

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт Механико-технологический факультет  
Кафедра «Мехатроника и автоматизация»  
Направление «Автоматизация технологических процессов и производств»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
В.Р. Гасияров

2017 г.

---

Автоматизация розжига газовых горелок

---

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА  
ЮУрГУ – 15.03.04.2017.12-329-1886.13 ПЗ (ВКР)

Консультант  
к.т.н., доцент  
Е.Ж. Васильев

2017 г.

---

Руководитель работы  
ст. преподаватель  
Л.Н. Петрова

2017 г.

---

Нормоконтролер  
Преподаватель  
Е.А. Маклакова

2017 г.

---

Автор работы  
студент группы П-455  
Александр Владимирович  
Завалишин

2017 г.

---

Ст. преподаватель  
С.С. Воронин

2017 г.

---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**Институт** Политехнический институт  
**Факультет** Механико-технологический  
**Кафедра** Мехатроники и автоматизации  
**Направление** 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
**Профиль** Без профиля

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Р. Гасяров  
подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА**

Студенту группы П-455

Завалишину Александру Владимировичу  
(Ф.И.О. полностью)

1 Тема работы

Автоматизация розжига газовых горелок

утверждена приказом по университету от 28.04.2017г. № 835 (приложение № 76)  
(утверждена распоряжением по факультету от \_\_\_\_\_ 201\_ г. № \_\_\_\_\_)

2 Срок сдачи студентом законченной работы \_\_\_\_\_

3 Исходные данные к работе материалы производственной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

**ВВЕДЕНИЕ**

**1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ**

1.1 Основные компоненты объекта автоматизации

1.2 Режимы работы

1.3 Разработка алгоритма функционирования системы

**2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ**

2.1 Разработка комбинированной функциональной схемы

2.2 Описание оборудования, используемого в системе

2.3 Разработка структурно-функциональной схемы

**3 РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВА ДЛЯ ОПЕРАТОРА**

**3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

3.1 Расчет материальных затрат

3.2 Расчет полной себестоимости проекта

3.3 Расчет экономического эффекта

3.4 Расчет срока окупаемости системы

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

## 5 Перечень графического и иллюстративного материала

- Объект автоматизации (2 листа А1)
- Циклограмма (А1)
- Схема структурно-функциональная (А1)
- Схема автоматизации (А1)
- Схема соединений (2 листа А1)
- Блок-схема алгоритма функционирования системы (2 листа А1)
- Показатели экономической эффективности (А1)

Всего 10 листов

### Согласовано:

Консультант по экономике и  
управлению производством:

\_\_\_\_\_

подпись

Васильев Е.Ж.  
Фамилия И.О.

Руководитель \_\_\_\_\_

подпись

ст. преподаватель  
Должность, звание

Петрова Л.Н.  
Фамилия И.О.

Дата выдачи задания « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

Задание принял к исполнению студент \_\_\_\_\_

подпись

Завалишин А.В.  
Фамилия И.О.

## АННОТАЦИЯ

Завалишин А.В. Автоматизация розжига газовых горелок. – Челябинск: ЮУрГУ, П–455; 2017, 49 с. 24ил., библиогр. список – 7 наим., 9 таб., 10 листов чертежей ф. А1.

Целью работы является разработка системы автоматизации розжига газовых горелок.

Данная система осуществляет розжиг газовых горелок, а так же опрессовку клапанов и осуществление защит и блокировок в аварийных режимах.

Использование данной системы позволило уменьшить расход газа, упростить розжиг горелки, а так же обеспечить безопасность во время розжига.

					<b>ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.00 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Завалишин</i>			<i>Разработка системы автоматизации розжига газовых горелок</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Петрова Л.Н.</i>					3	48
<i>Реценз</i>						ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ)		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маклакова</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Гасияров В.Р.</i>						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ .....	6
1.1 Основные компоненты объекта автоматизации.....	7
1.2 Режимы работы.....	8
1.3 Разработка алгоритма функционирования системы.....	10
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ.....	15
2.1 Разработка комбинированной функциональной схемы.....	15
2.2 Описание оборудования, используемого в системе.....	15
2.3 Разработка структурно-функциональной схемы.....	31
2.4 Разработка схемы соединений исполнительных механизмов.....	32
2.5 Регулирование подачи газа и воздуха к горелке.....	37
3 РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОПЕРАТОРА.....	38
4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	42
4.1 Расчет материальных затрат.....	42
4.2 Расчет полной себестоимости проекта.....	43
4.3 Расчет экономического эффекта.....	44
4.4 Расчет срока окупаемости системы.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоемкости выполняемых операций.

В данной работе проектируется автоматизированная система розжига газовых горелок, которая предназначена для автоматизации процесса розжига горелок и опрессовки клапанов с учётом всех защит и блокировок.

АСРГГ создается с целью:

- автоматизации процесса розжига газовых горелок;
- поддержания оптимального соотношения подачи газа и воздуха к горелке;
- соблюдения технических условий на выполнение технологических защит и блокировок при розжиге и работе газовых горелок;
- обеспечения персонала достаточной, достоверной и своевременной информацией во всех режимах работы горелок;
- предотвращения ошибочных действий персонала путем своевременной сигнализации и блокирования ошибочных команд управления.

Далее подробно описаны этапы проектирования АСРГГ, представлен графический материал и проведен расчет технико-экономических показателей.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

# 1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

## 1.1 Основные компоненты объекта автоматизации

Объектом автоматизации является система подачи газа и воздуха, включающая в себя предохранительно-запорные клапана, регулирующие газовые заслонки, воздушные шиберы и электромагнитные клапаны, установленные перед каждой горелкой котлоагрегата Пп 950/255-ГМ П-41.

Корпус котла оснащен шестнадцатью газомазутными горелками со встречным расположением на задней и фронтальной стенках. Крайние горелки развернуты на двенадцать градусов к центру для уменьшения наброса факела на боковые стенки котлоагрегата. Газомазутная горелка выполнена двухпоточной как по топливу, так и по воздуху.

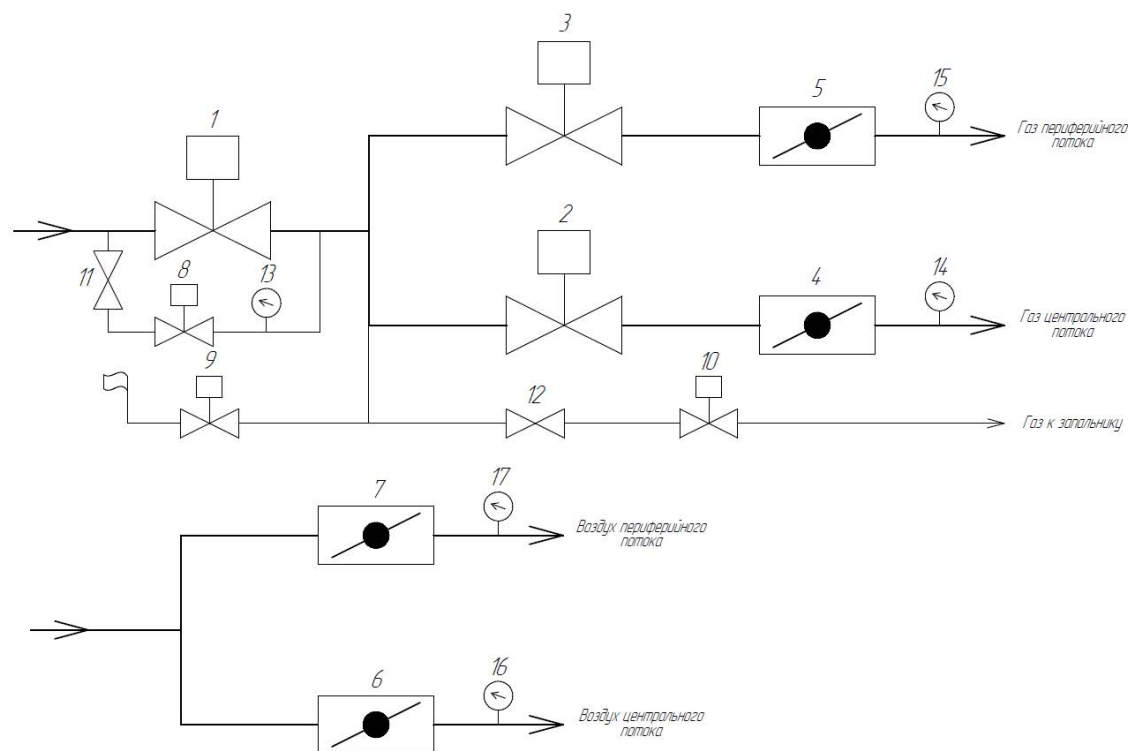


Рисунок 1 – Система подачи газа и воздуха

Таблица 1 – Расшифровка элементов

Позиция	Оборудование
1	Общий предохранительно-запорный клапан
2	Предохранительно-запорный клапан центрального потока
3	Предохранительно-запорный клапан периферийного потока
4	Газовая заслонка центрального потока
5	Газовая заслонка периферийного потока
6	Воздушный шибер центрального потока
7	Воздушный шибер периферийного потока
8	Электромагнитный клапан опрессовки
9	Электромагнитный клапан свечи безопасности
10	Электромагнитный клапан запального устройства
11	Ручной клапан опрессовки
12	Ручной клапан запального устройства
13	Датчик давления опрессовки
14	Датчик давления газа центрального потока
15	Датчик давления газа периферийного потока
16	Датчик давления воздуха центрального потока
17	Датчик давления воздуха периферийного потока

Предохранительно-запорный клапаны предназначены для мгновенной отсечки газа от горелки в аварийной ситуации.

Газовые заслонки предназначены для регулирования подачи газа к горелке.

Воздушные шиберы предназначены для регулирования подачи воздуха к горелке.

Электромагнитный клапан опрессовки предназначен для автоматической и дистанционной подачи газа на опрессовку (проверка герметичности) блока.



Электромагнитный клапан свечи безопасности предназначен для автоматического и дистанционного отсека между клапанами – отсекателями блока с атмосферой при его отключении.

