

Реферат

ВКР содержит 91 страницу машинописного текста, 34 таблицы, 21 рисунок, 1 список использованных источников из 18 наименований, 4 приложения.

Объектом исследования является туннельная печь обжига кирпича (ТП).

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления ТП с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных регуляторов OVEN TPM 138, с применением SCADA-системы TRACE MODE 6.4.

Разработанная система может использоваться в системах управления, контроля, и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Благодаря этой системе можно повысить точность, надежность измерений, увеличить производительность и сократить число аварий.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

ТУННЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ОБЖИГ КИРПИЧА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, КОММУТАЦИОННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Содержание

Глоссарий.....	4
Обозначения и сокращения	Ошибка! Закладка не определена.
Введение	5
1 Техническое задание	7
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП.....	7
1.2 Назначение системы.....	7
1.3 Цели создания системы.....	7
1.4 Требования к техническому обеспечению	8
1.5 Требования к метрологическому обеспечению.....	10
1.6 Требования к программному обеспечению.....	10
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	11
1.8 Требования к информационному обеспечению.....	11
2. Основная часть.....	13
2.1. Описание технологического процесса.....	13
2.2 Выбор архитектуры АС	14
2.3. Разработка структурной схемы АС	14
2.4 Функциональная схема автоматизации	17
2.5 Разработка схемы информационных потоков РП	17
2.6 Выбор средств реализации ТП.....	18
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Технология QuaD.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.4 SWOT – анализ.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.5 Планирование научно-исследовательских работ.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.6 Бюджет научно-технического исследования.....	Ошибка! Закладка не определена.
4. Социальная ответственность.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Профессиональная социальная безопасность.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Экологическая безопасность.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности	Ошибка! Закладка не определена.
5. Особенности законодательного регулирования проектных решений	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список использованных источников	Ошибка! Закладка не определена.

Приложение А **Ошибка! Закладка не определена.**
Приложение Б..... **Ошибка! Закладка не определена.**
Приложение В **Ошибка! Закладка не определена.**
Приложение Г **Ошибка! Закладка не определена.**

Глоссарий

Термин	Определение
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых комплектуется АС
SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных)	Набор взаимосвязанных модулей, предназначенный для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных
OPC-сервер	OPC-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC
Объект управления	Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления
Диспетчерский пункт (ДП)	Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства
Автоматизированное рабочее место (АРМ)	Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.
ТЕГ	ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком смысле используется для категоризации, описания, создания внутренней структуры и поиска данных
Modbus	Modbus – это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

Введение

В дипломной работе рассматривается автоматизация технологического процесса туннельной печи обжига кирпича. Актуальность темы связана с тем, что современный технологический процесс производства керамического кирпича отличается высокой степенью сложности, изготовление которого включает один из наиболее ответственных и трудоемких этапов – обжиг кирпича. Для осуществления технологических процессов обжига требуется постоянный контроль температуры и давления в каждой зоне печи и воздуха. С качеством продукции коррелируют значения температур и давления. Эти значения могут меняться в зависимости от климатических условий или других факторов. В связи с этим, существует необходимость оперативного контроля указанных параметров и анализ их величин за предыдущее время, во время которого осуществляется процесс. Эти задачи решаются посредством современного оборудования и автоматики.

В мире уже много созданных автоматизированных систем в этой области, а также немалое количество написанных статей и книг. Например, статья «Автоматизированная система обжига керамических изделий», написанная Владимиром Морозовым. В этой статье описан опыт разработки и внедрения автоматизированной системы обжига керамических изделий Голицынского керамического завода. Однако, на мой взгляд аппаратно-технический комплекс, как и программное обеспечение уже явно устарели. На сегодняшний день можно обеспечить гораздо лучшее качество обработки и передачи информации, более точное управление технологическими параметрами.

Ещё одним опытом в этом направлении поделились Сергей Витковский, Владислав Дубинский и Юрий Страхурский в статье «Опыт создания ПТК для управления тепловыми процессами в производстве керамического кирпича». Это уже более современный подход, используются современная SCADA-система, однако плохо описан аппаратно-технический комплекс.

