений.

В котлах система подачи наиболее экономична и надежна, поэтому Высоковольтные сети (110 кВ) максимально близки к потребителям электроэнергии с минимальным количеством фаз преобразования. Входные линии глубины 220кВ 35,110 мм питаются от ГПП.

ГПП (главная понизительная подстанция) - подстанция, получающая энергию от системы электроснабжения и преобразующая и распределяющая ток в пониженное напряжение (от 6 до 35 кВ) компании или ее отдельных областей.

При построении системы питания, как правило, уместно работать отдельными проводами и трансформаторами, так как звуки короткого замыкания меньше, схемы реле и их защита упрощаются.

Распределение электроэнергии во внутренних электрических сетях происходит по радиальным схемам. Системы построены по определенному принципу. Как правило, два шага для использования в три этапа. При большом количестве этапов технико-экономические обоснования энергосистемы ухудшаются, а условия эксплуатации усложняются.

Первым этапом распределения электроэнергии является сетевое соединение между источником питания компании (ГПП) и глубокой входной подстанцией (ПГВ). Глубокой входной подстанцией - называется подстанция с первичным напряжением от 35 до 220 кВ, обычно после упрощения схем на первичное напряжение, которое подается непосредственно от электросети компании и на отдельное подразделение (котельную). Распределение происходит при напряжении 110 и 220 кВ и между ГПП и РП 10 (6) кВ, если распределение происходило при напряжении 10 (6) кВ.

Второй ступенью распределения является звено внутри котельной сети между РП и РУ вторичного напряжения ПГВ и цеховыми ТП или же отдельными электроприемниками высокого напряжения; как правило, это звено выполняется при помощи кабелей 10 (6) кВ.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 22 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | |

Выбор электрических цепей, приборов и устройств питания схемы должны исходить из нескольких экономичных решений с учетом необходимой надежности энергоснабжения, степени непрерывности энергоснабжения потребителей, последствий нарушения электроснабжения, возможностей и регенерации продукции бухгалтерского учета и бухгалтерской техники.

Коммутационные и распределительные панели, как правило, должны устанавливаться в электроустановках с розетками I и II категорий, требующих быстрой замены коммутационных устройств.

Все потребители делятся на три категории по надежности питания::

а) другие категории товаров "агенты", опасные для жизни перебои в энергоснабжении, значительный ущерб, причиненный сельскому хозяйству, ущерб дорогостоящему оборудованию и нарушения эксплуатации в важных муниципальных районах. Электрические приемники категории I должны питаться от двух независимых источников питания; прерывание допускается только в период автоматического восстановления энергии.

б) электроприемники II категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей. Эти электроприемники следует обеспечивать источником независимого питания от двух разных РУ, взаимозаменяющих друг друга. Для них возможны перерывы на время, необходимое для включения запасного питания оперативно-выездной бригады.

Электрические приемники могут питаться от одной кабельной линии, состоящей, по крайней мере, из двух кабелей, подключенных к общему устройству. При Центральном резерве конвертера и возможности замены поврежденного трансформатора на срок не более одного дня допускается поставка трансформатора.

в) электрооборудование III категории все остальные электрооборудование, не соответствующие определению категорий I и II.

В этих электрических приемниках питание может осуществляться через один источник питания, если сбой питания, необходимые для ремонта и замены поврежденного компонента системы питания, не превышают одного дня.

3.2.1 Схемы распределения электроэнергии в сетях 10 (6) кВ

На последующих фазах питания распределяется напряжение 10 (6) кВ, главным образом через кабельные линии. Воздушные линии строятся редко. Существует радиальная и магистральная схем распределения электроэнергии: в зависимости от количества и взаимного расположения подстанций или других электрических приемников относительно их точки питания. В конструкции обе схемы обеспечивают необходимую надежность питания электрических приемников

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 23 |

каждой категории. Схема выбирается на основе сравнения целесообразности и рентабельности.

Наиболее приемлемой является схема распределения радиального тока. Приведем краткое описание типов схем.

Схема радиального тока используется в основном в, когда нагрузка распределяется от центрального источника питания. Эти схемы бывают двух-и одноступенчатыми. Одноступенчатые схемы используются на небольших предприятиях, где распределенная мощность и территория невелики.

Крупные и средние предприятия используют одно-или двухступенчатые системы. В этих компаниях моно этапа схемы используются для доставки больших концентрированных нагрузок (насосы, компрессоры, преобразования единиц измерения и т. д.) непосредственно от источника основного питания (ГПП, ПЭК и т. д.) а также для питания рассредоточенных ПГВ. Для обеспечения небольших ценовых станций и высоковольтных приемников обычно используются двухступенчатые цепи, так как целесообразно и неэкономично загружать основные энергетические центры компании (ГПП, ТЭЦ) большим количеством небольших пусковых линий. Радиальные схемы с более чем двумя ступенями громоздки и непрактичны, поскольку посредничество и защита сложны.

В двухступенчатых радиальных цепях используются промежуточные точки распределения (РП). Все коммутационные устройства установлены на РП, а управляемые ими трансформаторные подстанции представляют собой слепое соединение трансформаторов. Иногда ценовые трансформаторы соединяются друг с другом с помощью выключателя нагрузки или выключателя.

Точки распределения и подстанции с электрическими приемниками категорий I и II, как правило, питаются от двух радиальных линий, каждая из которых работает отдельно на своей секции; если одна из них разделена, нагрузка автоматически воспринимается другой секцией. Если каждая линия питания не полностью загружена (мощность передачи) или сообщения, необходимо предпринять шаги по частичной разрядке в рабочем режиме.

Возможно подключение электроприемников II категории по одной воздушной двухцепной линии, либо по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей при соблюдении условий в параграфе 1.2.19 ПУЭ.

Для разумного использования устройств РУ мощность РП должна быть выбрана таким образом, чтобы линии питания, выбранные схемой или экономичной плотностью тока (с учетом режима после аварии), были полностью заряжены, а количество линий РП обычно не меньше 8-ми. Не следует выделять для маломощных линий отдельно шкафы РУ.

Наиболее удобны и экономичны магистральные схемы. Широко используются схемы трансформаторов основных блоков без рамок на подстанциях со сложными стержнями.

В энергосистемах основными приложениями являются линии электропередач 1600 А. линии электропередач до 1000 А и 4000 применяются шинопровод.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 24 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | |

Основные силовые линии обычно выполняются в виде замкнутых и полных маршрутов шинопроводов шин ШМА.

На этом основании потеря напряжения в трубопроводах не должна превышать 5%, длина шинопровода ШМА при их номинальной нагрузке и коэффициент мощности (0,7-0,8) не должна превышать 220 м при токе 1600 А.

Распределительные сети котлов могут быть отключены основными радиальными цепями. Мы выбираем второй вариант, наиболее подходящий для условий пространственного расположения электрических зарядов, а также для условий окружающей среды.

В радиальной преступного деяния устройств кругах поставлены до 1 кВ (полный устройства, монтажа, панелей и т. д.), из которых значительное количество трубопроводов, которые обеспечивают распределение очков или электроприемники большой или средней мощности, заглох. Схема требует установки большого количества коммутационных устройств в подстанциях и высокого энергопотребления на кабелях. Радиальные распределительные сети производятся в первую очередь за счет использования распределительных точек или панелей управления станций.

3.2.2 Схемы внутреннего электроснабжения в сетях с напряжением до 1 кВ

Следует избегать использования многоступенчатых цепей для внутреннего распределения энергии. Распределительные цепи с неиспользуемым оборудованием (трансформаторы, кабели, кабели) не должны допускаться. Питание потребителей I и II категорий в зависимости от надежности питания рекомендуется полными подстанциями (КТП).

Выбор двух трансформаторов КТП должен быть оправдан.

3.2.3 Трансформаторные подстанции

Основным компонентом распределительных сетей являются подстанции (ТП). Чтобы облегчить установку, техническое обслуживание и ремонт, схемы и конструкция ТП унифицируются. ТП предназначены для преобразования и распределения электроэнергии. Обязательным элементом ТП является высокое входное напряжение, трехфазный трансформатор с понижающей мощностью, низковольтные устройства (РУНН) и линии полного электропередачи, шины, соединяющие все элементы друг с другом. Коммутационные, контрольные, измерительные, защитные и регулирующие устройства должны устанавливаться в полных шкафах для электрических шкафов (КРУ). Шкафы КРУ производятся на заводах, что обеспечивает полную сборку всех компонентов и надежную работу электрооборудования. Использование дуги позволяет ускорить установку устройства. Оболочка безопасна для хранения, так как все захватывающие части закрыты металлической оболочкой.

3.3 Список оборудования и характеристика

Составим перечень оборудования котельной и дадим его краткую техническую характеристику. Для наглядности эти данные сведем в таблицу 4.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | 25 |

Таблица 4 – Электрооборудование котельной

| Наименование механизма | Электропривод | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|-----------|--------|-------|-------|------------|
| | тип двигателя | технические данные | | | | | |
| | | Рн, кВт | п, об/мин | КПД, % | Сos φ | In, А | № |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Насос центробежный консольный | 4A160S2Y3 | 15 | 2940 | 88 | 0,91 | 21 | H16 H17 |
| Дымосос левого вращения | 4AM250M6Y3 | 55 | 590 | 92,5 | 0,83 | 84 | D3 D4 |
| Вентилятор левого вращения | A 02-92-6 | 75 | 985 | 92,5 | 0,92 | 110 | B1 B7 |
| Электровентилятор | A 02-51-2 | 10 | 2900 | 88 | 0,89 | 17 | B2 B5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Дымосос правого вращения | 4AM250M6Y3 | 55 | 1455 | 90 | 0,90 | 84 | D1 D2 |
| Вентилятор правого вращения | 4A160S6Y3 | 11 | 975 | 86 | 0,86 | 16 | B6 B8 |
| Насос циркуляционный | 4AM100L2Y3 | 5,5 | 1480 | 90,5 | 0,90 | 10,5 | H12 H13 |
| Насос циркуляционный | 4AM100L2Y3 | 5,5 | 1480 | 90,5 | 0,90 | 10,5 | H7 H8 |
| Насос подпиточный | 4AM100L2Y3 | 5,5 | 2940 | 91 | 0,99 | 10,5 | H1 H2 |
| Насос Подпиточный | 4AM100L2Y3 | 5,5 | 2945 | 91 | 0,92 | 10,5 | H20 |
| Насос рабочей воды | 4A160S2Y3 | 15 | 2940 | 88 | 0,91 | 26 | H3 H4 |
| Насос исходной воды | 4A180S2Y3 | 22 | 2940 | 88,5 | 0,91 | 38 | H5 H6 |
| Насос промывочной воды | 4A100S2Y3 | 4 | 2880 | 86,5 | 0,89 | 7,5 | H14 H15 |
| Насос крепкого раствора соли | A 02-31-2 | 3 | 2880 | 84,5 | 0,89 | 7,0 | H18 H19 |
| Насос-дозатор | BAO-071-4 | 0,2 | 1380 | 64 | 0,70 | 4,0 | H22 |

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

13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ

Лист

26

| | | | | | | | |
|-------------------------|------------|-----|------|------|------|-----|------------|
| нитрата Na | | | | | | | |
| Задвижка на газопроводе | BAO-22-4 | 1,5 | 1415 | 78 | 0,80 | 6,0 | Г31 Г36 |
| Ротационная горелка | 4A80B2Y3 | 2,2 | 2850 | 83 | 0,87 | 6,5 | РГ1 РГ6 |
| Насос сетевой №1 | A02-92-2Y3 | 90 | 1500 | 95,2 | 0,88 | 170 | H9 |
| Насос сетевой №2 | A02-92-2Y3 | 90 | 1500 | 95,7 | 0,83 | 170 | H10 |
| Насос сетевой №3 | 4AM280M-Y3 | 160 | 1500 | 93,5 | 0,85 | 285 | H11 |
| Насос сетевой №4 | 4AM280M-Y3 | 160 | 1500 | 93,5 | 0,85 | 285 | H12 |

3.4 Техническое задание на проектирование системы автоматизации

Автоматизированная система дистанционного мониторинга электрических параметров газового котла должна выполнять следующие функции:

- Передача информации о параметрах газовых котлов (состояние насосов, клапанов, котлов, пожарная сигнализация и сигнализация, газовая сигнализация, значения температуры, давления, измеренные значения газового корректора, Тепловычислика и др.

- Автоматическое и ручное управление сетевыми, циркуляционными, циркуляционными и питательными насосами.

Климат-зависимый контроль температуры нагрева.

- Отправка экстренных SMS-сообщений на телефоны ответственных лиц в случае чрезвычайной ситуации в котельной.