Электромагнитный клапан запального устройства предназначен для автоматической и дистанционной подачи газа к запальнику.

Ручной клапан запального устройства предназначен для ручного отключения линии запальника.

Ручной клапан опрессовки предназначен для ручного отключения линии опрессовки.

Датчики давления предназначены для контроля давления газа и воздуха.

Техническая характеристика горелки:

- производительность по воздуху – 117 500 м<sup>3</sup>/час;
- производительность по газу – 4620 м<sup>3</sup>/час;
- сопротивление горелки по газу – 40 кПа;
- сопротивление горелки по воздуху – 13,3 кПа.

## 1.2 Режимы работы

АСРГГ должна поддерживать следующие режимы функционирования:

- автоматический;
- тестовый (ручной) режим.

Основным режимом функционирования АСРГГ является автоматический режим.

Автоматический режим должен обеспечивать:

- розжиг газовых горелок;
- контроль факела запальника и горелки;
- визуализация аналоговых параметров и состояния регулирующих органов.

Должны быть предусмотрены все блокировки и защиты процесса розжига.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Система должна обеспечивать для каждой горелки выполнение следующих функций контроля и управления:

- реализация алгоритма розжига и останова горелки;
- выполнение блокировок при управлении горелкой;
- выполнение локальных защит горелки;
- реализация алгоритма опрессовки газового блока, исключающего повторную его опрессовку при успешном прохождении ее при розжиге 1-й горелки;
- запуск программ розжига и останова горелки по месту;
- автоматическое регулирование соотношения «газ-воздух» для горелки;
- обеспечение параллельного розжига нескольких горелок с блочного щита управления (после розжига первой);
- реализацию алгоритма проведения вентиляции топки с выдачей запрета на выполнение программ «Розжиг» без вентиляции топки;
- запрет открытия задвижки на общем газопроводе при незакрытии ПЗК-1, хотя бы одного из газовых блоков;
- закрытие клапана свечи безопасности при открытии ПЗК-1;
- открытие клапана СБ при закрытии ПЗК-1 этой горелки;
- запрет открытия ПЗК-1, ПЗК-2 центральной и ПЗК-2 периферийной части горелки и клапана перед ЗЗУ до окончания операции опрессовки газовых блоков всех горелок;
- запрет открытия ПЗК-2 центральной части горелки при отсутствии факела запальника;
- запрет открытия ПЗК-2 центральной части горелки при незакрытой соответствующей газовой заслонки;
- запрет операции розжига (при розжиге первой горелки) при наличии ложного сигнала о наличии факела любой горелки (контроль селективности);

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- запрет открытия ПЗК-3 периферийной части горелки пока не открыт ПЗК-2 центральной части горелки и газовая заслонка центральной части горелки не открыта до значения минимальной мощности;
- прием, представление и хранение всего объема аналоговой и дискретной информации, охваченной данной системой.

В тестовом режиме АСРГГ должна предоставлять оператору информацию о состоянии системы, а осуществление управляющих воздействий производит оператор. Также в тестовом режиме должны быть предусмотрена возможность проверки защит и блокировок.

### 1.3 Разработка алгоритма функционирования системы

Алгоритм шаговой программы пуска газовой горелки:

- 1) Шаг 1 (Старт). Запуск программы. Сброс памяти неисправности предыдущего запуска.
- 2) Шаг 2 (Проверка ГГ). Выполняется проверка: Если ГГ в работе (Факел ГГ есть и  $P_{\text{газа}}$  на ГГ центр  $> 0,15 \text{ кгс/см}^2$ ) тогда осуществляется переход на последний шаг программы. Если ГГ не в работе тогда переход на шаг 3 (наличие опрессовки).
- 3) Шаг 3 (Наличие опрессовки). Проверяется будет ли выполняться опрессовка ГГ. Если не будет (в режиме проверки защит) тогда выполняется переход на шаг 8 (исходное состояние ГГ). Если будет тогда выполняется переход на шаг 4 (опрессовка ГГ).
- 4) Шаг 4 (Опрессовка ГГ). Подается команда на выполнение опрессовки. После этого в течении 30 сек., ожидается выполнение алгоритма опрессовки. Если ГГ неплотная - выдается информация: «ГГ неплотная» и осуществляется переход на шаг 6 (привести в безопасное состояние). Если ГГ плотная происходит переход на шаг 5 (розжиг или стоп).

- 5) Шаг 5 (Розжиг или стоп). На этом шаге выдается информация: «ГГ опрессована». Выдержка времени на шаге составляет 15 сек. В это время оператор может остановить выполнение шаговой программы кнопкой «СТОП». При этом шаговая программа остановит свое выполнение на этом шаге до повторного нажатия клавиши «ПУСК». Если в течение 15 сек. не будет нажата клавиша «СТОП» произойдет переход на шаг 8 (исходное состояние ГГ).
- 6) Шаг 6 (ГГ в безопасное состояние). Осуществляется перевод газовой горелки в безопасное состояние (закрывается ПЗК-1, ПЗК-2Ц, ПЗК-2П, клапан запального газа, открывается свеча безопасности). Далее происходит переход на шаг 7 (сброс программы).
- 7) Шаг 7 (Сброс программы). Осуществляется перевод программы пуска в исходное состояние, т.е. после этого запуск программы возможен только с первого шага.
- 8) Шаг 8 (Исходное состояние горелки). Выполняется открытие ПЗК-1 и закрытие ПЗК-2Ц, ПЗК-3П, свечи безопасности, регулируемых заслонок центральной и периферийной, воздушных шиберов центрального и периферийного. При этом контролируется время шага 2 мин. Если в течение 2 мин. горелка не будет приведена в исходное состояние (наличие концевых выключателей вышеприведенной арматуры) то произойдет переход на шаг 9 (информация об ошибке 1). Если горелка приведена в исходное состояние, то выполняется переход на шаг 10 (искра на запальник).
- 9) Шаг 9 (Информация об ошибке 1). Выдается информация «нет исходного состояние» и выполняется переход на шаг 6 (ГГ в безопасное состояние).
- 10) Шаг 10 (Искра на запальник). Подается команда на открытие клапана запального газа и подачи искры на запальник. Контроль наличия факела запальника ГГ осуществляется в течении 15 сек. Если факела запальника нет, осуществляется переход на шаг 11 (закрытие запального клапана).

Если факел запальника есть, то выполняется переход на шаг 15 (открытие ПЗК-2Ц).

- 11) Шаг 11 (Закрытие запального клапана). Выдается команда на закрытие запального клапана. Осуществляется переход на шаг 12 (выдержка времени).
- 12) Шаг 12 (Выдержка времени). Осуществляется выдержка времени 10 сек. Перед повторным розжигом запальника. По окончании выдержки времени выполняется переход на шаг 13 (повтор искры запальника).
- 13) Шаг 13 (Повтор искры запальника). Выдаются команды на открытие клапана запального газа и подача искры на запальник. В течение 15 сек. осуществляется контроль факела запальника. Если факела запальника нет, тогда осуществляется переход на шаг 14 (информация об ошибке 2). Если факел запальника есть – выполняется переход на шаг 15 (открытие ПЗК-2Ц).
- 14) Шаг 14 (Информация об ошибке 2). Выдается информация нет факела запальника и выполняется переход на шаг 6 (ГГ в безопасное состояние).
- 15) Шаг 15 (Открытие ПЗК-2Ц). Подается команда на открытие ПЗК-2Ц и контролируется наличие факела ГГ. Если факел ГГ есть выполняется переход на шаг 16 (закрытие запального клапана). Если факел ГГ отсутствует то по истечении установленного времени происходит срабатывание защиты погасания, невоспламенение факела горелки. При этом программа переходит в исходное состояние, при котором запуск программы возможен только с первого шага.
- 16) Шаг 16 (Закрытие запального клапана). Выдается команда на закрытие запального клапана. Осуществляется переход на шаг 17 (открытие регулирующей заслонки центральной).
- 17) Шаг 17 (Открытие РКГ-Ц). Выдается команда на открытие РКГ-Ц и постановку на автомат воздушных шиберов центрального и периферийного. По мере открытия заслонки, находящейся на автоматическом управлении, центральный воздушный шибер будет также

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

автоматически открываться. При этом контролируется время шага 30 сек. Если в течение этого времени давление газа на центральный клапан не достигнет значения  $> 0.15 \text{ кгс/см}^2$  (минимальная мощность), то выполняется переход на шаг 18 (информация об ошибке 2). Если минимальная мощность достигнута и есть факел ГГ, то выполняется переход на шаг 19 (конец).

18) Шаг 18 (Информация об ошибке). Выдается информация «нет минимальной мощности» и выполняется переход на шаг 19 (конец).

19) Шаг 19 (Конец). Выполняется окончание программы пуска с выдачей информации «ГГ в работе». Информация «ГГ в работе» будет только в случае если нет информации «нет минимальной мощности». При завершении программы с сигналом «нет минимальной мощности» на оператора возлагается задача вывести горелку на минимальную мощность вручную. После этого сообщение «нет минимальной мощности» пропадает.

#### Алгоритм опрессовки

Опрессовка автоматически проводится при розжиге газовой горелки от шаговой программы. Дополнительно опрессовка может быть выполнена при нажатии на индивидуальную виртуальную клавишу «Выполнить опрессовку», кроме этого возможен запуск алгоритмов опрессовки всех горелок при помощи виртуальной клавиши «Опрессовка всех газовых блоков». После нажатия этой клавиши начинается опрессовка газовых блоков, начиная с первого, со сдвигом времени на запуск последующей 5 секунд.