Целью дипломной работы является создание автоматизированной системы технологического процесса туннельной печи обжига кирпича, согласно техническому заданию.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Автоматизированная система управления технологическими процессами туннельной печи (ТП) предназначена осуществлять автоматизированный контроль и управление технологическими процессами при обжиге кирпича в обжиговой туннельной печи. В туннельной печи происходит обжиг керамического кирпича пластического формирования с влажностью после сушки не более 6%.

1.2 Назначение системы

Назначением системы является разработка АСУТП ТП. АСУТП должна обеспечивать:

- автоматизированный контроль и управление в реальном масштабе технологическим процессом ТП;
- обеспечение обслуживающего персонала оперативной и достоверной информацией;
- сбор и передачу данных в базу данных предприятия (НГДУ);
- безопасность технологического процесса;
- автоматического и дистанционного приведения технологического процесса в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций (пожар, выход из строя технологического оборудования и прочее);
- контроль технологических параметров.

1.3 Цели создания системы

Основной целью проектирования системы является составление высокого качественного уровня для реализации следующих организационных, технологических и экономических задач:

- получить достоверную информацию с технологических объектов;
- оптимизировать режимы работы технологических объектов;
- увеличить точность и скорость измерения параметров ТП;

- ввести автоматизированные и математические методы контроля и управления технологическими процессами и объектами;
- улучшить управляемость технологических процессов;
- достичь улучшения экологического состояния в районе производства, более безопасного производства;
- минимизировать технологические издержки (электроэкономия, увеличение срока эксплуатации электродвигателей).

1.4 Требования к техническому обеспечению

В зависимости от зоны расположения объекта, для оборудования, устанавливаемого на открытых площадках, предъявляются требования по устойчивости к следующим воздействиям: влажность воздуха не менее 80%, при температуре 35 °С; воздействие температуры от -40 °С до +50 °С.

Программно-технический комплекс АС необходимо спроектировать таким образом, чтобы он допускал возможность наращивать и развивать систему, а также имел резервы, не менее 20 %, по каналам ввода/вывода.

Датчики, которые будут использоваться в системе, необходимо подбирать таким образом, чтобы они отвечали требованиям взрывобезопасности. При этом приоритет отдаётся аппаратуре с использованием искробезопасных цепей.

Чтобы защитить корпус датчиков от влаги и пыли должна быть степень защиты не менее IP56.

При выборе показателей надежности датчиков общепромышленного назначения необходимо ориентироваться на показатели мирового уровня, а также на лучшие датчики российских изделий, а именно:

- отказоустойчивость не менее 50 тыс. час;
- срок эксплуатации более 10 лет.

Необходимо выбирать контроллеры имеющие модульную архитектуру, которая позволяет свободно компоновать каналы ввода/вывода. В случае необходимости ввода сигналов с датчиков, которые находятся во взрывоопасной обстановке, разрешено использование как модулей с искробезопасными входными цепями,

так и внешних барьеров искробезопасности, размещаемых в отдельном конструктиве.

Комплекс технических средств обеспечивающих технологический процесс, необходимо подобрать таким образом, чтобы он позволял реализовать все функции заданные в ТЗ, при этом он должен строиться на основе следующих специализированных программно-технических комплексов:

- Средств КИПиА (исполнительные механизмы, датчики, электронный микропроцессорный регулятор),
- Периферийных микропроцессорных устройств и подсистем управления, либо контроллеров,
- Многофункциональных операторских и инженерных станций,
- Средств архивирования данных,
- Сетевых оборудования,
- Специализированных микропроцессорных контроллерных оборудования,
- Метрологические средства поверки оборудования.

Система измерений должна строиться на базе электронных датчиков давления, скорости, температуры, перепада давления.

Средства измерений давлений, скорости, температуры и перепадов давлений должны передавать информацию посредством стандартных сигналов диапазона 4 – 20 мА.