К техническим средствам системы автоматики-диспетчера газовой котельной относится следующее оборудование:

- Электрическая Панель (Компоненты АВВ);
- Шкаф управления, в том числе программируемый логический контроллер аналоговый входной модуль, блок питания 24В; GSM-модем; 3G роутер; пульт оператора; блок питания 12В;
- Внешние устройства: газовый корректор, тепловычислитель, сигнализация метана, сигнализация окиси углерода, устройство пожарной сигнализации, группа непрерывности и другие устройства: клапаны, насосы, датчики и т. д.

Система автоматизации газового котла состоит из нескольких модулей управления:

- Модуль управления газом в котельной и управление газовым клапаном.

Детекторы газа должны быть установлены для контроля наличия газов в котельной окиси углерода (CO) и метана (CH₄). Когда газовая сигнализация включена, газовый клапан автоматически закрывается, и возникает газовая авария. В случае газовой аварии котельная останавливается или котельная не может быть запущена.

- Модуль управления сетевым насосом. В автоматическом режиме автоматизация котла выполняет периодическое переключение сетевых насосов (1

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 27 |

раз в день – период переключения насосов определяется панелью управления). Эта функция гарантирует одинаковое время работы каждого сетевого насоса. Работа насосов контролируется датчиком перепада давления. Кроме того, автоматизация контролирует перегрев насосов на термостате, непосредственно находящимся на насосах. На сетевых насосах, при отсутствии перепада давления, образуется перепад давления в течение 1 минуты. В случае перегрева одного из насосов, происходит авария насосной сети. В случае аварии перепада давления или аварии насоса насосы меняются.

- Модуль управления циркуляционными насосами работает аналогично модулю управления насосной сетью.

- Модуль управления для насоса циркуляции воздуха. В автоматическом режиме насос циркуляции воздуха контролируется разностью температур на выходе воды и на входе в котел. Разница температур на выходе и на входе котла определяется панелью управления и в большинстве случаев не должна превышать 15 °С.

- Модуль управления для питания сетевых цепей и котла. Когда давление сливной воды в сети или контуре котла уменьшается, соответствующий контур автоматически заполняется химически подготовленной водой. При подпитке открывается соответствующий электромагнитный клапан подпитки и включается насос подпитки. Если водопроводная вода, давление снижается, сбой давления водопроводной воды происходит.

-Модуль климат. При самостоятельной работе газового котла температура температуры нагрева изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха, при этом линейная зависимость представлена графически. Точки кривой управления, зависящей от климата, задаются пультом управления. Температура нагрева регулируется с помощью трехходового клапана на линии питания.

Система распределения газовых котлов состоит из двух независимых систем.:

-Система предупреждения SMS -сообщения операторам в случае чрезвычайной ситуации в газовом котле. В случае аварии или удаления в котельной система SMS-оповещения отправляет SMS-сообщения на мобильные телефоны ответственных лиц. Номера телефонов устанавливаются пультом управления.

Также должна работать система автоматизации отвода газового котла:

- Контроль за состоянием пожарной сигнализации. Система автоматизации дистанционного управления отслеживает состояние релейных выходов устройства пожарной сигнализации и охранной сигнализации, перечисленных в списке состояния этих устройств. Если сработает пожарная и охранная сигнализация, будут вызваны соответствующие несчастные случаи. Контроль доступа к котельной решен с помощью ключа, закодированного TouchMemory.

- Сбор данных с газового корректора и теплоанализатора и их передача на компьютер управления. Газовый корректор и теплопередающее устройство подключены к контроллеру через интерфейс RS-485 - 2. Программа контроллера опрашивает инструменты по протоколу обмена. Информация, полученная от

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 28 |

газового корректора и теплоанализатора, отображается на панели управления и записывается на долгосрочный носитель.

3.5 Итог внедрения системы автоматизации и диспетчеризации

Система автоматизации и планирования газовой котельной разрешает:

- Мониторинг рабочих параметров местного газового котла: газ, давление воды, возвращаемое давление воды, возвращаемое давление воды в контуре котла перепад давления в питающем насосе, дифференциальные циркуляционные насосы давления, прямая температура воды, температура воды, температура воды на выходе котла,

– Выполнить с панели оператора настройки и параметры системы автоматизации-диспетчеризации газовой котельной (временной интервал, график климата, номера телефонов операторов и т.п.) в случае аварийной ситуации.

- Посылать сигналы тревоги о сбоях, сигналы о состоянии оборудования (работа насосов, условия работы кранов, котлов и т.д.), параметры газового котла (давление, температура, расход), показания газового корректора и тепловычистителя на компьютер диспетчера.

- Интерфейс командно-прикладной программы, через который контролируются параметры котельной, должен быть удобным для пользователя и позволять работать с ним пользователям, обладающим лишь базовыми навыками управления компьютерными технологиями.

Вывод: система автоматики и распределитель газового котла позволяют управлять различными параметрами (давлением, температурой и т. д.), дистанционным управлением как отдельными агрегатами и агрегатами, так и всем котлом в целом.

4. ВЫБОР ТРЕБУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТРИНГА ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ.

Испытанные автоматические системы корпорации ОВЕН, применимы как установочное оборудование. Преимущества при выборе продукции этой компании основаны на стоимости системы. Цена на несколько основных элементов ниже, чем на сопоставимые основные элементы. Кроме того, выбор подтверждается следующими обстоятельствами:

- Компания управляет 25-летним рынком автоматизации и имеет более 150 изделий для создания АСУ ТП в любых условиях, при посредничестве собственного производства с современным оборудованием для серийного производства оборудования, за все годы эксплуатации выпущено более 4,5 млн. единиц и более 4 млн. датчиков.

- Данная продукция пользуется спросом и работает на многих предприятиях в России и странах СНГ.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 29 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | |

- На территории Российской Федерации и стран СНГ насчитывается более 120 официальных дистрибьюторов.
- У компании есть региональная сеть сервисных центров.
- Более 150 российских ВУЗов оснащены устройствами ОВЕН.
- Активно работает в федеральная программа импортозамещения.
- Техническая поддержка системы: 24 × 7.

4.1 Подбор оборудования

Система используется в выбранной конфигурации для управления четырьмя имеющимися котлами, с непрерывным контролем сгорания, всеми сетевыми насосами (2 летних и 2 зимних), дымовыми насосами, системой подачи насоса, циркуляционными насосами, контролем температуры хладагента в линии подачи, автоматическим обнаружением неисправности оборудования котла и отправкой кроме того, должна быть обеспечена возможность легкой регулировки параметров режимов работы оборудования и датчиков котла.

Выберите оборудование системы автоматического управления и внесите данные об оборудовании объекта в таблицу для иллюстрации.

Таблица 5– Оборудование, выбранное для системы дистанционного контроля

| № п/п | Наименование модуля | Маркировка | Кол-во, шт | Производитель |
|-------|---------------------|---------------------|------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Контроллер | СПК207 | 1 | «Овен» |
| 2 | Модуль вывода | МУ110-224.16Р | 1 | «Овен» |
| 3 | Модуль вывода | МУ110-224.8Р (МВУ8) | 1 | «Овен» |

Продолжение таблицы 5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|----------------------------|----------------|----|--------|
| 4 | Модуль ввода | МВ110-224.16Д | 2 | «Овен» |
| 5 | Модуль аналогового ввода | МВ110-224.8А | 2 | «Овен» |
| 6 | Блок питания 24в/60Вт. | 220-/DC 24v | 1 | |
| 7 | Светодиодный индикатор | АС-230v - D22 | 3 | «Овен» |
| 8 | Реле промеж РЭК | РЭК 78/79-220в | 25 | «ИЕК» |
| 9 | Автоматический выключатель | ВА47-29-1п. 1А | 6 | «ИЕК» |

Автоматизация управления позволит подключиться к центральной и индивидуальной системе управления тепловыми точками (ЦТП и ИТП), которая

позволит пускать горячую воду (ГВС), пускать холодную воду (ХВС) и ремонтировать здания и объекты. Применение системы значительно улучшит эксплуатационные и хозяйственные характеристики, поможет решить проблемы бесперебойной подачи холодной и горячей воды, а также теплоснабжения зданий и объектов и позволит дистанционно контролировать работу диспетчерского пульта. Имеется возможность подключения иного внешнего оборудования: тепловычислителя Теплоком ВКТ-7, корректора газа Теплоком ВКГ-3Т, сигнализатора загазованности CH₄ Seitron SGAMET, прибора пожарно-охранной сигнализации Алмаз-10У, сигнализатора загазованности CO Seitron SGACO и другого оборудования.

Если автоматизация системы управления используется на основе расчетных данных и всего практического опыта, то процент электроэнергии сохраняется до 40% и воды до 30%, при этом нормы водоснабжения и отопления сохраняются в соответствии с требованиями СанПиН и СНиП.

Температурные датчики и датчики давления в контуре охлаждающей жидкости должны быть установлены на трубопроводе котла; датчик температуры для управления нагревом охлаждающей жидкости в коллекторе. В котлах мы также устанавливаем датчик температуры, который контролирует температуру охлаждающей жидкости, нагретой котлом.

Датчик температуры наружного воздуха за пределами котельной в месте, защищенном от солнечного света и осадков. Температура охлаждающей жидкости котлами должна регулироваться в соответствии с программой, установленной точкой измерения.

Если сигнал "авария" получен из-за нарушения или превышения параметра, устройство падения отключается и аварийное устройство вводится в эксплуатацию.

Режим работы устройства и параметры котла контролируются встроенным контроллером СПК207.

В качестве входных датчиков используются датчики давления и термометры сопротивления с токовым выходом от 4 до 20 мА в рабочем диапазоне.

Схема функционирования системы показана на рисунок 3.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 31 |

Функциональная схема системы автоматизированного
дистанционного мониторинга параметров
газовой котельной

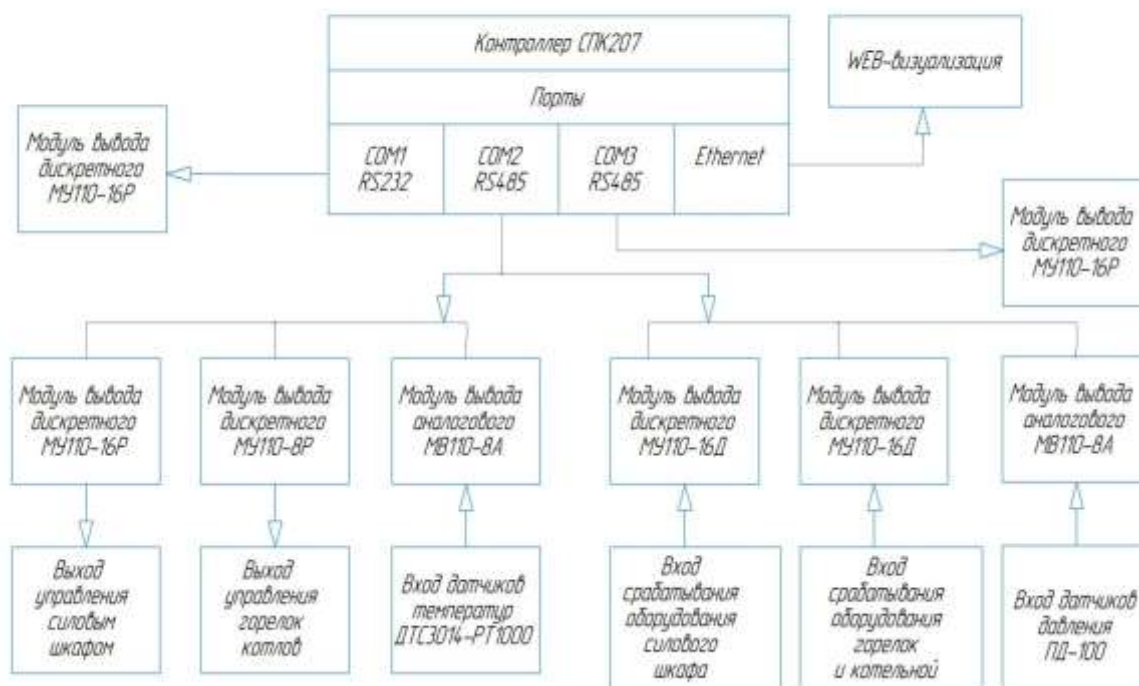


Рисунок 3 – Функциональная схема системы

Схема расположения оборудования котельной указана на рисунке 4.