1. Закрытие линии связи с атмосферой (закрытие клапана безопасности п. 1) и ожидание в течение 3 сек. изменения давления между ПЗК-1 и ПЗК-2Ц, ПЗК-2П. Если давление появилось, то неплотен ПЗК-1 или клапан опрессовки и опрессовка прекращается. Если давление не появилось – выполняется 2-й этап.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2. Подача газа в пространство между ПЗК-1 и ПЗК-2Ц, ПЗК-3П через калиброванное отверстие (открытие клапана опрессовки) и ожидание в течение 10 сек. изменения давления между ПЗК-1 и ПЗК-2Ц, ПЗК-2П. Если в течение этого времени давление не появилось – значит, утечка через ПЗК-2Ц, ПЗК-2П или через клапан безопасности в атмосферу больше пропуска газа через калиброванное отверстие, т.е. ПЗК-2Ц, ПЗК-2П или клапан безопасности неплотен, опрессовка прекращается. Если в течение этого времени давление между ПЗК-1 и ПЗК-2Ц, ПЗК-2П достигает уровня  $P_{\text{опр.мин.}}$ , – выполняется 3 этап.
3. Закрывается клапан опрессовки блока. Клапан безопасности открывается, если за опрессовкой данного блока не следует розжиг его горелки, и остаётся закрытым, если опрессованный блок относится к разжигаемой горелке.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

### 2.1 Разработка комбинированной функциональной схемы

При проектировании автоматизированной системы розжига газовых горелок необходима комбинированная функциональная схема данной системы. Спроектированная комбинированная функциональная схема представлена на плакате «15.03.04.2017.413.06.04 С2».

Общие данные по рабочим чертежам выполняются по ГОСТ 21.101.

Направление подачи газа и воздуха обозначено стрелками. При топке котла необходимо поддерживать соотношение подачи газа и воздуха. Для контроля давления газа и воздуха будем использовать датчики давления РТ1-РТ5 (11-15). Открытие и закрытие клапанов опрессовки, запальника и свечи безопасности будет осуществляться с помощью электромагнитов (8-10). Управление предохранительно-запорными клапанами (ПЗК), воздушными шиберами (ВШ) и регулирующими газовыми клапанами (РГК) осуществляется при помощи электроприводов (1-7). Для блокировок необходимо знать конечные положения (20-33) ПЗК, ВШ и РГК, а так же процент открытия ВШ и РГК (16-19). Контроль пламени осуществляется с помощью датчиков основного факела и запальника (27-28).

### 2.2 Описание оборудования, используемого в системе

В данном пункте описывается оборудование, используемое в системе управления. Описанное оборудование соответствует требованиям разрабатываемой системы и входит в состав разрабатываемой системы.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14



## 2.2.1 Датчик избыточного давления Метран-150

В АСРГГ используются датчики Метран-150, изображённые на рисунке 2. Данные датчики предназначены для измерения избыточного давления газа и воздуха перед горелками. Датчики имеют дисплей, на котором отображается значение технологического параметра; подключаются напрямую к аналоговым входам ПЛК.

Технические характеристики данных датчиков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики датчика давления Метран-150

Выходной сигнал	4...20 мА
Пределы измерения	0...8 кПа 0...160 кПа
Погрешность измерения	±0,25, 0,5, 1%
Питание	18...42 В
Условия эксплуатации	+5...+50°C



Рисунок 2 – Датчик давления Метран-150

## 2.2.2 Механизм электрический однооборотный МЭО-40/63-0,25-90

Механизм электрический однооборотный МЭО-40/63-0,25-90, изображенный на рисунке 3, используется для управления регулирующими клапанами. Механизмы МЭО устанавливаются вблизи регулирующих устройств и связываются с ними посредством тяг и рычагов.

МЭО-40/63-0,25-90 включает в себя блок сигнализации положения БД-10М с выходным аналоговым сигналом 0-5мА, который в свою очередь включает в себя два концевых выключателя, которые в системе управления используются для идентификации положения выходного вала МЭО.

Совместно с МЭО используется пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-2.

Характеристики МЭО-40/63-0,25-90 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики МЭО-40/63-0,25-90

Номинальный крутящий момент на выходном валу	40 Нм
Напряжение питания	220 В
Частота напряжения питания	50 Гц
Блок сигнализации положения	Токовый, 0–5 мА



Рисунок 3 – МЭО-40/63-0,25-90

### 2.2.3 Электромагнит АМАКС-КЭ

Данные электромагниты (рис. 4) используются для управления подачи газа к запальному устройству, обеспечивают связь с атмосферой во время простоя и необходимы для опрессовки.

Технические характеристики электромагнита представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики электромагнита АМАКС-КЭ

Напряжение питания	220 В (переменного однофазного тока)
Частота напряжения питания	50 Гц
Время полного закрытия	не более 1 сек.
Номинальная мощность в режиме срабатывания	160 Вт
Номинальная мощность в режиме удержания	16 Вт

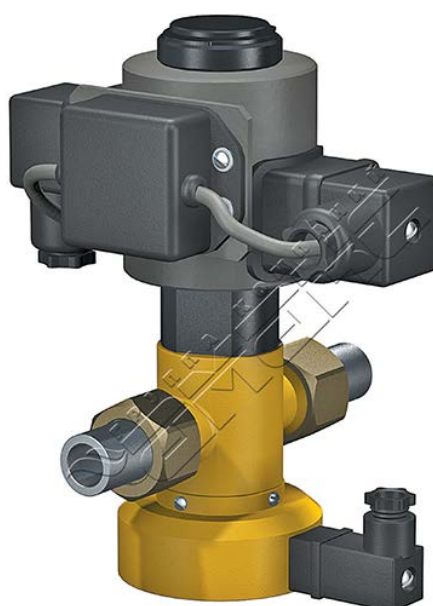


Рисунок 4 – Электромагнитный клапан АМАКС-КЭ

## 2.2.4 Воздушный шибер двухпоточный АМАКС-3ДВ

Воздушные шиберы АМАКС-3ДВ (рис. 5) используются для регулирования подачи воздуха к горелке.

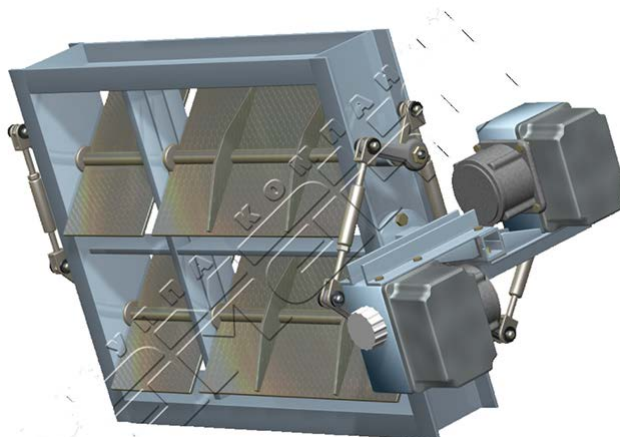


Рисунок 5 – Воздушный шибер АМАКС-3ДВ

## 2.2.5 Газовая заслонка с электроприводом АМАКС-3ДЭ

Газовые заслонки АМАКС-3ДЭ (рис. 6) используются для управления подачи газа к горелке.

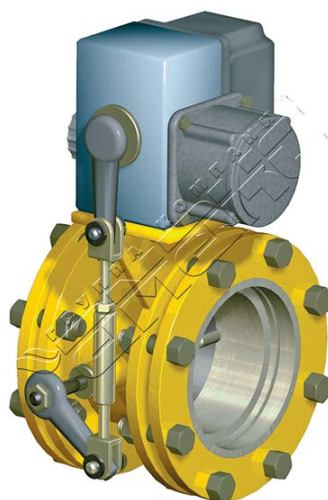


Рисунок 6 – Газовые заслонки АМАКС-3ДЭ

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Технические характеристики электромагнита представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики электромагнита АМАКС-3ДЭ

Тип электропривода	МЭО-40/63-0,25У
Напряжение питания	220 В (переменного однофазного тока)
Частота напряжения питания	50 Гц
Пропуск среды при закрытом положении	не более 0,5% от максимального расхода
Потребляемая мощность	50 Вт

#### 2.2.6 Фотодатчик низкочастотный ФДЧ

ФДЧ предназначен для контроля наличия пламени горелки. Осуществляет преобразование низкочастотных пульсаций видимого и инфракрасного излучения пламени в котле в электрический сигнал напряжения постоянного тока.

Технические характеристики фотодатчика низкочастотного представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики фотодатчика ФДЧ

Напряжение питания	среднее значение -27В, +27В от Ф34.2
Диапазон частоты пульсации света	6–12 Гц
Длина волны	1–3,2 мкм
Выходное напряжение	0–10 В
Потребляемая мощность	50 Вт

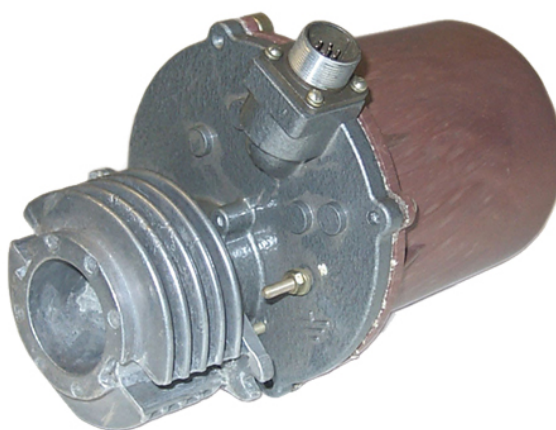


Рисунок 7 – Фотодатчик низкочастотный ФДЧ

### 2.2.7 Запальная горелка ЭИВ-01

Горелка запальная типа ЭИВ-01 предназначена для розжига горелочных устройств промышленного энергетического оборудования.

Технические характеристики горелки запальной типа ЭИВ-01 представлены в таблице 7.



Рисунок 8 – Запальная горелка ЭИВ-01

### 2.2.8 Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-3А

Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-3А используется для управления механизмами МЭО с трёхфазными асинхронными (синхронными) двигателями. ПБР-3А обеспечивает пуск и реверс трёхфазного электродвигателя.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Напряжение пускателя – 380 В (трехфазная сеть переменного тока) с частотой 50 Гц, максимальный коммутируемый ток – 3 А. Данный пускатель допускает коммутацию тока 4 А по каждой фазе трехфазного переменного напряжения.