Подсистемы управления, для того чтобы реализовывать сбор и обработку информации, должны включать в свой состав модули:

- Ввода сигналов 4-20 мА (искробезопасные),
- Входа милливольтовых сигналов, искрозащищенный,
- Ввода дискретных сигналов.

С помощью модулей вывода дискретных сигналов, происходят управляющие воздействия и блокировка, для управления электрооборудованием.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Для датчиков температуры основная относительная погрешность не должна превышать 0,2%

Не более 1% для датчиков должна составлять основная приведенная погрешность.

1.6 Требования к программному обеспечению

Из следующих компонентов состоит программное обеспечение автоматизированных систем:

- системного ПО (операционные системы);
- инструментального ПО;
- общего (базового) прикладного ПО;
- специального прикладное программное обеспечение.

Как правило, функции конфигурирования должны иметь возможность:

- создать и вести базы данных настройки (БДК) по входным/выходным сигналам;
- настроить алгоритмы управления, контроля и защиты с помощью базовых функциональных блоков;
- создать видеокadres для отображения состояния технологических объектов;
- настроить отчетные документы (рапортов, протоколов).

Инструменты для создания специализированного прикладного программного обеспечения должны содержать в себя технологические и универсальные языки программирования и связанные с ними средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны быть в соответствии со стандартом IEC 61131-3.

Базовое прикладное программное обеспечение должно выполнять базовые функции соответствующего уровня АС (визуализация, сигнализация, опрос, измерение и др.).

Специализируемое ПО должно решать задачи выполнения нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение Системы должно решать задачи, перечисленные в данном ТЗ функций, а также выполнять операции: конфигурирование, программирование, управление базами данных и документирование.

Требуемые алгоритмы управления, регулирования и защиты, вывода информации, сигнализации и архивирования данных обеспечивается программным обеспечением АСУТП.

1.8 Требования к информационному обеспечению

Информационная поддержка АСУТП состоит из следующих категорий данных:

- значения технологических переменных в текущий момент, поступающие в систему в результате снятия показаний с датчиков и начальной обработки информации;
- усреднённые или сглаженные значения переменных в течение определенных периодов времени;
- настройки алгоритмов, управления, информации привязки программного обеспечения к конкретному объекту,

С локальных элементов сети должен быть обеспечен доступ к данным. Для этого в рамках распределенной системы создается база данных. Локальными элементами является:

- Периферийные микропроцессорные устройства – подсистемы управления или контроллеры,
- Многофункциональные операторские станции - рабочие места технологического персонала,

Для работы с большим объемом разноплановой информации и для создания соответствующих моделей взаимосвязи с системой, необходимо стр

уктурировать и создать иерархическую организацию информационного обеспечения системы.

2. Основная часть

2.1. Описание технологического процесса

Функциональная схема обжиговой печи приведена в Приложении Б.

Кирпичи, предназначенные для обжига, укладываются на вагонетки. Для того чтобы избежать нежелательной деформации обжигаемых изделий, их укладывают на вагонетки высотой не более одного метра.

Во время процесса обжига вагонетки через определенные промежутки времени, непрерывно, друг за другом, перемещаются в туннельной печи. В течение этого времени происходит равномерный прогрев кирпичей за счет нагретого воздуха, потом выполняется непосредственный обжиг изделий, а в завершающей стадии осуществляется постепенное охлаждение обжигаемой продукции, находящейся в вагонетках. На протяжении всех стадий обработки кирпича, при помощи термопар, контролируется температура в каждой зоне туннельной печи. При её падении ниже допустимой нормы, на соответствующую горелку подаётся больше топлива, а также увеличивается подача воздуха на горение.

Воздух в печи поступает по рециркуляционным каналам, так называемым воздуховодам, которые расположены вдоль туннельной печи, а также нагревается и охлаждается с помощью вентиляторов и дымососов. Такие воздуховоды в полной мере обеспечивают подачу прогретого воздуха в зону прогрева и зону обжига туннельной печи. А при помощи вентиляторов холодный воздух попадает в зону охлаждения. Излишки воздуха и продукты горения отсасываются посредством дымососов в сушильные камеры.