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

13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ

Лист

32

Схема расположения датчиков давления и температуры

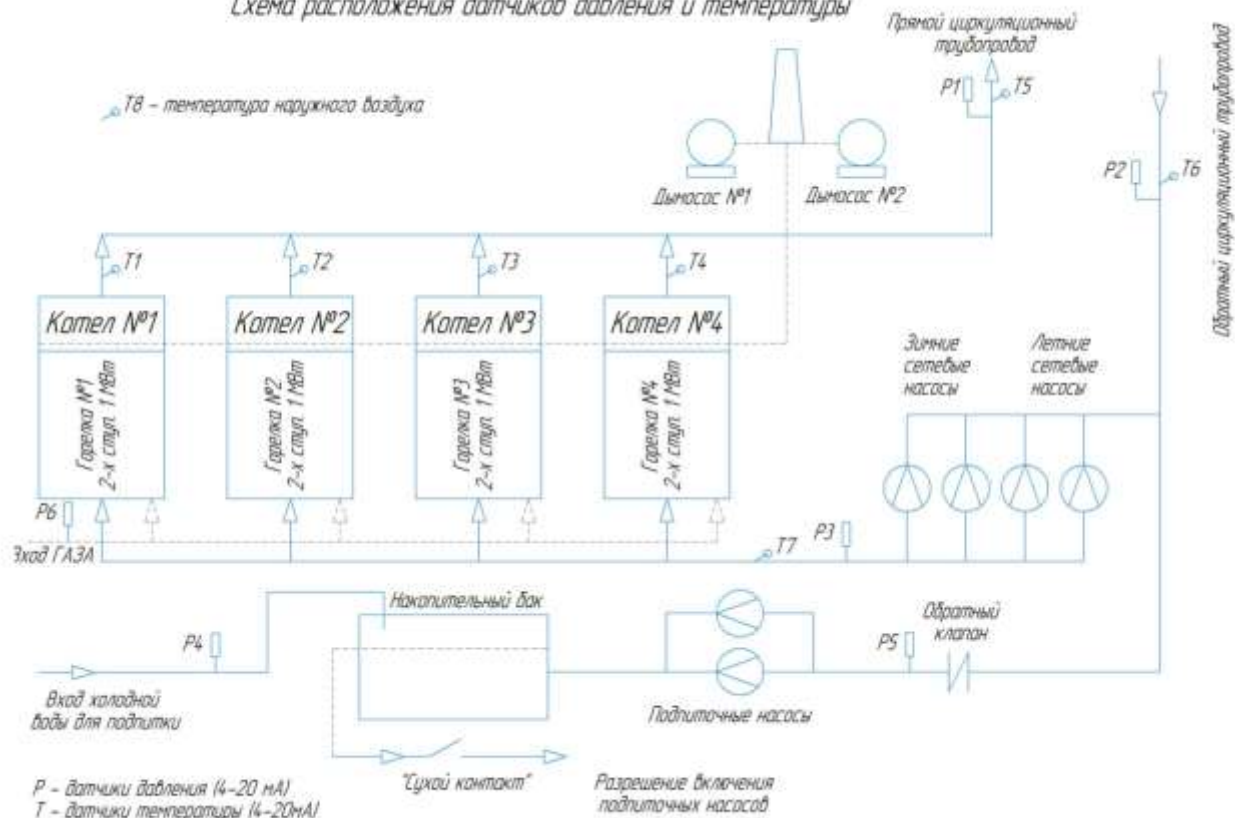


Рисунок 4 - Схема расположения оборудования котельной

4.2 Представление программируемого логического контроллера СПК207

Технические данные ПЛК СПК207 представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Технические данные ПЛК СПК207

| Наименование | Значение |
|--|---|
| 1 | 2 |
| Центральный процессор | Texas Instruments Sitara 800MHz ARM Cortex™-A8 Core |
| Встроенная память | SDRAM 128 Мб, Flash 128 Мб |
| Разрешение дисплея, пиксел | 800 × 480 |
| Количество отображаемых цветов | 65536 |
| Сенсорная панель | есть |
| Минимальное сопротивление нагрузки аудиовыхода, Ом | 16 |
| Тип дисплея, диагональ, мм | цветной TFT, 178 (7,0) цветной FT, 260 (10,1) |

| 1 | 2 |
|---|--|
| Напряжение питания | от 90 до 264В (номинальные значения 230В) |
| Мах потребляемая мощность | 40 |
| Все модификации | 1 × Ethernet10/100 Мбит/с, 1 × USB-device, 1 × USB-Host (480 Мбит/с), 1 × RS-232 |
| гальванически изолированные порты | COM 2 (RS-232/RS-485) COM3 (RS-232/RS-485) |
| Поддерживаемые скорости передачи | |
| RS-232, RS-485 | 4800,9600,19200,38400,57600,115200 |
| CAN | 100000, 125000, 250000, 500000, 1000000 |
| Дополнительные параметры интерфейсов RS-232, RS-485 | |
| Количество бит данных для интерфейсов | 5, 6, 7, 8 |
| Количество стоп-бит | 1; 1,5; 2 |
| Тип четности | Нет (None), Чет (Even), Нечет (Odd), Всегда 1 (Mark), Всегда 0 (Space) |
| Тип контроля потока: COM1, COM2, COM3 | RTS, CTS, DTR, DSR, DCD, RI, XON/XOFF, без контроля потока; без контроля потока |

ПЛК сделан на основе микропроцессора ARM Cortex™- A8 Core с тактовой частотой до 800МГц имеет динамическое ОЗУ (SDRAM) объемом 128 Мб, энергонезависимую память (NAND Flash) объемом 128 Мб, энергонезависимое статическое ОЗУ (MRAM) объемом 128 кб. Имеет встроенный жидкокристаллический TFT дисплей, разрешением 800×480 точек и способностью отображать 65536 цветов, с резистивной сенсорной панелью. Оснащен портом Ethernet 10/100 Мбит/с, одним портом USB Host, портом USB Device, интерфейсом для работы с SD картами памяти, полномодемным интерфейсом RS-232 (COM1).

ПЛК имеет два гальванически развязанных последовательных порта (COM2 и COM3). В зависимости от того каковы настройки панели, возможна связь с другими приборами с помощью данных портов по интерфейсам RS-232, RS-485, CAN. Порт COM2 может быть сконфигурирован для работы по интерфейсам RS-232/RS-485, CAN. Порт COM3 может быть сконфигурирован для работы по

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 34 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020, 09.00.00 ПЗ | | | | | |

интерфейсам RS-232/RS-485. Конфигурация портов COM2 и COM3 определяется в процессе создания проекта.

Есть энергонезависимые часы реального времени, пьезоизлучатель, аудио линейный выход, интерфейс отладки для встроенного ПО.

СПК207 оснащен функциональными клавишами и светодиодными индикаторами, цель которых устанавливается пользователем при создании проекта.

ПЛК предлагает следующие функции:

- отображает состояние управляемого объекта в режиме реального времени с графическими символами (вид, график, линия, аппаратная легенда и т. д.);
- отображает элементы, с помощью которых оператор напрямую управляет функцией объекта;
- проверка работы других устройств через коммуникационные интерфейсы; интерфейсы связи; ввод значения других устройств, к которым подключена панель.

Схема конструкции показана на Рисунке 5

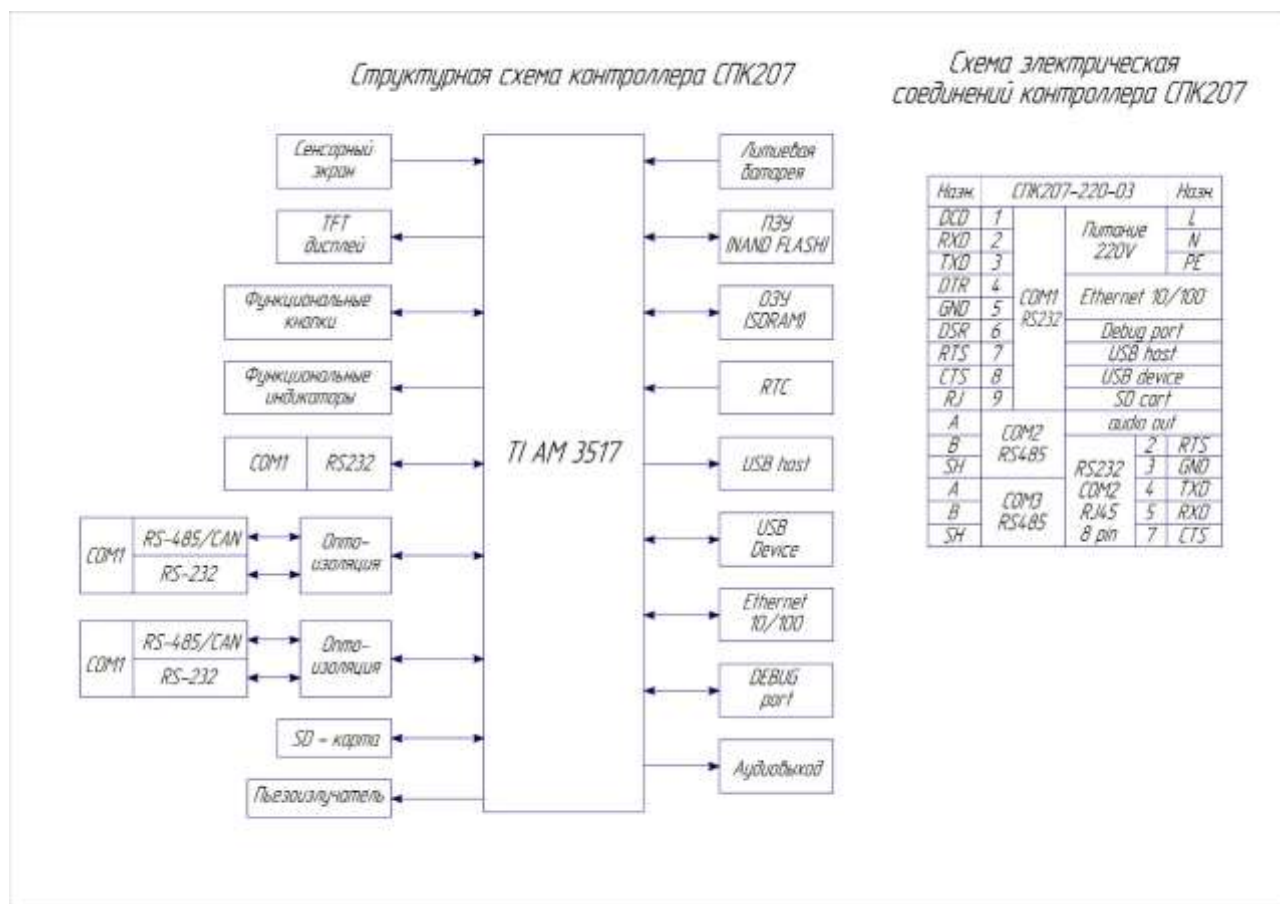


Рисунок 5 - Схема соединений контроллера СПК207.

4.3 Представление модуля вывода МВУ8.

Функция инструмента МВУ8 заключается в преобразовании цифровых сигналов, передаваемых по сети RS-485, в аналоговые или дискретные управляющие сигналы приводов. МВУ8 может управлять от одного до восьми сервомоторов.:

- 2-х позиционными (ТЭН–ы, холодильники, вентиляторы и т. д.).)
- 3-х позиционными (клапаны с постоянной скоростью, клапаны, поворотные клапаны, регулирующие клапаны и т. д.).)
- ИМ с аналоговым управлением, сигнализацией или защитным оборудованием.

МВУ8 работает в сети RS-485 по стандартным протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBusASCII, DCON.

Конфигурация МВУ8 выполняется с помощью ПК через адаптер интерфейса RS485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3 или АС4).

Технические характеристики МВУ8 представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики блока МВУ8

| Наименование | Значение |
|--|--|
| Напряжение питания | Переменный ток 90...264В частотой 47...63Гц |
| Потребляемая мощность | не более 12В×А |
| Количество выходных элементов | 8 |
| Интерфейс связи с компьютером | RS-485 |
| Протокол связи для передачи информации | ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON |
| Степень защиты корпуса | IP20 |
| Габаритные размеры прибора | 157x86x57мм |
| Масса прибора | не более 0,5кг |
| Средний срок службы | 8 лет |
| Значение выходных рабочих электрических параметров | Реле электромагнитное 4А при напряжении не более 220 В частотой 50Гц ($\cos \phi > 0,4$) |

Устройство предназначено для использования при следующих условиях:

- взрывозащищенные закрытые камеры без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего пространства: от + 1 до + 50 ° С;
- верхнее значение относительной влажности-80% при + 25 ° С и более низкие температуры без конденсации;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

За устойчивость к погодным воздействиям в эксплуатации МВУ8 отвечает исполнительная группа В4 по ГОСТ 12997-84.