Рисунок 9 – Внешний вид ПБР-3А

#### 2.2.9 Автоматический выключатель АК50Б-3М

В разрабатываемой системе используется автоматический выключатель АК50Б-3М, предназначенный для защиты МЭО от коротких замыканий и перегрузок. Число полюсов АК50Б-3М – 3, ток отсечки – 5 А.



Рисунок 10 – Внешний вид АК50Б-3М

## 2.2.10 Промышленный контроллер Siemens S7-417H

ПТК SIMATIC PCS 7 имеет модульную структуру, которая построена на компонентах программируемого логического контроллера (ПЛК) SIMATIC S7–417H. Встроенный в ЦПУ интерфейс PROFIBUS–DP соединяется с модулями распределенного ввода-вывода. Отказоустойчивость контроллера поддерживается операционной системой и аппаратными средствами центрального процессора CPU 417H (414H).



Рисунок 11 – Резервированные программируемые контроллеры S7 417H

Контроллеры комплектуются центральными процессорами, характерными чертами которых являются:

- высокая производительность. Время выполнения одной двоичной инструкции может составлять 0,08 мкс;
- большие объемы загружаемой памяти для размещения программ пользователя и данных;
- гибкие возможности расширения ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- MPI интерфейс, позволяющий подключать до 32 станций и передавать данные со скоростью до 187.5 Кбит/с; поддерживать до 64 активных соединений;

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



- наличие переключателя выбора режимов работы;
- многоуровневая парольная защита;
- буфер диагностики, в котором могут сохраняться до 120 сообщений о последних неисправностях;
- встроенные сервисные функции по обслуживанию человеко-машинного интерфейса;
- встроенные часы реального времени;
- наличие карт памяти (RAM или EPROM).

Примененный контроллер обеспечивает целый ряд преимуществ:

- прозрачное программирование (при написании программы учитываются только технологические особенности объекта управления; вопросы повышения отказоустойчивости системы решаются операционной системой и аппаратной частью контроллера; дополнительное программное обеспечение необходимо только для конфигурирования отказоустойчивой системы);
- стандартная обработка данных (с точки зрения пользователя в контроллере S7-417N (414N) есть только один центральный процессор и одна программа);
- быстрое безударное переключение с ведущего на ведомый процессор с типовым временем переключения 30 мс. На период переключения операционная система исключает возможность потери данных или сигналов прерываний;
- автоматическая синхронизация центральных процессоров после замены одного из них (после замены одного из центральных процессоров предусмотрено выполнение автоматической безударной синхронизации с передачей в память включенного в работу процессора всех текущих данных (программы, блоков данных, динамических данных и т.д.));

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Процессор оснащен четырьмя интерфейсами. Два из них являются DP интерфейсами (один из них DP/MPI), два других используются для подключения submodule синхронизации. Синхронизация и связь двух центральных процессоров контроллера осуществляется через эти submodule. Для каждого процессора используется по два submodule синхронизации (четыре submodule на одну систему).

Система автоматического регулирования состоит из четырёх программируемых логических контроллеров: один контроллер используется для задач управления газовым трактом и авторегулирования газо-воздушного тракта и топлива (газ и мазут), второй – для задач авторегулирования пароводяного тракта, третий – для регулирования конденсатно-питательного тракта, а также частоты и мощности, четвёртый – для общестанционной системы автоматического регулирования мощности.

Для задач авторегулирования частоты и мощности кроме станций распределенного ввода-вывода ET 200M используется модуль быстрого цифрового управления FM458-1 DP (резервированный) совместно с модулями расширения EXM 438-1.

Система автоматического регулирования состоит из трёх программируемых логических контроллеров: один контроллер используется для задач управления газовым трактом и авторегулирования газо-воздушного тракта и топлива (газ и мазут), второй – для задач авторегулирования пароводяного тракта, третий – для регулирования конденсатно-питательного тракта, а также частоты и мощности.

Система операторского интерфейса в SIMATIC PCS 7 основаны на SIMATIC WinCC (Windows Control Center).

Подсистема электропитания:

1. Устройства питания 24 В DC ПТК:

- преобразователь напряжения 220 В AC/24 В DC, In=100 А;
- преобразователь напряжения 220 В DC/24 В DC, In=100 А.

2. Устройства питания и распределения 220 В АС (для оборудования ОС с АБП и аккумуляторными батареями).

Условия эксплуатации АСРГГ:

- рабочая среда – природный газ ГОСТ 5542 с температурой от -30°C до 80°C;
- температура окружающей среды от 1°C до 40°C;
- влажность воздуха до 80% при температуре 25°C.

### 2.2.11 Станция распределённого ввода-вывода ET 200M

Станции распределенного ввода-вывода ET 200M с модулями S7-300 предназначены для создания интерфейса ввода-вывода. Станции подключаются к системе управления через резервированную шину PROFIBUS-DP и выполняют функции ведомого устройства. Это обеспечивает высокую гибкость системы ввода-вывода. В состав каждой станции входят два интерфейсных модуля и до восьми модулей ввода-вывода. Интерфейсные модули и модули ввода-вывода используют для своей работы постоянный ток напряжением 24 В.



Рисунок 12 – Станция распределенного ввода-вывода ET 200M

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

В станциях ET 200M используются активные шинные модули. Такие станции позволяют включать и отключать модули без остановки всей системы управления и производства в целом. Для подключения ET 200M к резервированному программируемому контроллеру S7 417H через 2 линии PROFIBUS–DP используется интерфейсный модуль IM 153. Если происходит сбой одной из линий PROFIBUS–DP, то осуществляется автоматическое переключение DP-соединения на неповрежденную, резервированную линию DP.

Таблица 7 – Типы модулей в станции ET 200M

Модуль	Назначение	Основные функции
SM321	Модули ввода дискретных сигналов	Предназначены для преобразования параметров внешних входных дискретных сигналов в параметры внутренних цифровых сигналов контроллера.
SM322	Модули вывода дискретных сигналов	Предназначены для преобразования внутренних дискретных сигналов контроллера во внешние дискретные сигналы с требуемыми параметрами.
SM331	Модули ввода аналоговых сигналов	Предназначены для аналого-цифрового преобразования внешних аналоговых сигналов в цифровые сигналы контроллера

В станциях ET 200M интерфейсные модули обеспечивают комплексную обработку задач по обмену данными с ведущим сетевым устройством PROFIBUS-DP, которое осуществляет опрос входных сигналов станции и формирует ее выходные сигналы.

Модули оперируют аналоговыми и дискретными входными и выходными сигналами, поступающими в них в цифровом виде по шине, либо с аппаратных разъемов связи с технологическим процессом, через которые к данному модулю непосредственно подключаются соответствующие входные или выходные сигналы. Модули разделяются по технологическим задачам, которые они выполняют. Подключение входных цепей производится к съемным фронтальным соединителям, которые закрываются защитными крышками.

### 2.2.12 Стандартизированная полевая шина PROFIBUS-DP

В системе управления SIMATIC PCS 7 для соединения со станциями распределенного входами/выходами используется стандартизованная шина PROFIBUS-DP. PROFIBUS-DP позволяет подсоединять к одной DP-шине до 32 станций, со скоростью передачи 12 Мб/с. PROFIBUS-DP конфигурируется на базе промышленной витой пары.

Profibus DP (Decentralized Peripherals) - профиль протоколов промышленной сети Profibus.

Использует уровни модели OSI:

1. Физический уровень — отвечает за характеристики физической передачи;
2. Канальный уровень — определяет протокол доступа к шине;
3. Прикладной уровень — отвечает за прикладные функции.

Данная сеть была спроектирована для высокоскоростной передачи данных между устройствами. В данной сети центральные контроллеры (программируемые логические контроллеры и РС) связаны с их распределёнными полевыми устройствами через высокоскоростную последовательную связь. Большинство передач данных осуществляется циклическим способом.

В качестве ведущего устройства могут использоваться контроллеры. Как ведомые устройства, могут использоваться приводы, клапаны или устройства ввода-вывода.

С помощью Profibus DP могут быть реализованы Mono и MultiMaster системы. Основным принцип работы заключается в следующем: центральный контроллер (ведущее устройство) циклически считывает входную информацию с ведомых устройств и циклически записывает на них выходную информацию. При этом время цикла шины должно быть короче, чем время цикла программы контроллера, которое для большинства приложений составляет приблизительно 10 мс. В дополнение к циклической передаче пользовательских данных, Profibus DP предоставляет широкие возможности по диагностике и конфигурированию. Коммуникационные данные отображаются специальными функциями как со стороны ведущего, так и со стороны ведомого устройства.

Диагностические функции Profibus DP позволяют быстро локализовать сбои в системе. Диагностические сообщения передаются по шине мастеру, сообщения делятся на три уровня:

- связанная со станцией диагностика — определяет состояние всего устройства (перегрев, низкое напряжение и т. д.);
- связанная с модулем диагностика — сообщения связанные с ошибками в том или ином входном/выходном модуле;
- связанная с каналом диагностика — определяют ошибку конкретного бита входа/выхода.

Поведение системы при использовании протокола DP определяется состоянием ведущего устройства. Существует три основных состояния:

- **ОСТАНОВ** – в этом состоянии не происходит передачи данных между ведущим устройством и периферией;
- **ОЧИСТКА** – ведущее устройство считывает информацию с ведомых устройств и держит выходы в состоянии защиты от сбоев;

- РАБОТА – ведущее устройство находится в состоянии приёма или передачи данных с периферией.

Ведущее устройство циклически посылает информацию о своём состоянии всем ведомым устройствам, присоединённым к нему. Передача данных между ведущим и ведомым устройствами делится на три фазы:

1. Параметризация;
2. Конфигурирование;
3. Передача данных.