МВУ8 соответствует проектной группе N1 по ГОСТ 12997-84 по устойчивости к механическим ударам при эксплуатации.

Схема структуры трехпозиционного управления на чертеже 6

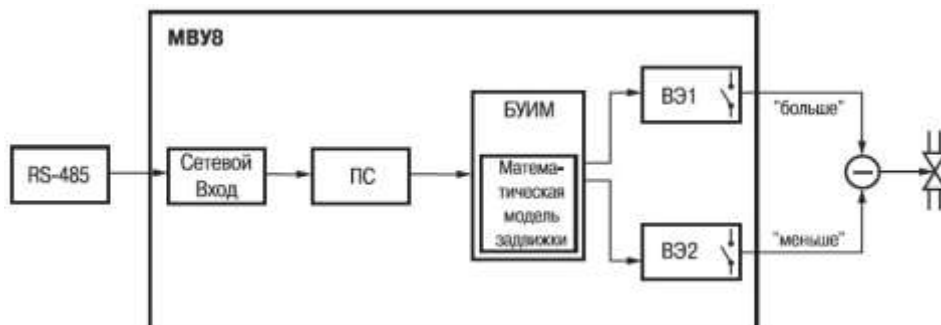


Рисунок 6– Структурная схема управления трехпозиционным ИМ.

4.4 Блок универсального аналогового ввода МВ110-224.8А

Устройство работает в сети RS-485 с протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, Modbus-ASCII, dcon. Тип протокола определяется автоматически инструментом.

Устройство имеет следующие гальванически изолированные цепи:

- подающее питание устройство;
- поддержка RS-485 интерфейс;
- с индивидуальными входами.

Сопротивление электрической изоляции составляет 1500 В.

Технические характеристики устройства указаны в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики прибора МВ110-224.8А

| Наименование | Значение |
|--|--------------|
| Напряжение питания: | 220 В, 50 Гц |
| Потребляемая мощность, В×А | 6 |
| Количество аналоговых входов | 8 |
| Разрядность АЦП, бит | 16 |
| Время опроса одного входа: | |
| термометры сопротивления, сек, не более | 0,9 |
| термоэлектрические преобразователи, сек, не более | 0,6 |
| Электрическая прочность изоляции цепей, В | 1500 |
| Интерфейс связи с компьютером | RS-485 |
| Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек | 115200 |

| | |
|--|--------------------------------------|
| Протокол связи, используемый для передачи информации | ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON |
| Степень защиты корпуса | IP20 со стороны передней панели |
| Продолжение таблицы 7 | |
| Масса прибора, кг, не более | 0,5 |
| Средний срок службы, лет | 10 |
| Средняя наработка на отказ, ч, не менее | 50 000 |

Датчики, подключенные к устройству, используются для управления физическими параметрами объекта (температура, давление, расход и т. д. и для процесса оптимального преобразования электрических сигналов.

Датчики аппаратуры входного сигнала использованы:

- тепловое сопротивление;
- активный преобразователь с аналоговым выходным сигналом, таким как постоянное напряжение, сопротивление или ток;
- датчики положения исполнительных механизмов;
- датчики положения исполнительных механизмов;
- сухие контакты реле.

Тепловые резисторы используются для измерения температуры в положении датчика. Эти датчики работают по принципу воспроизводимой и стабильной зависимости от термостойкости металла. Специально обработанная медная, платиновая или никелевая проволока часто используется в качестве материала для ее изготовления.

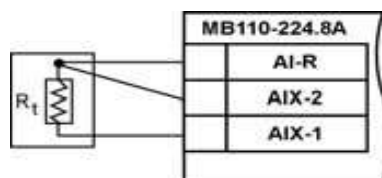


Рисунок 7 – Пример схемы подключения ТС к входу прибора MB110-224.8A

Активный сенсорный элемент используется при измерении физических параметров, таких как давление, температура, расход, высота и т.д. Для аналоговых выходов с выходным сигналом являются напряжение постоянного тока, сила тока или сопротивление датчика. Питание подается через внешний источник питания.

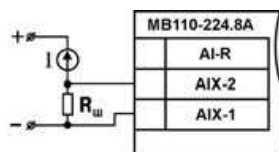


Рисунок 8 – Схема подключения АП к входу прибора МВ110-224.8А

Подключения датчиков с выходным сигналом в виде постоянного напряжения (минус 50, 0 до 50.0 мВ, от 0 до 1.0 V) и сопротивление (25...2000 Ом) могут быть транспортированы непосредственно к входным контактам устройства.

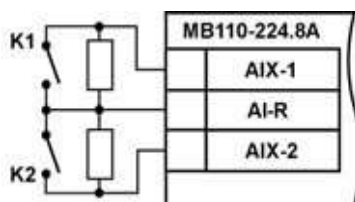


Рисунок 9 – Схема подключения ДПН к входу прибора МВ110-224.8А

Датчики положения используются для определения текущего положения уплотнения и управления клапанами, вентилями и т. д. при установке технологических параметров. Устройство может обрабатывать сигналы от датчиков с выходным током 0...5 мА, 0...20 мА. При подключении этого типа датчика устройство похоже на подключение передатчика с выходным током.

Датчики положения сопротивления, наиболее часто используемые в этой области. Для датчиков этого типа в качестве сенсорного элемента используется резистор с переменным сопротивлением, ползунок которого механически соединен с управляющей частью блока.

МВ110-224.8 А обрабатывает сигналы датчика с сопротивлением от 25 до 900 Ом или от 25 до 2000 Ом. С помощью последовательного зонда объект указывает (температура, давление и т. д.) преобразуются в числовые значения из данных НСХ, где они фильтруются против помех и корректируются пользовательскими параметрами. Датчики автоматически добавляются в список требований и устанавливаются время запроса для каждого местоположения. Время запроса составляет от 0,3 до 30 секунд. Если вход не запрашивается на определенной частоте, устройство автоматически увеличивает время запроса как можно ниже.

Таблица 8 – Характеристики входных сигналов

| Наименование | Диапазон измерений, % | Знач. единицы младшего разряда, ед. изм. | Предел погрешности, % |
|---|-----------------------|--|-----------------------|
| Дискретные датчики с выходом типа «сухой контакт» | | | |
| Датчики контактные («сухие») | 0 и 100 | Не | ±0,25 |

| | | | |
|---|----------------|-----------------|-------|
| | | устанавливается | |
| Сигнал постоянного напряжения | | | |
| от минус 50 до 50 мВ | 0...100 | 0,1 | ±0,25 |
| Унифицированные сигналы по ГОСТ 26.011-80 | | | |
| от 0 до 5 мА | 0...100 | 0,1 | ±,25 |
| от 0 до 20 мА | 0...100 | 0,1 | |
| от 4 до 20 мА | 0...100 | 0,1 | |
| Датчики положения задвижек | | | |
| Резистивный (от 25 до 900 Ом) | от 2,8 до 100 | 1 | ±0,25 |
| Резистивный (от 25 до 2000 Ом) | от 1,26 до 100 | 1 | |
| Токовый от 0 (4) до 20 мА | от 0 до 100 | 1 | ±0,25 |
| Токовый от 0 до 5 мА | от 0 до 100 | 1 | |

4.5 Блок дискретного ввода МУ110-224.16Р

Технические характеристики приведены в таблице 9

Таблица 9 - Технические характеристики модуля ввода МУ110-224.16

| Наименование | Значение |
|--|--|
| Напряжение питания | 90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47...63 Гц |
| Потребляемая мощность, ВА, не более | 12 |
| Количество дискретных выходных элементов | 16 |
| Тип дискретных выходных элементов | Реле электромагнитное |
| Интерфейс связи с компьютером | RS-485 |
| Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек | 115200 |
| Протокол связи, используемый для передачи информации | ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON |
| Степень защиты корпуса | IP20 |
| Габаритные размеры прибора, мм | (63x110x75)±1 |
| Масса прибора, кг, не более | 0,5 |
| Средний срок службы, лет | 8 |
| Наименование | Значение |
| Напряжение питания | 90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47...63 Гц |

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

13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ

Лист

40

Устройство оснащено 16-ю реле. Каждый выход МУ110, независимо от других, может работать в режиме генерации сигнала ШИМ.

Электромагнитное реле позволяет подключать нагрузку с максимально допустимым током 3А при 250 в 50 Гц или 3А при постоянном напряжении 30 В.

Дискретный ВЭ МУ110 управляется драйвером, ПК с системой SCADA, подключенным к драйверу OPC МУ110-16Р (К), и другой программой, настроенной с помощью библиотеки ОВЕН WIN DLL или работающей с протоколами ModBus или DCON.

Реле управляется отправкой групповой команды для включения / выключения. Когда вы получаете группу команд для включения / выключения ВЭ, устройство останавливает генерацию сигнала ШИМ и вставляет выходы в указанное состояние. Установка поддерживается до тех пор, пока не будет получена следующая групповая команда или не будет отправлена команда, определяющая цикл обслуживания сигнала ШИМ.

Схема электромагнитного реле типа ВЭ на рисунке 10

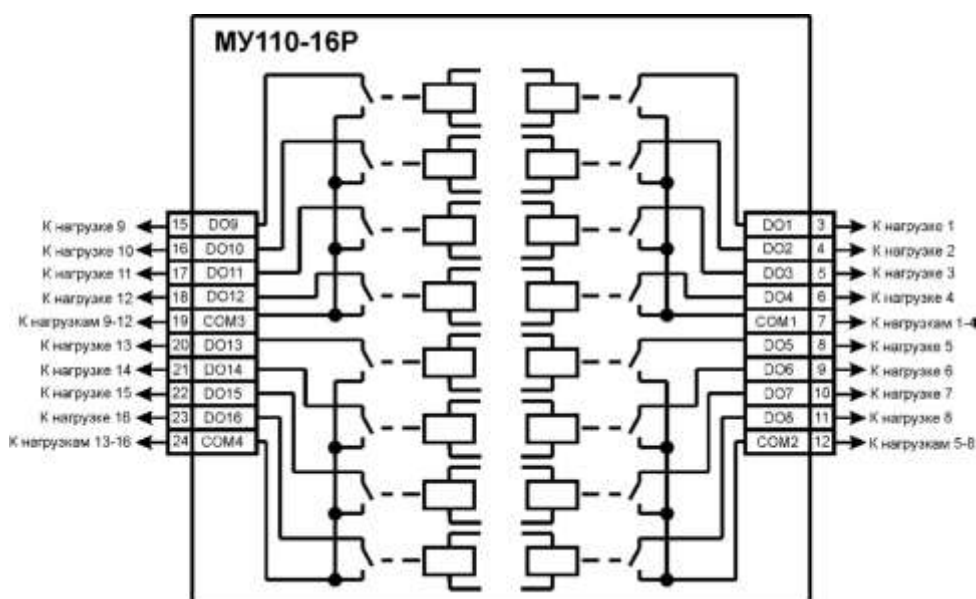


Рисунок 10 – Схема подключения к ВЭ типа электромагнитное реле

4.6 Блок ввода MB110-224.16Д

MB110 работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. MB110 не является мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь мастер сети, такой как ПК с системой SCADA, контроллером или контроллером.

MB110 предлагает бесплатный драйвер OPC и библиотеку WIN DLL, которая рекомендуется при подключении устройства к системам SCADA и

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

драйверам других производителей. МВ110 настраивается с помощью адаптера интерфейса RS-485 / RS232 или RS - 485 / USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4) с помощью конфигуратора М110, входящего в комплект ПК.
Основные технические характеристики МВ110 приведены в таблице 10.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

Таблица 10 – Характеристики прибора MB110-224.16Д

| | |
|---|---|
| Наименование | Значение |
| Напряжение питания | 90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47...63Гц |
| Потребляемая мощность, В×А, не более | 6 |
| Количество дискретных входов | 16 |
| Тип датчика дискретного входа | см. таблицу 2.2 |
| Интерфейс связи с компьютером | RS-485 |
| Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек | 115200 |
| Протокол связи, используемый для передачи информации | ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON |
| Степень защиты корпуса | IP20 |
| Габаритные размеры прибора, мм | (63x110x74)±1 |
| Масса прибора, кг, не более | 0,5 |
| Средний срок службы, лет | 8 |

Параметры дискретных входов представлены в таблице 11

Таблица 11 – Параметры дискретных входов

| Наименование параметра | Значение | |
|--|------------------------------------|--|
| | Дискретный вход (Д) | Дискретный двунаправленный вход (изолированный) (ДН) |
| 1 | 2 | 3 |
| Гальваническая развязка дискретных входов | - | Групповая |
| Электр. прочность изоляции дискретных входов, В | - | 1500 |
| Макс. частота сигнала, подаваемого на дискретный вход, кГц | 1 | |
| Минимальная длительность импульса, воспринимаемого дискретным входом, мс | 0.5(скважность 2 для частоты 1кГц) | |
| Напряжение питания дискретных входов, В | - | 24±3 |
| Максимальный входной ток дискретного входа, мА, не более | 7 | 8,5 (при напряжении питания входа 27В) |

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

13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ

Лист

43

| | | |
|--|--|--|
| Ток «логической единицы», мА, не менее | - | 4,5 |
| Ток «логического нуля», мА, не более | - | 1,5 |
| Сопротивление контакта (ключа) и соединительных проводов, подключаемых к дискретному входу, Ом, не более | 100 | - |
| Тип датчика дискретного входа | датчики, имеющие на выходе транзисторный ключ n-p-n- типа (открытый коллектор) | датчики, имеющие на выходе транзисторный ключ n-p-n- типа (открытый коллектор) или p-n-p- типа |

Прибор может работать при следующих условиях:

- взрывозащищенные камеры, свободные от паров и коррозионных газов. ;
- температура окружающей среды ниже 10 до + 55 ° С;
- на верхней границе относительной влажности 80% при + 25 ° С и при более низких температурах без конденсации влажности;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

С точки зрения атмосферостойкости во время эксплуатации установка исполнительной группы В4 соответствует ГОСТу Р52931-2008.

Что касается устойчивости к атмосферному давлению, то прибор относится к группе Р1 по ГОСТ Р52931-2008.

Схема подключения к МВ110-16Д показана на рисунке 11.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 44 |

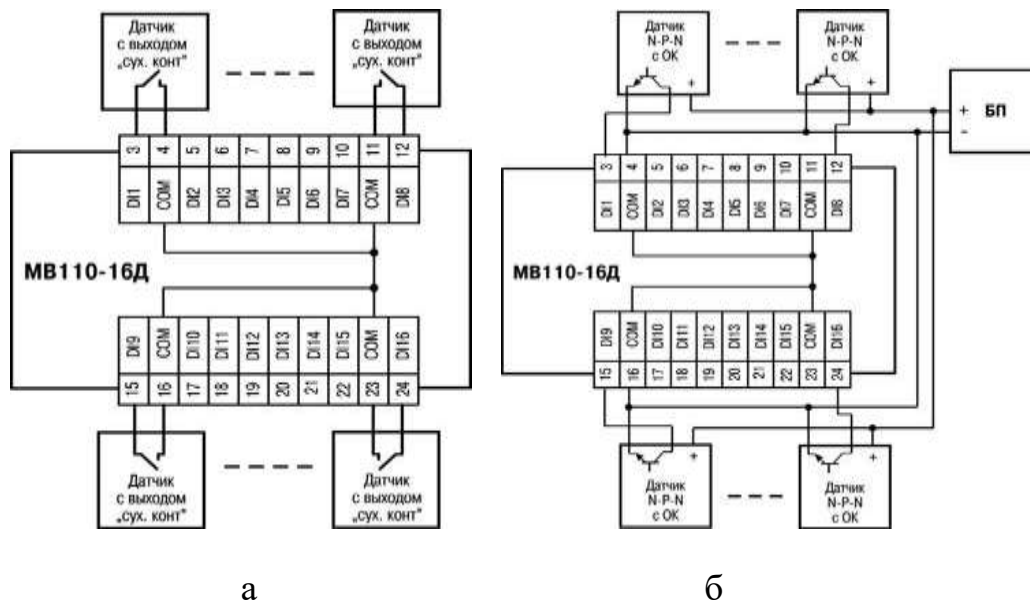


Рисунок 11 – Схема подключения к MB110-16Д а) дискретных датчиков с выходом типа «сухой контакт» б) трехпроводных дискретных датчиков имеющих выходной транзисторы n-p-n типа

4.7 Блок питания БП60Б-ДЗ-24В/60Вт.

Таблица 12 – Технические характеристики блока БП60Б-ДЗ-24

| Характеристика | Значение |
|--|-------------------------------|
| 1 | 2 |
| Входное напряжение, В: переменного тока постоянного тока | от 85 до 264 от 110 до 370 |
| Частота входного переменного напряжения, Гц | от 45 до 65 |
| Номинальное выходное напряжение, В | 24 |
| Максимальная погрешность выходного напряжения, %, не более | ± 1 |
| Амплитуда пульсаций выходного напряжения, мВ, не более | 120 |
| Максимальный выходной ток (I _{нагр. макс}), А | 2,50 |
| Порог срабатывания защиты от перегрузки по току | (1,2..1,4)I _{мах} |
| Емкость нагрузки, мкФ, не менее | 5000 |

Блок по принципу действия – импульсный, по схеме однотактного обратного преобразователя; имеет вход радиочастотной интерференции, гальваническое разделение входа и выхода. Встроенный выход защиты от перегрузки, перегрева и короткого замыкания.

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

13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ

Лист

45

Блок состоит из пластикового корпуса с креплением на DIN-рейку и состоит из двух частей, соединенных между собой запорным механизмом. Для рассеивания тепла, выделяющегося при работе устройства, на нижней и верхней сторонах корпуса предусмотрены вентиляционные отверстия.

4.8 Подбор и технические характеристики применяемых датчиков

4.8.1 Преобразователь давления измерительный ПД-100

Передачик давления ОВЕН ПД100 может непрерывно преобразовывать параметр измерения (давления) нейтральных и неагрессивных дисковых датчиков в стандартный выходной сигнал от 4 до 20 мА и стандартный жесткий цифровой выходной сигнал или цифровой выходной сигнал RS-485.

Условия эксплуатации: температура воздуха: от + 1 до + 50 ° С; давление воздуха: от 86 до 106,7 кПа; относительная влажность воздуха (при + 35 ° С): от 30 до 80%.

Датчики используются в системах автоматического управления технологическими процессами и систем управления в различных отраслях промышленности и коммунальных услуг в котельных, железнодорожных станциях, ГЭС и насосных станциях на КНС, в гидротехнических сооружениях, на объектах газового хозяйства и т. Д. Датчики могут работать в различных средах, например, в жидкостях, в том числе агрессивных, паровых, газовых, различных формах смеси и смешивания, неагрессивные материалы измеряют мембрану и герметизируют трубу, при давлении, не превышающем верхний предел датчика.

Датчики соответствуют всем требованиям класса А по устойчивости к электромагнитным помехам согласно ГОСТ Р 51522-99. Вид корпуса из нержавеющей стали и минимальное количество съемных деталей обеспечивают высокую защиту от коррозии, влаги и пыли со степенью защиты до IP68. Кабель соединен с разъемом EN175301-803 форма А (DIN43650 А). Предел перегрузки детекторного элемента составляет 200% ВПИ и выше.

На рисунке 12 показана схема внешних электрических соединений преобразователя ПД100.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 46 |

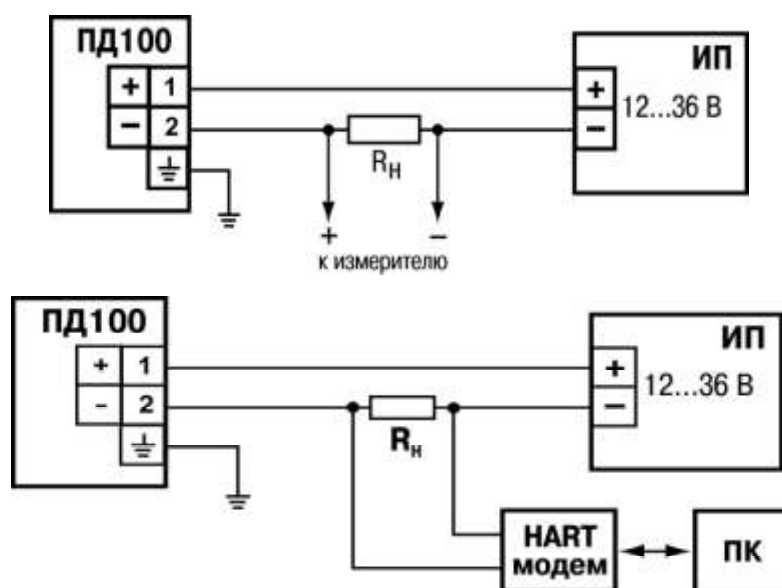


Рисунок 12 – Схема внешних электрических соединений преобразователя ПД100, обеспечивающего на выходе унифицированный токовый сигнал в диапазоне 4–20 мА и имеющего интерфейс стандарта HART, в общепромышленном исполнении.

4.8.2 Датчики температуры ДТС 3014-РТ1000.

Датчики служат для постоянного измерения температурных отметок различных сред, сыпучих и твердых материалов в промышленности, отопления, вентиляции и кондиционировании воздуха. Преобразование изменения температуры в изменение электрического сопротивления при постоянном токе - принцип действия.

Таблица 13 – Характеристики датчиков ДТС 3014-РТ1000

| Характеристика | Значение |
|--|---------------|
| Номинальная статическая характеристика (НСХ) | Rt 1000 |
| Диапазон измеряемых температур, °С | -50...120 |
| Количество чувствительных элементов, шт. | 1 |
| Класс допуска | В |
| Схема соединения | двухпроводная |
| Степень защиты (по ГОСТ14254) | IP67 |

Таблица 14– Электрическое сопротивление изоляции датчиков ДТС 3014-РТ1000

| Температурный диапазон, °С | Электрическое сопротивление изоляции, МОм, не менее |
|----------------------------|---|
| от 15 до 35 | 100 |
| от 100 до 250 | 20 |

| | |
|---------------|-----|
| от 251 до 450 | 2 |
| от 451 до 650 | 0,5 |

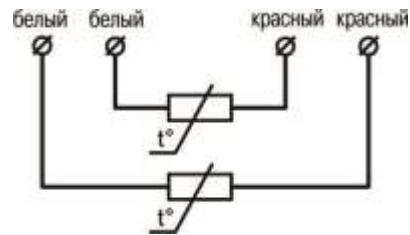


Рисунок 13 – Схемы внутренних соединений проводов для датчиков типа ДТС ХХ4 с одним ЧЭ и ДТС 3ХХ4.

4.9 Описание и технические свойства модема ПМ01

Модем SIM-карты предназначен для удаленной передачи данных через беспроводные системы связи GSM с устройствами с интерфейсами последовательной связи.

Модем может использовать такие функции, как прием и передача SMS-данных и передача данных с использованием CSD обмен данными, используя GPRS, через последовательный интерфейс RS-232 и RS -485 интерфейсы и обмен информацией об указанных интерфейсов с использованием GSM 07.05 и GSM 07.07-выполнять команды сеть GSM отображает запись и передачу данных в режиме GPRS, а также автоматическую перезагрузку модема в зависимости от настроек.

Модем изготовлен в пластиковом корпусе, предназначенном для установки в направляющую DIN.

Технические характеристики модема представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Данные модема ПМ01

| Параметр | Значение |
|---|---|
| Диапазон напряжений питания постоянного тока, В | от 10 до 30 |
| Диапазон напряжений питания переменного тока, В | от 90 до 264 |
| частота, Гц | от 47 до 63 |
| Максимальная потребляемая мощность, не более, В×А | 15 |
| Рабочий частотный диапазон | EGSM900/DCS1800/P CS1900 |
| Класс выходной мощности передатчика | 4 (EGSM900/GSM850), 1 (DCS1800/PCS1900) |
| Класс мобильного оборудования | В |

| | |
|--|---|
| GPRS мультислот класс | 10 |
| Скорость обмена в режиме CSD, бит/с | 9600 |
| Скорость обмена в режиме GPRS, бит/с | прием – до 85600 передача – до 42800 |
| Поддерживаемые типы SMS | SMS-MO, SMS-MT, |
| Поддержка SIM-карт | 1,8В и 3В |
| Интерфейс связи с компьютером | RS-232, RS-485 |
| Диапазон скоростей обмена по последовательному интерфейсу связи, бит/с | от 1200 до 115200 |
| Периодавтоматической перезагрузки, ч | от 0до 170 |
| Степень защиты корпуса | IP20 |
| Масса модема, кг, не более | 0,25 |
| Габаритные размеры модема (длина×высота×глубина), мм | 22,5×101,8×120,3 |
| Средний срок службы, лет, не менее | 8 |

4.10 Настройка модема

Чтобы начать работать и настроить модем, выполните следующие действия :

- 1) Подключите модем к компьютеру с помощью прямого кабеля или интерфейсного преобразователя.
- 2) Подключитесь к программе "HyperTerminal". Для Windows XP: запустите программу ПУСК–Программы–Стандартные–Связь.
- 3) Создайте новое соединение, выберите COM-порт, к которому модем подключен напрямую.
- 4) Сконфигурируйте порт, установите следующие параметры подключения: скорость передачи данных-9600 бит данных-8 четность-нет количество стоп-битов - 1 управление потоком отсутствует.