На 1 и 2 стадиях ведомое устройство сравнивает свою текущую конфигурацию с конфигурацией, ожидаемой ведущим устройством, и, только если они совпадают, происходит передача данных. В дополнение к обычной передаче пользовательских данных, ведущее устройство может посылать управляющие команды одному, группе или всем своим ведомым устройствам. Существует две таких команды. Одна переводит ведомые устройства в режим sync (все выходы блокируются в текущем состоянии), другая — переводит в режим freeze (все входы блокируются в текущем состоянии). Вывод из этих режимов происходит с помощью команд unsync и unfreeze соответственно.

В дополнение к данной системе передачи, существуют расширенные DP функции, которые позволяют производить ациклическое чтение и запись параллельно циклической передаче данных.

## 2.3 Разработка структурно-функциональной схемы

На основе анализа комбинированной функциональной схемы и технического задания была разработана структурно – функциональная схема (плакат «15.03.04.2017.413.06.05 Э2»).

Структурно-функциональная схема является одним из основных технических документов, определяющих функциональную и блочную структуру АС, а также отражающих оснастку объекта приборами и средствами автоматизации.

На структурно-функциональной схеме в форме условных изображений представлены исполнительные механизмы, коммутационная аппаратура, блоки ПЛК, датчики (с указанием типа сигнала), а также панель управления.

Основа системы – программируемый логический контроллер Siemens S7-417N (далее – ПЛК), так как в данный ПЛК уже находится в работе и не целесообразно покупать другой. Связь с внешними устройствами осуществляется через модули ввода/вывода. ПЛК принимает информацию от датчиков, после чего формирует управляющие команды на исполнительные элементы. Работа исполнительных элементов, датчиков контролируется при помощи операторской станции.

Структурно-функциональная схема необходима для более подробного разъяснения определенных процессов, протекающих в отдельных функциональных цепях.

В данном ПЛК будут использоваться аналоговые и дискретные входы, дискретные выходы.

Сигнал с датчиков давления, а также с блока сигнализации положения ВШ и РГК будет поступать на модуль аналогового ввода. Сигналы с концевого положения с МЭО и с прибора Ф34.2 будут поступать на модуль дискретного ввода.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30



Управляющие воздействия на электроприводы клапанов и электромагнитные клапаны поступают с модуля дискретного вывода. Обмен информацией между ПЛК и модулями ввода/вывода происходит по протоколу PROFIBUS.

## 2.4 Разработка схемы соединений исполнительных механизмов

Схема электрическая соединений исполнительных механизмов представлена на плакате «15.03.04.2017.413.06.06 Э4».

### 2.4.1 Схема управления воздушным шибером

В состав разрабатываемой системы управления входят два воздушных шибера, управляемых посредством механизмов электрических однооборотных.

Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-3А используется для управления механизмами МЭО с трёхфазными асинхронными (синхронными) двигателями. ПБР-3А обеспечивает пуск и реверс трёхфазного электродвигателя.

Для защиты МЭО от коротких замыканий и перегрузок используется автоматический выключатель АК50Б-3М.

Схема управления воздушным шибером представлена на рисунке 13.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

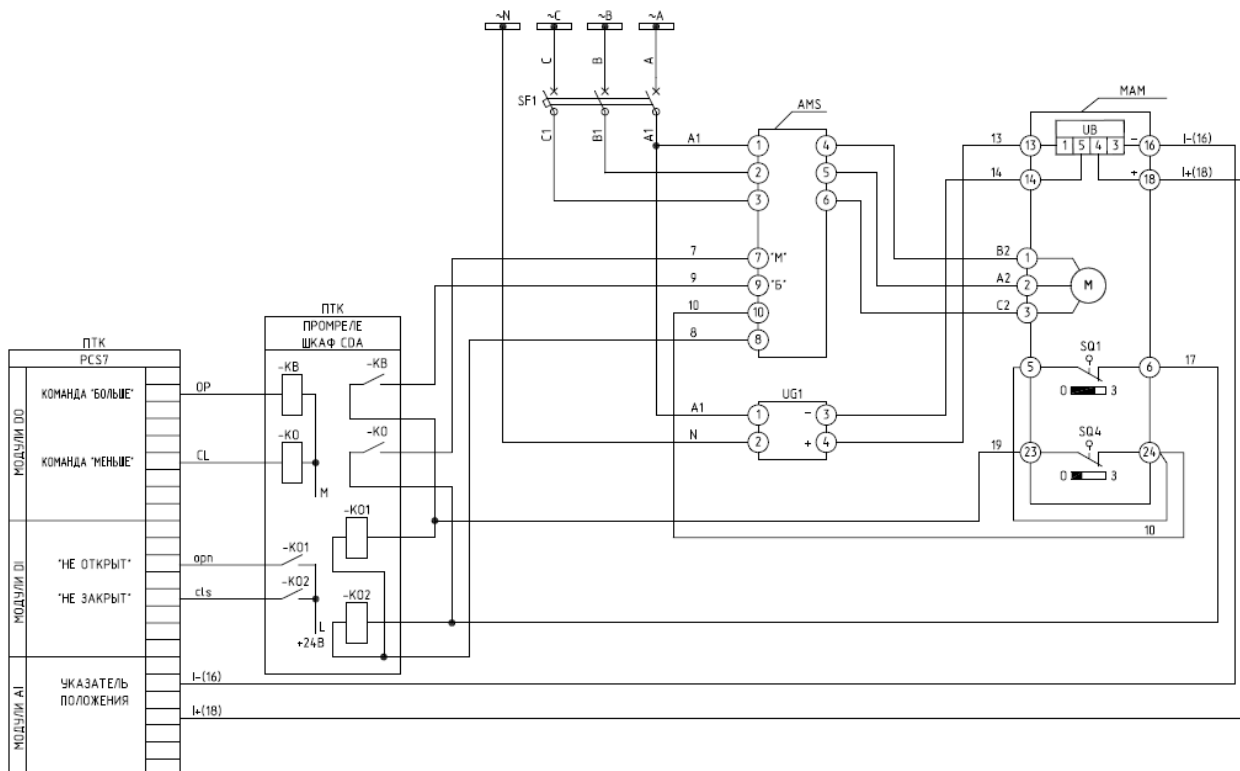


Рисунок 13 – Схема управления воздушным шибером

#### 2.4.2 Схема управления предохранительно-запорного клапана

В состав разрабатываемой системы управления входят три предохранительно-запорных клапана, управляемых посредством механизмов электрических однооборотных.

Схема управления предохранительно-запорного клапана представлена на рисунке 14.

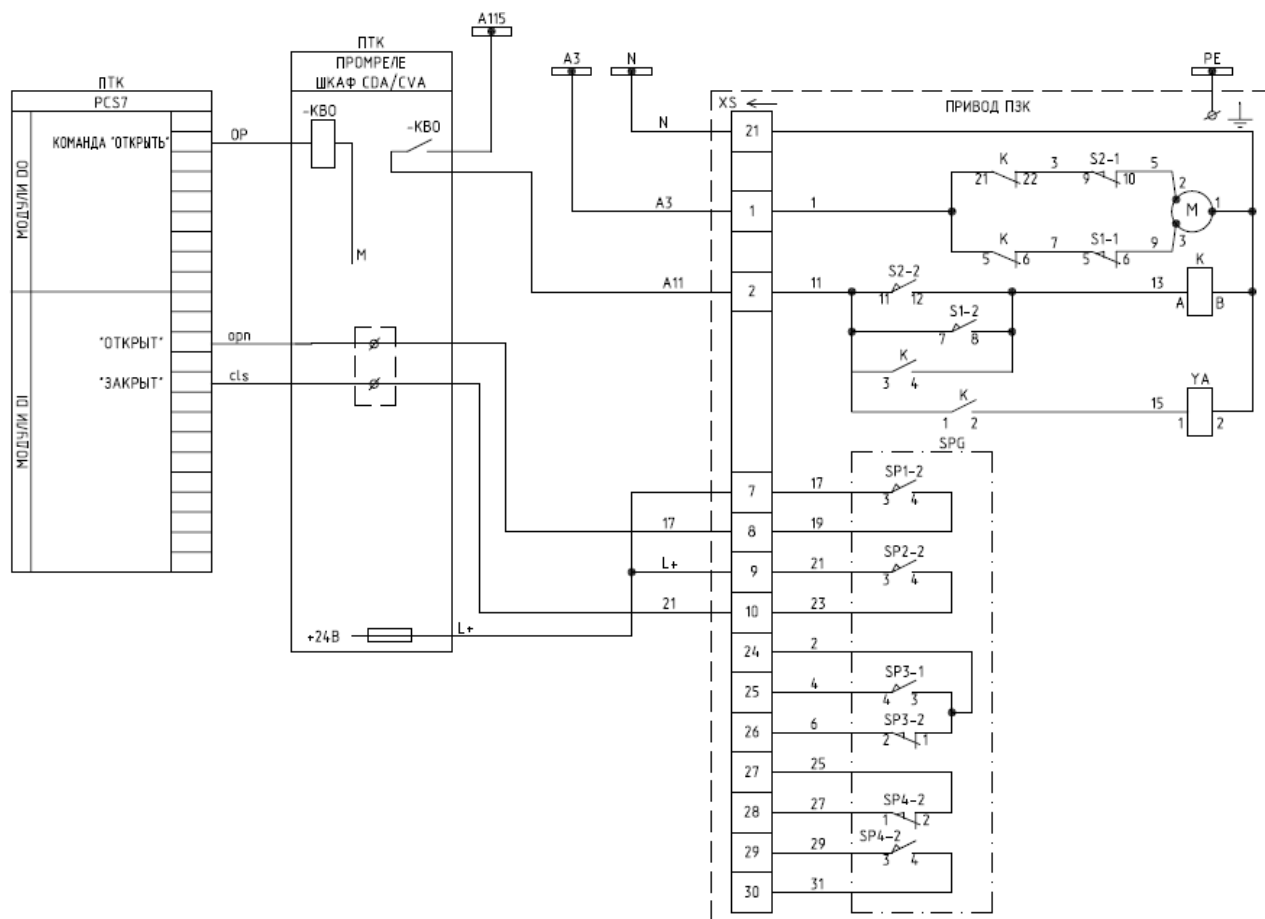


Рисунок 14 – Схема управления ПЗК

### 2.4.3 Схема управления электромагнитными клапанами

В состав разрабатываемой системы управления входят три электромагнитов АМАКС-КЭ.