Для проведения опроса мы используем программу «ВКТ7Easy2 v3.44». Сначала требуется настроить порт ПК в «Настройки» выберем пункт «Настройки канала связи», далее, в открывшемся окне, указываем номер COM порта, к которому подключен модем, и скорость 9600. В качестве подготовки к работе, необходимо указать «AT».

TCP-сервер, к которому вы обращаетесь. Он должен иметь статический IP-адрес.

Клиенты TCP обрабатывают требования к серверу TCP. Он может иметь динамический IP-адрес.

Сначала требуется:

- 1) Настроить подключения ПЛК через GPRS, для этого надо:
 - отрегулировать интерфейс модема, в случае отличия (укажите скорость, по умолчанию 9600)
 - в конфигурации драйвера PPP введите имя пользователя и пароль для подключения к GPRS-серверу мобильного оператора.

- запись в оба SP-файла, extconf.cfg с точкой доступа для оператора используется в зависимости от типа IP-адреса.

- пользователь указывает в конфигурации универсального устройства Modbus IP-адрес сервера (lectus-PC).

2) Убедиться, что ваш компьютер выходит в Интернет со стационарного IP-адреса.

3) Запустить LectusOPC. Если прошлые настройки соответствуют приведенному примеру, вам не нужно менять настройки при переключении на другой компьютер.

4.11 Описание работы схемы

4.11.1 Блок управления

Следующие предупреждающие устройства должны быть установлены на передней панели контрольной камеры:

- световое указание напряжения в цепях управления;
- световой дисплей ручного или автоматического режима;
- отображаемая на встроенной панели визуализации контроллера СПК207;

Доступны следующие контрольные устройства:

- Включение / выключение панели управления СПК207;
- Активация-отключение двойного контроля температуры воды в каждом котле;
- Управление и контроль всех режимов работы производится с панельного контроллера СПК207;
- Прерывание электроснабжения всех автоматических и электрических цепей котельных установок.

Регулировка производится автоматически, при включении дублирующих приборов («ручной режим контроля»), если «автоматический» режим отключен, работа СПК207-при программировании регулятора и контроля работы аппарата через Электрический барьер и температура и тестирование производительности в котлах благодаря оборудованию блокируется. Настройка осуществляется закрепленным персоналом.

4.11.2 Управление с панели визуализации контроллера СПК207 при работе в ручном и автоматическом режиме

Интерфейс программного обеспечения панели визуализации контроллера СПК207 представлен на рисунке 14

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 50 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | |

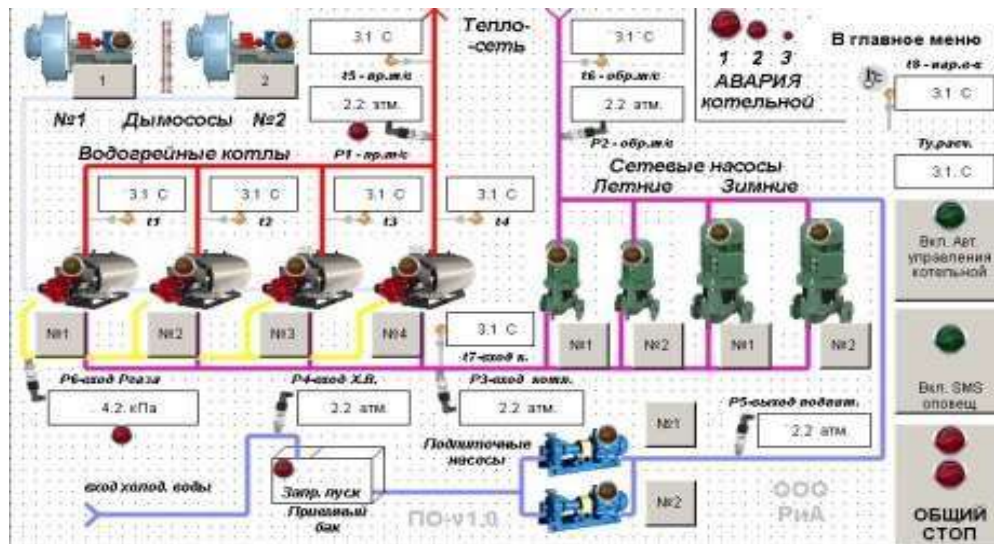


Рисунок 14– Взаимодействие систем управления

Визуальный интерфейс соответствующей системы управления показывает работу всего котла, его параметры и ручное управление котлом, обеспечивает автоматический режим включения, запуска и остановки котла.

На экране "моя котельная" параметры отображаются в цифровом виде в окнах на каждом изображении датчика, установленного на соответствующем устройстве. Неправильные значения чтения отображаются путем изменения цвета от белого до красного в окне, в котором отображаются параметры. Если текущие значения чтения датчика отклоняются от номинального значения от 4 до 20 м, цвет датчика изменяется на 1 Гц. Это означает, что параметры конфигурации датчика и его соединение неверны и должны быть установлены.

4.11.3 «Ручной» режим управления оборудованием.

В "ручном" режиме можно наблюдать за работой настройки с помощью дисплея, встроенного в изображение настройки, когда она включена или отключена. Обратное освещение значка означает, что устройство включено, обратное освещение не выключено или устройство не включено. В случае аварии или ненормальной операции изображение аварийного оборудования начинает мигать.

Управление устройством в "ручном" режиме возможно только в том случае, если значение "автоматический режим" отключено в настройках.

Контрольная шкаф не работает, поэтому все ручные устройства балласты быть переведен в выключенном состоянии, т. е. при необходимости, следует включить устройство снова.

Группа устройств - это устройство, в котором взаимозаменяемость достигается без потери качества работы. Это позволяет автоматически заменять работу одного устройства другим и активировать аварийное оборудование при прерывании работы.

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

Разработанная система обеспечивает автоматическое и ручное управление каждой группой устройств независимо друг от друга.

Следует выделить следующие группы устройств:

- Котельные прессы,
- Дымососы,
- Зимние сетчатые насосы,
- Насосная сеть летом,
- Бустерные насосы.

Кроме того, существуют индивидуальные параметры конфигурации для каждой группы. Чтобы получить доступ к меню конфигурация, щелкните изображение устройства.

Поэтому включение котлов в работу осуществляется нажатием кнопки под символом, выбранным при работе котла, в то время как символ помечен желтым цветом. Если есть индикатор, необходимо указать контроль зажигания выбранного котла.

Опечатывание производится с новой печатью, маркировка иконы должна исчезнуть.

Температура воды котла должна устанавливаться автоматически в каждом режиме работы в соответствии с режимом управления, установленным оператором.

Котлы могут быть включены в работу в любом количестве, если это необходимо.

При пуске паров необходимо выполнить требования к защите от одновременного пуска двух паров. Включение и выключение осуществляется коротким нажатием на значок дымового экстрактора, выбранного при работе, в то время как отображение контролируемого источника питания происходит так же, как и зажигание котлов.

При запуске сетевых насосов невозможно одновременно работать с двумя сетевыми насосами, а также невозможно одновременно работать с летними и зимними сетевыми насосами. Включение и выключение, дисплей на экране этой группы устройств выполняется точно так, как описано выше. В этом случае программное обеспечение обеспечивает защиту от одновременной активации обеих групп насосов в автоматическом режиме, а также от одновременного запуска группы в автоматическом режиме и группы в ручном режиме.

Защита устанавливалась против закалки двух топливных насосов одновременно и против так называемой "сухой работы" без воды в топливном баке.

Вы можете отправить SMS-уведомление в "ручном" режиме, поэтому есть подходящая кнопка. При нажатии вы можете отправить заданные номера ответственных лиц на экране "SMS".

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | 52 |

4.11.4 Автоматический режим управления оборудованием.

Запуск и остановка в автоматическом режиме всех групп котельного оборудования возможны при условии, что установлены параметры "включение общего запуска" и "включение автоматического режима".

Включение и выключение осуществляется кратковременным нажатием кнопки "включить автоматическое управление котельной". Активация режима подтверждается включением Зеленой лампы на кнопке режим, запуском режима автоматического запуска всех групп устройств с их индивидуальными настройками.

Для аварийной остановки предусмотрена соответствующая кнопка, во время которой система отопления выключается, сопровождаемая красным светом и звуковой сигнализацией. Аварийный замок поднимают, нажимая еще раз. Когда вы разблокируете, красная лампа гаснет, звучит сигнал тревоги.

Когда ножка включена, на экране появляются кнопки ручного управления выходами, чтобы включить и выключить котел во время ремонта и настройки.

Если верхняя лампа горит красным, а установленная кнопка, сигнализирует о приеме конечного сигнала к внешним устройствам (например, отключение автоматического режима с мощным шкафом, перевод в ручное управление оборудования в силовом шкафу, включение пожарной сигнализации, аварийная остановка, наводнение и т. д.), А это означает запрет котлов до устранения причин запрета. Это означает, что с панели управления больше не возможно.

При проверке зимних сетевых насосов обратная связь контактора, подключающего каждый зимний сетевой насос к источнику питания, отображается в автоматическом режиме. Обратная связь показана путем освещать красную лампу в кнопке на экране. Когда обратная связь включена, интервал времени 120 секунд сохраняется. Если в течение этого периода не будет получен сигнал обратной связи, контроллер обнаружит аппаратную ошибку.

Бывают ситуации, когда нужно запускать не первый, а второй сетевой насос, для которого виртуальная кнопка "начинается с 2." для установки начального режима отображается на экране с помощью зимнего сетевого насоса № 2 с соответствующим сетевым дисплеем.

4.11.5 Тестирование системы перед запуском котельной в автоматическом режиме

В параметрах устройства нажатие кнопок "АВР" и "обратная связь" запускает все блоки каждой группы и автоматически вводит котлы и устройства в эксплуатацию. После этого указанный главный котел вводится в эксплуатацию через определенное время (установлено время задержки). Чтобы проверить работу обратной связи в системе, необходимо отключить работающую электрическую котельную после этого по истечении времени задержки, заданного

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 53 |

программой, необходимо включить еще один котел. После всех этих действий необходимо отключить автоматическое рабочее состояние, включить электрическую машину котла 1 и перезагрузиться в автоматическом режиме работы. Если через 120 секунд не произойдет аварийного сбоя, это означает, что автоматическая система котла будет работать. Затем необходимо имитировать отказ другого котла, при котором питание должно быть отключено автоматическим выключателем. Через некоторое время система даст команду отключить его, что должно сопровождаться включением света и звукового индикатора на табло(табло "индикатор аварии уровня 1") и включением аварийного нагревательного устройства. Точно так же при выполнении той же работы с котлами АВР при срабатывании аварийности и эксплуатации горелок необходимо убедиться, что система работает с той лишь разницей, что аварийность котла при аварии горелки воспламеняется через 3-7 секунд и при возврате на работу 120 секунд. Таким образом, мы также имитируем работу других групп устройств, датчиков и внешнюю деактивацию котлов (установив соответствующие параметры на экранах). Система готова к использованию.

Вывод: на основании технической деятельности на автоматизированные системы мониторинга электрических параметров на заводе газовой котел следующее оборудование: контроллер СПК207, или форма МУ110-224.16 Р, или форма МУ110-224.8 Р (МВУ8), форма I MB110-224.16 Д модуль аналогового I MB110-224.8 А, 24 в/60 Вт Питание 220 /DC 24v, светодиодный дисплей AC 230v - D22, был избран схемы модулей и отдельных систем, определяет расположение датчиков в котельной, а также визуальный интерфейс разработан.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 54 |

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Если техническая основа производства или их отдельных частей, т. е. основные элементы производственной деятельности, строятся новые и модернизируются, рассматривается действующее производство со всеми их технико-экономические показатели, как возможность сравнения. В состав капиталовложений входят затраты на оборудование, строительство и монтаж.

Сократить количество обслуживающего персонала, позволит внедрение системы автоматизированного дистанционного мониторинга электрических параметров газовой котельной. Но в этом случае необходимо будет ввести дополнительную ставку квалифицированного электромеханика для сезонного обслуживания данной системы на тендерной основе сторонних организаций.

5.1 Затраты исходного варианта

Рассчитаем затраты, связанные с наличием смены круглосуточно обслуживающих дежурных котельную.

Заработная плата 1 рабочего:

Окладная часть заработной платы составляет $C_{ок} = 9792,00$ руб., среднечасовая ставка 51,00 руб.