Схема управления электромагнитных клапанов представлена на рисунке 15.

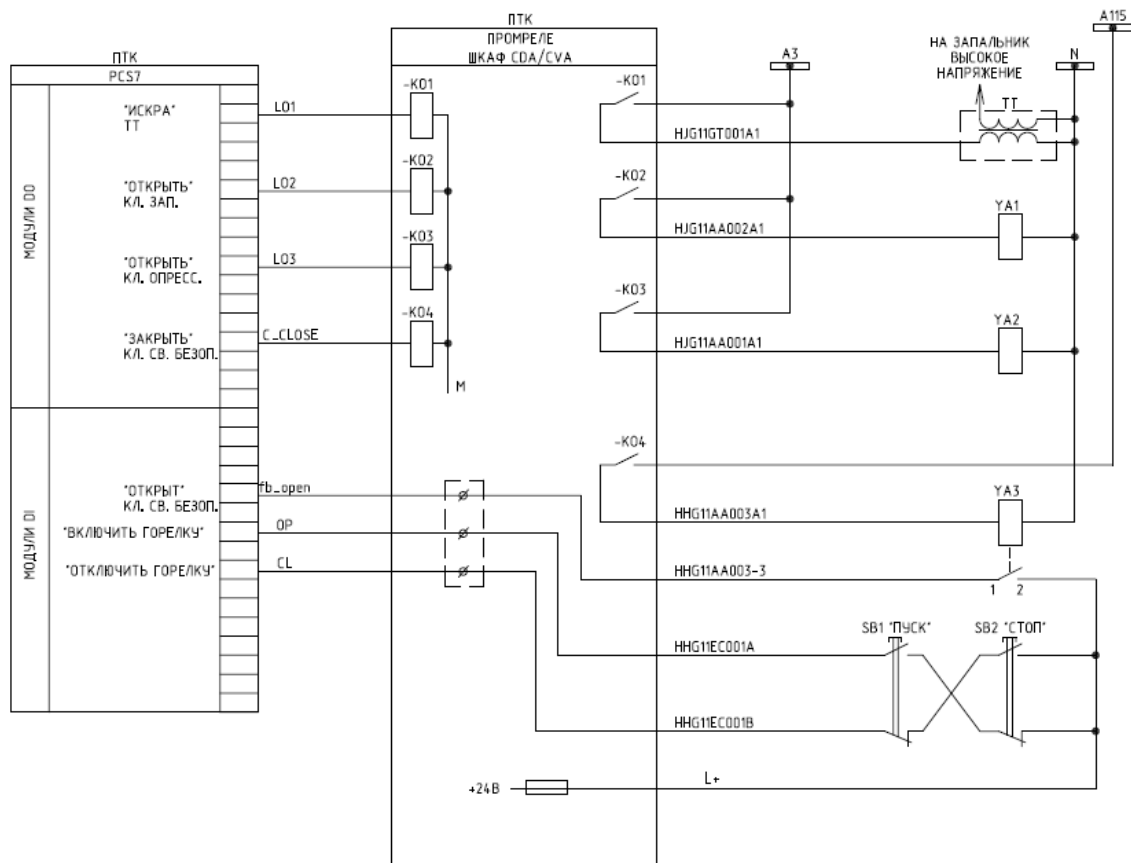


Рисунок 16 – Схема управления электромагнитными клапанами

#### 2.4.4 Схема управления газовой заслонки

В состав разрабатываемой системы управления входят две газовые заслонки.

Схема управления газовыми заслонками представлена на рисунке 17.

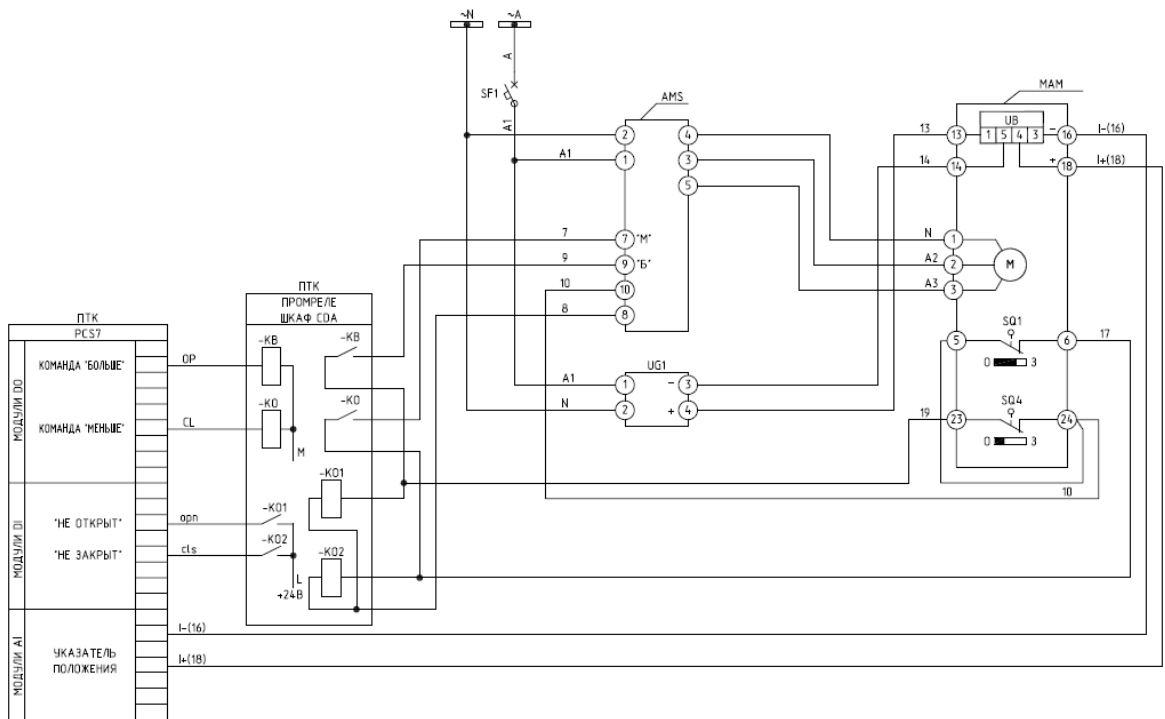


Рисунок 17 – Схема управления газовой заслонкой

#### 2.4.5 Схема соединения датчиков факела

В состав разрабатываемой системы управления входят прибор контроля факела Ф34.2.

Схема соединения датчиков наличия факела представлена на рисунке 18.

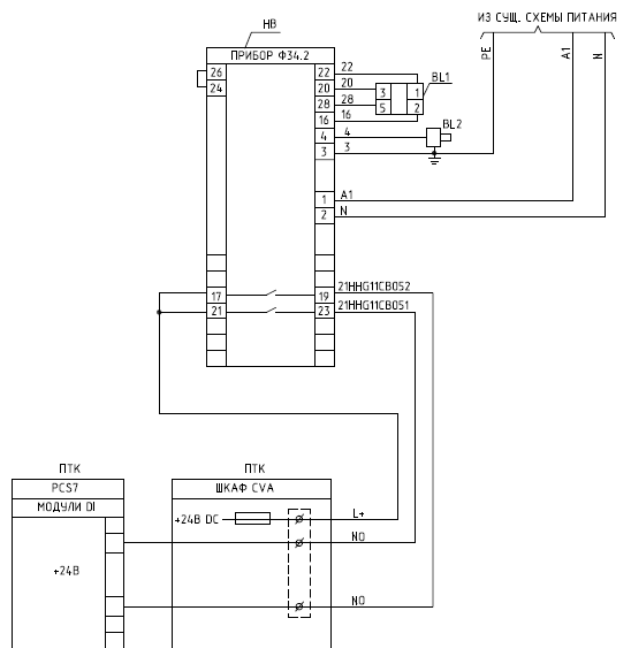


Рисунок 18 – Схема соединения датчиков факела

## 2.5 Регулирование подачи газа и воздуха к горелке

Расход газа и воздуха регулируется с помощью запорно-регулирующих клапанов, управляемых МЭО. Контроль расхода газа и воздуха осуществляется с помощью датчиков давления Метран-150.

Удельная теплота сгорания природного газа  $Q=8000$  ккал/м<sup>3</sup>. При данной теплоте сгорания соотношение объема подаваемого к горелкам природного газа к объему нагретого воздуха должно быть равно 1 к 10. Данное соотношение остается постоянным.

### 3 РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОПЕРАТОРА

Программное обеспечение автоматизированной системы розжига газовых горелок (АСРГГ) предназначено для диспетчерского контроля и управления объектом. Структура ПО АСРГГ включает в себя программу верхнего уровня для взаимодействия с оператором и программу нижнего уровня для реализации управления исполнительными механизмами систем. Программа верхнего уровня реализована в программном пакете Borland C++ Builder 6.0.

Целью создания программы является обеспечение контроля за параметрами, наладки и управления исполнительными механизмами системы. При запуске АСРГГ оператор попадает на окно, представленное на рисунке 19.

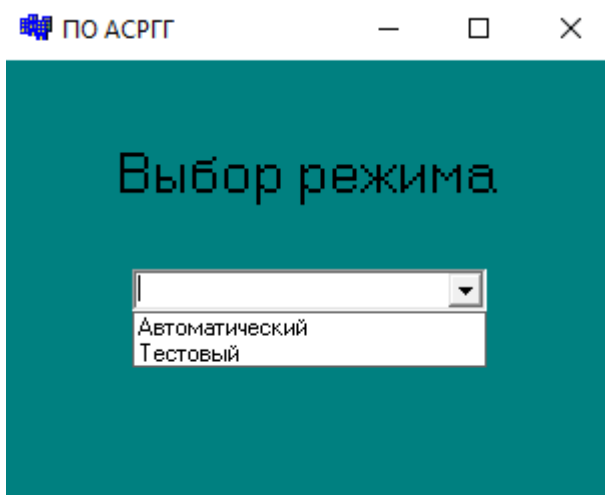


Рисунок 19 – Начальное окно АСРГГ

Оператору предоставляется возможность выбора из 2-х режимов работы установки: «Автоматического» и «Тестового». При выборе одного из режимов оператор будет перенаправлен в окно соответствующего режима работы.