Районный коэффициент составляет 15%

$$C_{рк} = 0,15 \times 8125 = 1468,80 \text{ руб.}$$

Доплата за работу в ночное время установлена в размере 15% от оклада

$$C_{нв} = 0,15 \times C_{ок} = 1468,80 \text{ руб.}$$

Доплата за работу во вредных условиях, согласно карты аттестации рабочего места установлен в размере 10% от оклада

$$C_{ву} = 0,1 \times C_{ок} = 146,88 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты на одного работника в месяц составляют

$$C_{ср.мес} = C_{ок} + C_{рк} + C_{нв} + C_{ву} = 12876,48 \text{ руб.}$$

Затраты на четырех работников в месяц составят

$$C_{р.общ} = 4 \times C_{ср.мес.} = 51505,92 \text{ руб.}$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 55 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

При начислении заработной платы работникам, следует учитывать оплату в праздничные дни и работу при нахождении одного сотрудника в отпуске, равняющуюся одной среднемесячной зарплате $C_{отп} = C_{ср.мес}$. Подсчет оплаты за праздники производится исходя из количества праздничных дней, равно 8 в год, а среднечасовую ставку принимаем равной

$$C_{ср.час} = 61,30 \text{ руб.}, \text{ с учетом всех коэффициентов.}$$

Общая доплата за работу в праздники составит

$$C_{пд} = 8 \times C_{ср.час} \times 24 = 11769,60 \text{ руб.}$$

Общая заработная плата работников смены круглосуточных дежурных

$$C_{зп.общ} = C_{отп} + C_{пд} + C_{р.общ} \times 12$$

$$C_{зп.общ} = 759295,20 \text{ руб.}$$

5.2 Затраты нового варианта

Для наглядности сведем данные в таблицу

| Наименование модуля | Маркировка | Кол-во, шт | Цена | Стоимость |
|--|---------------------|------------|-------|-----------|
| | | | а | б |
| Контроллер | СПК207 | 1 | 34080 | 34080 |
| Модуль вывода | МУ110-224.16P | 1 | 8580 | 8580 |
| Модуль вывода | МУ110-224.8P (МВУ8) | 1 | 5220 | 5220 |
| Модуль ввода | МВ110-224.16Д | 2 | 5040 | 10080 |
| Модуль аналогового ввода | МВ110-224.8А | 2 | 6420 | 12840 |
| Блок питания 24в/60Вт. | БП30Б Д3 24v | 1 | 2280 | 2280 |
| Светодиодный индикатор | АС-230v - D22 | 3 | 1231 | 3693 |
| Источник бесперебойного питания АРС 1000 | АРС 1000 | 1 | 19200 | 19200 |
| Итого | | | | 95973 |

Стоимость оборудования вышеуказанной системы составляет 95973 руб.
Стоимость монтажа берем в размере 25 % от стоимости монтируемого оборудования

$$C_M = 0,25 \times 95973 = 23993,25 \text{ руб.}$$

Зарботную плату сотрудников берем в размере 25 % от стоимости монтажа оборудования

$$C_{зп} = 0,25 \times 17455,50 = 5998,31 \text{ руб.}$$

Расходы на транспорт от 5 до 15% от стоимости оборудования

$$C_{тр} = 0,1 \times C_{об} = 9597,30 \text{ руб.}$$

Неучтенное оборудование – 20% от его стоимости

$$C_{но} = 0,2 \times C_{об} = 19194,60 \text{ руб}$$

Монтаж неучтённого оборудования – 20% от стоимости монтажа

$$C_{мно} = 0,2 \times C_M = 4798,65 \text{ руб.}$$

Плановые наложения берутся в размере 25 % от стоимости монтажа

$$C_{мн} = 0,25 \times C_M = 5998,31 \text{ руб.}$$

Демонтаж оборудования – 10 % от стоимости монтажа

$$C_{дем о} = 0,1 \times C_M = 2399,33 \text{ руб.}$$

Доплата к зарплате по монтажу

а) по поясному коэффициенту – 15 %

$$C_{коэф} = 0,15 \times C_{зп} = 899,75 \text{ руб.}$$

б) за работу в условиях действующего производства – 20 %

$$C_{д пр} = 0,2 \times C_{зп} = 1199,66 \text{ руб.}$$

Административно-хозяйственные расходы организаций, дополнительная зарплата, отчисление на соцстрах и прочие накладные расходы – 80 %

$$C_{нр} = 0,8 \times C_{зп} = 4798,65 \text{ руб.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 57 |

Затраты на обслуживание системы сторонней организацией берем равными
 $C_{\text{обсл}} = 250$ тыс. руб. в год

Итого, капитальные затраты нового варианта составляют

$$K_1 = C_{\text{об}} + C_{\text{м}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{но}} + C_{\text{мно}} + C_{\text{мн}} + C_{\text{дем о}} + C_{\text{скоэф}} + C_{\text{д пр}} + C_{\text{нр}} + C_{\text{обсл}} = 398852,5 \text{ руб.}$$

5.3 Экономический эффект

Определяем на основании эксплуатационные затраты нового варианта:

$$U_2 = U_a + U_T + U_3,$$

где U_a – амортизационные отчисления

$$U_a = N \times K_1 = 0,064 \times 398852,5 = 25526,56 \text{ руб.}$$

U_T – затраты на текущий ремонт и обслуживание

$$U_T = 0,1 \times U_a = 0,1 \times 25526,56 = 2552,67 \text{ руб.}$$

U_3 – стоимость затрат на обслуживание системы сторонней организацией
250000 руб.

$$U_2 = 250000 + 25526,56 + 2552,67 = 278079,23 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные затраты базового варианта составят

$$U_a = N \times K_1 = 0,064 \times 398852,5 = 25526,56 \text{ руб.}$$

$$U_T = 0,1 \times U_a = 0,1 \times 25526,56 = 2552,67 \text{ руб.}$$

U_3 – стоимость затрат на обслуживание котельной круглосуточной дежурной сменой из четырех рабочих

$$C_{\text{зп.общ}} = U_3 = 759295,20 \text{ руб.}$$

$$U_1 = 25526,56 + 2552,67 + 759295,20 = 787374,43 \text{ руб.}$$

Расчётный срок окупаемости составил

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 58 |

$$T_{ок} = (K_1 - K_2) / (U_1 - U_2) = \Delta K / \Delta U$$

$$T_{ок} = (759295,20 - 398852,5) / (787374,43 - 278079,23) = 0,71 \text{ года.}$$

Отсюда следует, что наилучшим вариантом тот, при котором срок окупаемости меньше нормативного

$$T_{ок} \leq T_n$$

$$0,71 \leq 6,7$$

Коэффициент эффективности: $E \geq E_n = 0,15$

$$E = \Delta U / \Delta K = 787374,43 / 398852,5 = 1,97 \geq 0,15$$

Годовой экономический эффект составил

$$\mathcal{E}_{год} = (U_1 + E_n \times K_1) - (U_2 + E_n \times K_2) = \Delta U - E_n \times \Delta K$$

$$\mathcal{E}_{год} = (787374,43 + 0,15 \times 759295,20) - (278079,23 + 0,15 \times 398852,5) = 563361,61 \text{ руб.}$$

Вывод: расчётный срок окупаемости составил 0,71 года, коэффициент эффективности 1,97, годовой экономический эффект 563361,61 руб.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 59 |

6. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

6.1 Перечень вредных и опасных факторов.

При эксплуатации электроподстанции, вредными и опасными факторами для работников и обслуживающего персонала являются:

- высокое напряжение,
- электромагнитные поля,
- шум

На открытом распределительном устройстве (ОРУ) напряжение составляет 110 кВ. В закрытом распределительном устройстве (ЗРУ) - 6 кВ. К смертельному исходу на электроустановках или шинопроводах может привести касание любого источника напряжения.

Опасность электромагнитного поля заключается в том, что все органы чувств человека не распознают его. Согласно ГОСТу, электрическое облучение полем на подстанции не должно превышать 5 кВ/м, а продолжительность нахождения человека в электромагнитном поле допустима без каких-либо ограничений.

При работе трансформаторов на ОРУ подстанции и включенных коммутационных аппаратов в ЗРУ возникает шум. За рабочую смену уровень звука во времени может изменяться не более чем на 5 дБА, постоянный шум по временным характеристикам не является опасным фактором.

6.2 Охрана труда

Безопасность обслуживаемого персонала обеспечивает доступ и расположение оборудования на электроподстанции.

Электроустановки с напряжением свыше 1000В и камеры РУ оборудованы предупреждающими знаками, ограждением и плакатами. Во время осмотра электрооборудования одним лицом запрещается входить в камеру РУ либо проникать за ограждение обслуживающему персоналу. Начинать осмотр камер необходимо стоя перед барьером.

Единоличный осмотр электроустановки за ограждением может производить персонал, который имеет категорию электробезопасности не ниже четвертой. Выполнение какой-либо работы при осмотре запрещается. При обнаружении неисправности в электроустановке подходить к месту замыкания на расстоянии 4-5 метров в ЗРУ, 8-10 метров в ОРУ. Приближение на близкое расстояние допускается для ликвидации замыкания на землю, производства

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 60 |

операций с коммутационной аппаратурой и для оказания первой помощи пострадавшим.

Запрещается снимать предупредительные плакаты и ограждения при осмотре РУ выше 1000В, заходить за них, прикасаться за токоведущие части, производить переключения разъединителей изолирующей штангой в диэлектрических перчатках. Для защиты людей от поражения электрическим током устанавливается переносное заземление в случае прикосновения к нетоковедущим частям электроустановок, самопроизвольно оказавшихся под напряжением.

Электрические машины, вторичные обмотки трансформаторов и магнитопроводов, электрических аппаратов, установленных в котельной и питающей подстанции заземлены на корпус. Стержни из угловой или круглой стали используют в качестве заземлителей.

Только при снятом напряжении производится установка и замена предохранителей. Возможна замена и установка предохранителей под напряжением со снятой нагрузкой, с помощью изолирующих клещей, в предохранительных очках, диэлектрических перчатках. Предохранители, не соответствующие нормам завода изготовителя устанавливать запрещается.

Специальное легкодоступное место возле входа предусмотрено для хранения всевозможных электрозачитных средств, к ним относятся:

- изолирующие штанги (оперативные – для наложения заземления, измерительные);
- изолирующие – для операций с предохранителями, электроизмерительные клещи, указатели напряжения;
- изолирующие устройство и приспособления для ремонтных работ под напряжением выше 1000В и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками для работы в электроустановках напряжением до 1000В: диэлектрические перчатки, боты, галоши, индивидуальные экранирующие комплекты, изолирующие накладки и подставки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности;.

Кроме перечисленных электрозачитных средств при работах в электроустановках следует при необходимости применять также средства индивидуальной защиты, как очки, каски, противогазы, страховые канаты и предохранительные монтажные пояса.

При использовании основных защитных средств достаточно применения одного дополнительного, за исключением случаев, освобождения пострадавшего в электроустановке от поражения электрическим током (напряжения шага) применяют галоши или диэлектрические боты.

Электрозачитными средствами следует пользоваться по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны. Перед использованием средств защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений, очистить и обтереть от пыли, проверить по штампу срок годности. Диэлектрические

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 61 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

перчатки перед использованием следует проверить на отсутствие проколов и трещин путем скручивания пальцев либо надуванием. Использовать средствами защиты с истекшим сроком годности запрещается.

На электроустановках обслуживание производит персонал, прошедший обучение и аттестацию на право проведение работ, закрепленный за электроустановкой и прошедший инструктаж. Лица, выдающие наряд отвечают за безопасность по обслуживанию; ответственный руководитель; лицо из числа оперативного персонала; производитель работ; наблюдающий; рабочие, входящие в состав бригады. Право выдачи нарядов предоставляется лицам электротехнического персонала, уполномоченных на выдачу нарядов распоряжением главного энергетика.

Полное окончание работ с указанием даты, и времени оформляется в конце наряда с подписью руководителя.

Ответственный руководитель и производитель работ совместно с допускающим проверяет состав бригады и контролирует правильность подготовки рабочего места.

Производитель работ осуществляет надзор во время работ. При завершении всех работ, согласно наряду бригада осуществляет уборку рабочего места. Ответственный руководитель осматривает рабочее место и сдает его оперативному работнику.

Технические мероприятия: отключить электроустановку принять меры против ошибочного включения электрооборудования; вывесить запрещающие плакаты "НЕ ВКЛЮЧАТЬ! – РАБОТАЮТ ЛЮДИ"; установить временные ограждения токоведущих частей, находящихся под напряжением; на токоведущих частях проверить отсутствие напряжения; установить переносное заземление; ограничить рабочее место; вывесить разрешающий плакат "РАБОТАТЬ ЗДЕСЬ!".