При нажатии на кнопку «Автоматический режим» оператор переходит в окно выбора номера газовой горелки, изображенное на рисунке 20.

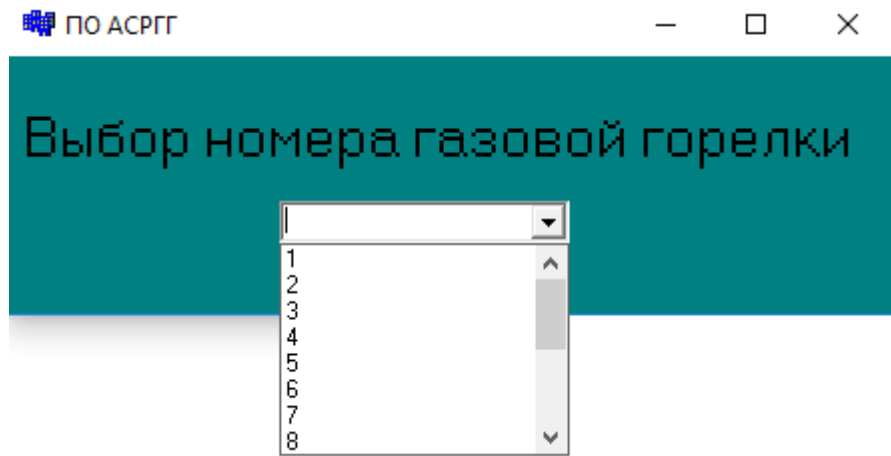


Рисунок 20 – Окно выбора номера газовой горелки АСРГГ

При выборе одной из газовых горелок оператор будет перенаправлен в окно автоматического режима соответствующей горелки

В случае выбора первой газовой горелки оператор перенаправляется на окно автоматического режима соответствующей горелки, представленное на рисунке 21.

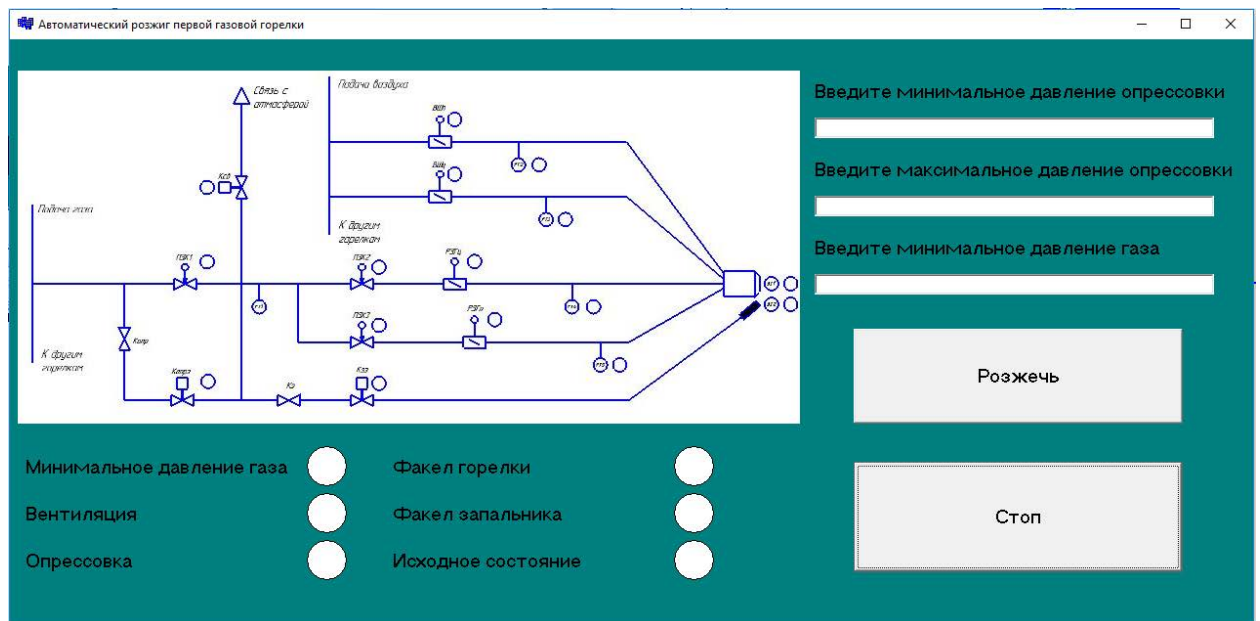


Рисунок 21 – Окно автоматического розжига первой газовой горелки контроля

В данном окне оператору предоставляется возможность ввести необходимые данные для работы системы в автоматическом режиме. После



введения этих данных становится возможным начать работу системы нажатием кнопки «Пуск». Остановить работу системы оператор может нажатием кнопки «Стоп».

Также в данном окне показана пневматическая схема подключения исполнительных элементов. На схеме присутствует индикация, расположенная над каждым исполнительным элементом, которая показывает состояние элемента. Если горит зеленая лампа, то элемент работает, а если красная то элемент неисправен.

В случае возникновения аварийной ситуации появляется сообщение об ошибке, представленное на рисунке 22.

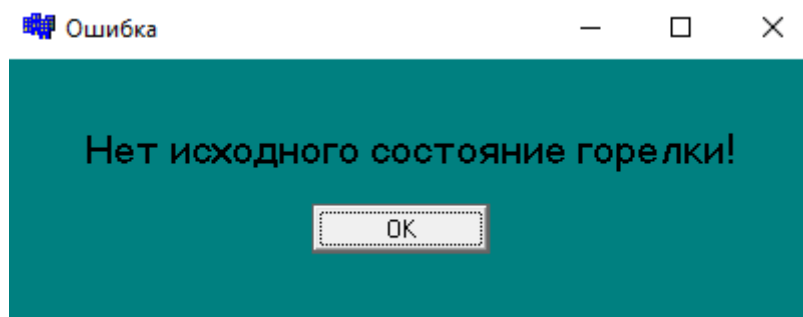


Рисунок 22 – Сообщение об ошибке

При выборе со второго по шестнадцатый номер газовой горелки оператор перенаправляется в окна, аналогичные окну, представленному на рисунке 21, с соответствующими изменениями.

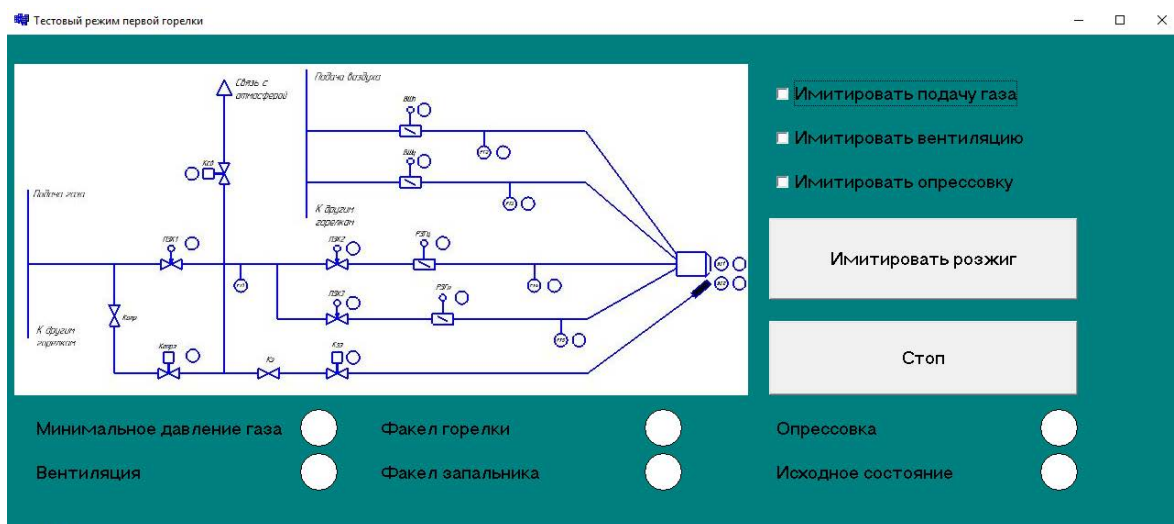


Рисунок 23 – Окно тестового режима АСРГГ

При выборе тестового режима оператор переходит в окно, изображенное на рисунке 23.

В данном окне оператору предоставляется возможность имитировать подачу газа и появление давления для проверки работоспособности исполнительных элементов, а так же создание аварийных ситуаций для проверки безопасности розжига.

Также в данном окне показана гидравлическая схема подключения исполнительных элементов. На схеме присутствует индикация, расположенная над каждым исполнительным элементом, которая показывает состояние элемента. Если горит зеленая лампа, то элемент работает, а если красная то элемент неисправен.

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Экономическая часть является одной из основных причин создания АСУ ТП. В данном разделе представлено экономическое обоснование создания АСУ ТП, а также расчёт себестоимости системы с учётом проведённых работ и всех комплектующих частей системы. Произведён расчёт возможной прибыли, срока окупаемости проектируемой АСУ ТП. Расчёт производится в несколько этапов, которые будут рассмотрены далее.

Себестоимость продукции – это затраты предприятия на ее производство и реализацию, выраженные в денежной форме. Расчет и анализ себестоимости продукции является важнейшей задачей любого предприятия и входит в систему управленческого учета. Себестоимость в свою очередь складывается из ряда составляющих:

- материальные затраты (сырье, материалы, комплектующие изделия, топливо, энергия, общепроизводственные затраты);
- оплата труда (основного производственного персонала, вспомогательного производственного персонала, интеллектуального персонала, служащих, младшего обслуживающего персонала);
- отчисления на социальные мероприятия;
- амортизация основных средств;
- прочее (накладные расходы, непосредственно связанные с производством и реализацией; маркетинговые расходы).

### 4.1 Расчет материальных затрат

Расчет стоимости используемого оборудования произведен исходя из цен, представленных в интернет-магазинах. Стоимость каждой позиции представлена в таблице 8. Цены приведены с учётом НДС.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Таблица 8 – Стоимость комплектующих АСРГГ

Наименование	Цена за ед.	Кол.	Сумма
Датчик избыточного давления Метран-150	40000 р	60	3200000 р

Сумма затрат на комплектующие составила  $P = 3200000$  рублей.

Стоимость прочего оборудования принимается в размере 10% от суммарной стоимости комплектующих системы:

$$P_B = 3200000 \text{ рублей} \cdot 0,1 = 320000 \text{ рублей.}$$

Итоговая сумма комплектующих затрат:

$$P_{\text{кп}} = 3200000 \text{ рублей} + 320000 \text{ рублей} = 3520000 \text{ рублей.}$$

#### 4.2 Расчет полной себестоимости проекта

Для подсчёта полной себестоимости проектируемой системы необходимо также учесть затраты на транспортировку комплектующих, оплату труда (заработная плата проектировщика), отчисления на социальные нужды, монтажные и пусконаладочные работы, а также общие накладные расходы.

Используя расчеты из п. 4.2 суммарная себестоимость комплектующих равна 352000 рублей.

Примем заработную плату проектировщика за 51415 рублей. Исходя из предложений интернет-магазинов, оказывающих услуги доставки, выберем наиболее оптимальную доставку стоимостью 25000 р.

Монтажные работы, прокладка всех электропроводов с учётом их стоимости, установка оборудования и сборка шкафа управления, а также

пусконаладочные работы составляют порядка 15% от себестоимости проектируемой системы. В том случае затраты на такие работы составят 528000 рублей. По расчетным данным составим калькуляционную таблицу полной себестоимости.

Таблица 9 – Полная себестоимость проекта

Статья калькуляции	Сумма, рублей
Стоимость комплектующих затрат	3520000
Транспортные расходы	25000
Монтажные и пусконаладочные работы	528000
Суммарные затраты на разработчика	51415
Итого:	4124415

#### 4.3 Расчет экономического эффекта

Экономический эффект – разность между результатами деятельности хозяйствующего субъекта и произведенными для их получения затратами на изменения условий деятельности. Эффект от использования систем автоматизации в сущности является экономией расхода газа при более точном соотношении подачи газа и воздуха, экономией затрат времени на розжиг газовых горелок, а также повышение безопасности и уменьшении расхода газа при неплотных клапанах во время простоя.

Экономический эффект достигается путём выработки большей электроэнергии за то же количество газа. Выработка электроэнергии осуществляется 24 часа в сутки.

Рассчитаем экономию средств, достигаемую в результате экономии 0,5% объёма газа.

Одна горелка на максимальной мощности расходует 5000 м<sup>3</sup> газа в час. Примем в расчёт, что в среднем энергоблок работает на мощности 40% от максимальной. Цена за 1 м<sup>3</sup> газа составляет 4,15 рублей. Получим экономический эффект:

$$Эк = W \cdot C \cdot N \cdot \Delta t \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,005,$$

где  $W$  – максимальный расход газа (м<sup>3</sup>/ч);

$C$  – цена газа за 1 м<sup>3</sup> (руб.);

$N$  – количество горелок;

$\Delta t$  – доля вырабатываемой электроэнергии;

$n$  – количество часов в году;

$f$  – доля продаваемого электричества.

Отсюда получим:

$$Эк = 5000 \cdot 4,15 \cdot 16 \cdot 0,4 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,005 = 5822400 \text{ рублей.}$$

Следовательно, годовая экономия затрат составляет 5822400 рублей.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

#### 4.4 Расчет срока окупаемости системы

Разработка системы и её внедрение необходимо для нужд предприятия, поэтому её дальнейшая реализация не предполагается. Внедрение системы планируется на собственные средства. Рассчитаем срок окупаемости системы, т.е. то время, за которое произойдет возврат всех капитальных вложений в размере 4124415 рублей.

Как ранее было сказано, возврат средств произойдет за счет экономии расхода природного газа.

Период, за который окупится внедрение системы:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\mathcal{E}} = \frac{4124415}{5822400} = 0,71 \text{ года} = 8,5 \text{ месяца.}$$

Поэтому эффект от внедрения системы будет проявляться лишь после данного срока. Рассчитаем экономический эффект и для последующих лет эксплуатации:

$$\mathcal{E}_{\text{Эз}i} = i \cdot \mathcal{E}3 - K,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Эз}1} = 5822400 \text{ рублей} - 4124415 \text{ рублей} = 1697985 \text{ рублей,}$$

$$\mathcal{E}_{\text{Эз}2} = 2 \cdot 5822400 \text{ рублей} - 4124415 \text{ рублей} = 7520385 \text{ рублей,}$$

$$\mathcal{E}_{\text{Эз}3} = 3 \cdot 5822400 \text{ рублей} - 4124415 \text{ рублей} = 13342785 \text{ рублей.}$$

На рисунке 24 представлен график зависимости прибыли (от внедрения системы) от времени.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

### График зависимости прибыли от времени

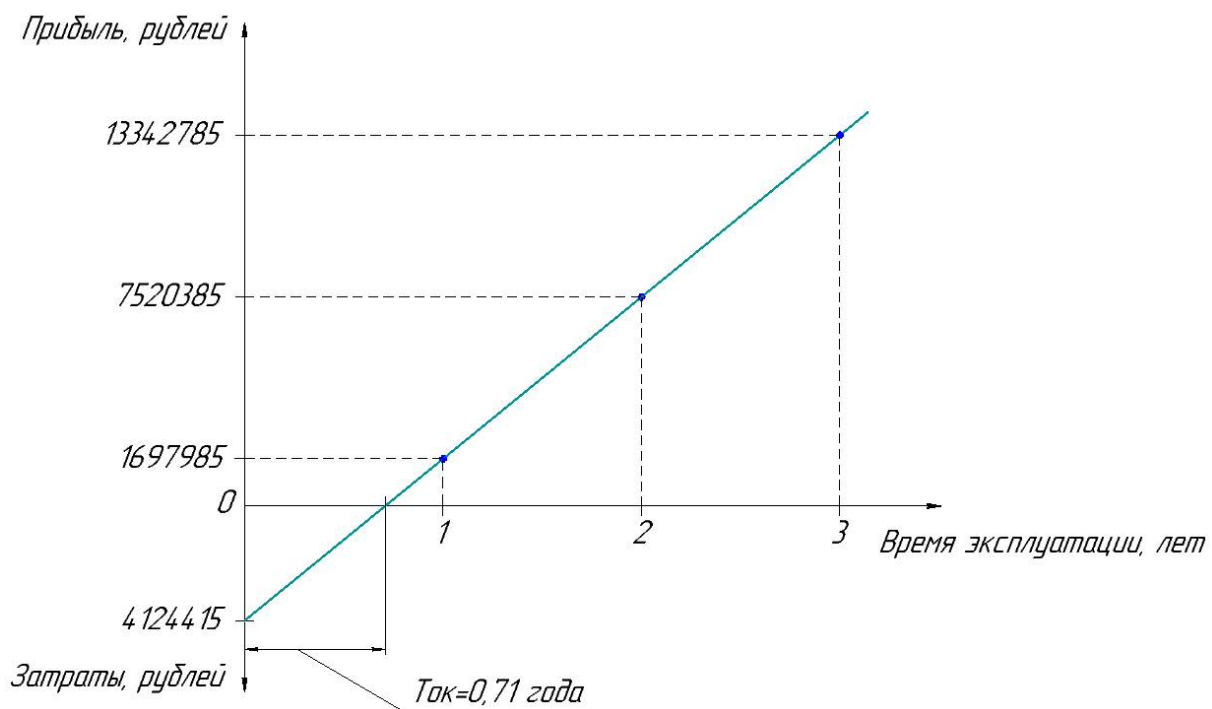


Рисунок 24 – График зависимости прибыли от времени



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система автоматического розжига газовых горелок.

Для данной системы была разработана структурно-функциональная схема, схема комбинированная функциональная, схема соединений.

На основе блок-схемы алгоритма работы системы было разработано программное обеспечение для промышленного контроллера Siemens S7-417H.

При выполнении работы использовались различные стандарты (например, ГОСТ 21.408 – 93 «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»). Данные о ценах на оборудование были получены с соответствующих страниц интернет-магазинов, а данные о технических характеристиках – с интернет-сайтов производителей соответствующего оборудования.

В организационно – экономической части был приведен полный расчет себестоимости и прочих расходов. Экономический эффект от внедрения проекта составит 1 697 985 рублей за один год.

По результатам расчетов можно утверждать, что разработанный проект является экономически целесообразным и может быть рекомендован к внедрению.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов, В. А. Электроника систем управления. Часть 2. Цифровая электроника /В. А. Смирнов , Шереметьев А.В. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 144с.
2. СТО ЮУрГУ 04–2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению /Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: издательство ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
3. ГОСТ 2.701 – 2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.:Изд- во стандартов, 1980 – 4с.
4. ГОСТ 19.701 – 90. Единая система программной документации. Схема алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Изд – во стандартов, 1992 – 24с.
5. Общетехнический справочник./ Под редакцией Е.А. Скороходова – 2-е издание.– Москва: изд-во «Машиностроение», 1982.– 415с.
6. Псигин, Ю.В., «Управление системами и процессами машиностроения».– Ульяновск: изд-во УлГТУ, 2003.–76с.
7. Вайрадян, Л.С. Надежность автоматизированных систем управления / Л.С. Вайрадян, Ю.Н. Федосеев; Под ред. Я.А. Хетагурова. Ч. 1, 2. – М.: МИФИ, 1974.– 430с.

					ЮУрГУ 15.03.04.2017.413.06.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48