За несоблюдение безопасных и безвредных условий труда согласно КЗОТу на представителей администрации или лиц, на которых возложена ответственность их обеспечения налагается административная ответственность.

В случае несоблюдения или нарушения норм охраны труда, виновные привлекаются к материальной, дисциплинарной или уголовной ответственности, либо к мерам общественного воздействия.

В соответствии ГОСТ 12.1.005-88 фиксируется комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для рабочей зоны помещения, включающий значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. [7]

6.3 Условия в производственных помещениях подстанции (микроклимат)

В производственных помещениях микроклимат определяется параметрами: температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха в помещении.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 62 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | |

В ЗРУ допускаются следующие параметры: относительная влажность не более 75%, температура воздуха 19-25°C, скорость движения воздуха не более 0,2-0,5 м/с. В связи с данными требованиями котельную необходимо обеспечить отоплением и вентиляцией помещения.

6.4 Правила пожарной безопасности

На подстанции пожар может произойти из-за повреждения действующего оборудования, из-за воспламенения горючесмазочных материалов (трансформаторного масла), в случае проведения ремонтных работ с использованием открытого огня (сварочные работы пайка,) при несоблюдении мер пожарной безопасности.

Обеспечить средствами тушения: огнетушителем, ведром с водой, ящиками с песком при проведении огневых работ. Защитить от огня конструкции, находящиеся рядом с проводимыми работами. При работе с открытым огнём запрещается пользоваться лаками, красками, содержащими огнеопасные и взрывоопасные летучие растворители.

Необходимо вызвать пожарную команду и немедленно приступить к тушению пожара всеми имеющимися средствами.

Тушение пожара электрооборудования производят при снятом напряжении, не допускается перехода огня на рядом расположенное электрооборудование. Воздушно-механической пеной, распыленной водой, огнетушителями можно пользоваться при загорании маслонаполненной аппаратуры.

При тушении кабельной линии, проводов, аппаратуры применяют углекислотные или углекислотные - бром этиловые огнетушители. Если напряжение снять невозможно, допускается тушение пожара распыленными водяными струями, при этом ствол пожарного рукава должен быть заземлен, а работать следует в диэлектрических ботах и перчатках.

Путем периодической проверки электросетей должен быть установлен постоянный надзор, как наружным осмотром, так и с помощью измерения прибором сопротивления изоляции.

Все работники предприятия должны проходить противопожарный инструктаж. Электрический персонал должен проходить периодическую проверку знаний ППБ одновременно с проверкой знаний правил безопасности труда при эксплуатации электроустановок.

Противопожарные мероприятия, проводимые на подстанции и котельной:

- для предотвращения растекания масла и распространения пожара отводка масла производится из трансформаторов в закрытый маслосборник,
- пожарная сигнализация установлена на сооружениях подстанции,
- сооружения и маслонаполненное оборудование установлено с соблюдением противопожарных разрывов между ними,

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 63 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

– в подвесных металлических, наземных железобетонных лотках и в траншеях проложены кабели, с соблюдением ПУЭ, которые обеспечивают пожарную безопасность электрохозяйства,

– средства пожаротушения, предусмотренные на подстанции приобретаемых за счёт фонда дирекции ПЭС: ящик с песком (объёмом 0,5 м³); углекислотный порошковый и огнетушители; противопожарный инвентарь (лом, лопаты, топор, кирки,),

– средства сигнализации (датчики) установлены в ЗРУ, которые содержат маслonaполненные трансформаторы.

6.5. Гражданская оборона

Совершенствование гражданской обороны в современных условиях, не менее важно, чем развитие экономики. Основными ее задачами является:

– защита граждан от чрезвычайных ситуаций (ЧС)

– подготовка объектов отечественного хозяйства к бесперебойной работе во время чрезвычайных ситуаций;

– проведение спасательных и неотложных аварийных работ в районе чрезвычайного положения (ЧП).

В ЧС входят:

– терроризм,

– наводнения,

– землетрясения,

– утечки взрывоопасных, радиоактивных, химических материалов

– другие вредные факторы, представляющие опасность для жизнедеятельности человека.

В системе гражданской обороны защита населения от ЧС осуществляется в основном укрытием его в защищенных сооружениях, рассредоточением и эвакуацией. Укрытие населения в защитных сооружениях является основным способом защиты. Другим способом защиты населения является рассредоточение и эвакуация его в загородную зону. Для этого в каждом городе на предприятиях должен быть эвакуационный план мероприятий, по которому каждый человек должен знать где, когда, каким транспортом, и в какую местность будет производиться эвакуация. Мероприятия гражданской обороны по защите населения окажутся эффективными лишь при условии, если все граждане будут научены практическим мерам ликвидации последствий ЧС.

Для подготовки объектов народного хозяйства к устойчивой работе необходимо организовать и провести комплекс следующих мероприятий:

– повышение надежности работы и создание дублирующих источников энерго-, газо-, водоснабжения, запасов сырья, топлива и материалов;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 64 |

– наличие формирований гражданской обороны для проведения спасательных и аварийных работ с учетом специфических особенностей объекта, проведение мероприятий по подготовке к переводу объектов на особый режим работы.

На подстанциях существует порядок работы при наличии опасности. Во время сигнала гражданской обороны оперативный персонал предупреждает потребителей второй, третьей категории об остановке оборудования.

По сигналам гражданской обороны осуществляется резервирование потребителей первой категории от автономных источников питания. По истечении тридцати минут и по подготовке оборудования к автономной работе с потребителей второй и третьей категории снимается напряжение. Потребители первой категории переводятся на питание с минимальной нагрузкой.

Оперативный персонал отключает рабочее освещение в распределительных устройствах, оставляя аварийное освещение. Ремонтный и технический персонал эвакуируется, оперативный персонал остается на рабочем месте.

6.6. Экология

Загрязнением - это внесение в какую-либо среду не свойственную для неё, в данное время, химических, физических или биологических неблагоприятных компонентов, или превышение их естественного уровня.

Использование трансформаторного масла, для охлаждения и обеспечения электроизоляции в действующих электроустановках, а также повышенное шумовое воздействие, вызванное работой трансформаторов на территории открытого распределительного устройства, является основным вредным фактором воздействия на окружающую среду.

Для слива масла предусматривается резервуар. Выброс трансформаторного масла в атмосферу должен быть не выше предельно допустимых или временно согласованных норм выброса, сброс в водные объекты – не выше предельно допустимых норм сбросов, шумовое воздействие – не выше норм звуковой мощности.

Для предотвращения попадания масла в почву, при эксплуатации оборудования, каждая его единица должна быть оборудована ёмкостью для сброса грязного масла или маслосборником, засыпанным песком или щебнем. На подстанции должны быть разработаны мероприятия для предотвращения аварийных и залповых выбросов масла в окружающую среду.

На территории подстанции устанавливаются контейнеры для промышленных и других видов отходов, которые периодически вывозятся с территории. Токсичные отходы запрессовываются в специальные контейнеры, после чего ведётся их захоронение в малодоступных местах, на достаточно большой глубине.

Необходимо применять химическую или биологическую очистку при попадании масла в сточные воды.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 65 |

Химическая очистка сточных вод:

- нейтрализация;
- экстракция (перераспределение 2-х не растворяющихся жидкостей);
- электрокоагуляция;
- ионообменные методы (очистка от 6-ти валентного хрома);
- озонирование.

Биоценоз, в котором участвуют 2 вида бактерий, осуществляет процесс очистки: автотрофы и гетеротрофы, под действием которых осуществляется процесс разложения примесей. При этом протекает восстановительный процесс, называемый аэробным и окислительный – анаэробным. Поэтому аппаратное обеспечение этих методов следующее: аэротенки, афтотенки, фильтры, комбинация устройств.

Контроль качества воды:

– осуществляется как у исходных сточных вод, так и у очищенных. Для осуществления контроля отбирается проба, отстаивается 12 часов и затем определяется кислотный показатель рН, кол-во взвешенных частиц, концентрация кислорода, химическое потребление кислорода (ХПК), биологическое потребление кислорода (БПК), концентрация вредных веществ, оцениваемая по ПДК.

Вывод: рассмотрен перечень вредных и опасных факторов, охрана труда, экологические вопросы, а также пожарная безопасность, гражданская оборона; особое внимание уделено ремонтно-наладочным и монтажным работам.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 66 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | | | | | |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе, осуществляется выбор электрооборудования и расчет системы электроснабжения новой промышленной котельной.

Современные котельные установки оборудованы контрольно-измерительной аппаратурой, средствами автоматизации, такими, например, как автоматическое включение резерва, и дистанционного управления, что способствует повышению экономической ценности систем электроснабжения. Применение инновационного, более мощного оборудования и использования компактной и быстродействующей установки защиты и коммутации позволяет обойтись минимальной численности обслуживающего персонала, при этом увеличив производительность труда в несколько раз.

Наиболее экономически оправданный выбор сечения проводников, позволяет существенно снизить потери электроэнергии при питании электрооборудования котельной, значительно уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций и нарушения стабильного режима работы электрооборудования котельной, что позволяет обеспечивать бесперебойное снабжение потребителей горячей водой и паром.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 67 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Гук Ю.Б. //Городские распределительные сети.
- 2 Гук Ю.Б. //Основы надежности электроэнергетических установок – Л.: ЛГУ, 1980 – 478 с.
- 3 Гук Ю.Б. //Анализ надежности электроэнергетических установок – Л.: Энергоатом издат, 1988. – 224 с.
- 4 Долин П. А. //Основы техники безопасности в электроустановках – М.: Энергия, 1979. – 408 с.
- 5 Дьяков В.И. //Типовые расчеты по электрооборудованию: Практ.пособие – 7-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1991 – 160: ил.
- 6 Карпов Ф.Ф. и Козлов В.Н. //Справочник по расчету проводов и кабелей: изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: «Энергия» 1969г. 264 с. ил.
- 7 Крючков И.П, Кувшинский Н. Н., Неклепаев Б. Н. //Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергия, 1978. – 456 с.
- 8 Липкин Б.Ю. //Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебник для учащихся техникумов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1981 – 368с.: ил.
- 9 Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. //Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования – М.: Энергоатом издат, 1989. – 608 с.
- 10 Онищенко Н.П. //Эксплуатация котельных установок// – М.: Агропромиздат, 1987 – 352с.: ил.
- 11 Правила устройства электроустановок (Минэнерго СССР – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат., 1985 – 640 с.
- 12 Рожкова Л. Д., Козулин В. С. //Электрооборудование станций и подстанций – М.: Энергоатом издат, 1987. – 648 с.
- 13 Синягин А. Н., Афанасьев Н. А., Новиков С. А. //Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленной энергетики –М.: Энергоатомиздат, 1984. - 448 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 13.03.02.2020,090.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 68 |

- 14 Справочник по проектированию электроэнергетических систем./Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро.–М.: Энергоатомиздат, 1985.–352 с.
- 15 Справочник по проектированию электроснабжения (под редакцией В.И.Круповича, Ю,Г.Барыбина, Салловера М.Л. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1980 – 465 с.
- 16 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. (Под редакцией В.И.Круповича, Ю.Г.Барыбина, М.Л.Самовера – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоиздат., 1981 – 408 с.
- 17 Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередач и сетей. Под ред. В.И.Круповича, М.Л.Самовера – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1974 – 696с.
- 18 Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: //Учеб. Пособие для вузов – 5-е изд. Перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986 – 528с.: ил.
- 19 Федосеев А.М. //Релейная защита электрических систем. Учебник для вузов. – М., Энергия, 1976 – 560с.: ил.
- 20 Федоров А.А. //Основы электроснабжения промышленных предприятий. Изд. 2-е, перераб. и доп. М, Энергия, 1972 – 416 с.: ил.
- 21 Федоров А.А., Старкова Л.Б. //Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. Учебное пособие для вузов – М: Энергоатомиздат, 1987 – 368с.: ил.
- 22 Ульянов С.А. //Короткие замыкания в электрических системах. – М.: Госэнергоиздат, 1952. – 280 с.
- 23 Электротехнический справочник. – М.: Энергия, 1964.-758 с.
- 24 Электрооборудование станций и подстанций (Под редакцией Л.Д.Рожкова, В.С.Козулина – 3-е изд. прераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат., 1987 – 648 с.
- 25 Электрооборудование электрических станций и подстанций. Под ред. Балтиданов и В.И.Тарасов – М.Л.: Государственное энергетическое издательство, 1960 – 408с.