В Приложении Б содержит таблицу состава (перечня) входных/выходных сигналов (управляющих, измерительных, командных и сигнальных).

2.2 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи называется профилем. Главными целями и использования профилей являются:

- снижение трудоемкости проектов АС;
- повышение качества оборудования АС;
- обеспечение расширяемости (масштабируемости) АС по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач и информационных систем.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- внешняя среда;
- платформа сервисов;
- прикладное ПО.

Уровни связываются (взаимодействуют) между собой через интерфейсы.

Внешней средой АС является полевой уровень АС.

2.3. Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является туннельная печь для обжига кирпича. Во всех зонах печи осуществляется замер температуры, а в трубопроводах – давление газа и воздуха для горелок. Исполнительными устройствами являются электромагнитные клапаны и электроприводы.

Специфика каждой конкретной системы управления определяется и используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой. Трехуровневая структура АС приведена в Приложении А

Нижний (полевой) уровень иерархии управления, предназначенный для получения информации о работе объекта управления и осуществления управляющих воздействий на объект, включает в себя:

- датчики технологических параметров;
- регулирующие органы с исполнительными механизмами;
- электропривода;
- электромагнитные клапана.

Средний (контроллерный) уровень иерархии управления, включает в себя комплектные шкафы автоматики (КША) контроля и управления (КША КУ) на базе современных микропроцессорных контроллеров.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень иерархии управления представляет из себя автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, реализованное на базе SCADA-системы..

Обобщенная структура управления АС приведена в Приложении Б.

На средний уровень управления локального контроллера (ПЛК) поступает информация с датчиков полевого уровня. Локальный контроллер выполняет следующие функции:

- сбор, первичную обработку и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- обмен информацией с пунктами управления.

Информация от локального контроллера отправляется в сеть диспетчерского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который реализует следующие функции:

- сбор данных с локальных контроллеров;
- синхронизация работы подсистем;
- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени в системе;
- организация архивов по выбранным параметрам;

- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

ДП содержит несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также там установлен сервер базы данных. Компьютерные мониторы диспетчера предназначены для вывода хода технологического процесса и оперативного управления.

Все инструменты для управления оборудованием объединены между собой каналами связи. При более низких уровнях контроллер осуществляет взаимодействие с датчиками и исполнительными устройствами. На базе интерфейса Ethernet происходит связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня.

Подключение рабочих мест оперативного персонала друг с другом, а также с контроллером верхнего уровня происходит посредством сети Ethernet.

2.4 Функциональная схема автоматизации

Технический документ, определяющий функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического управления, контроля и регулирования технологического процесса, называется функциональной схемой автоматизации. На функциональной схеме показывается система автоматического контроля, дистанционного управления, сигнализации, регулирования.

Все элементы систем управления приведены в виде простых, условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит простое изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Устройства на схеме изображаются в виде условных изображений.

В ходе разработки функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- непосредственное воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- контроль и запись технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В соответствии с заданием разработана функциональная схема автоматизации:

- по ГОСТ 21.408-13 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.208-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов». Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.408–13 и приведена в Приложении А.

2.5 Разработка схемы информационных потоков ТП

Схема информационных потоков, которая приведена в Приложении А, которая включает себя три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень (уровень сбора и обработки);
- средний уровень (уровень текущего хранения);
- верхний уровень (уровень архивного и КИС хранения).

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- температура в каждой зоне обжига ($^{\circ}\text{C}$);
- температура у стенок печи в зонах обжига ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в зоне подготовки ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в зоне охлаждения ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в воздуховоде, отводящем газы на сушилки ($^{\circ}\text{C}$);
- температура перед дымососом ($^{\circ}\text{C}$);
- температура воздуха на рециркуляцию ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в подвагонном пространстве ($^{\circ}\text{C}$);
- разрежение в печи (МПа);
- давление газа в общем трубопроводе (МПа);
- давление воздуха в общем трубопроводе подачи воздуха на горение (МПа);
- давления газа перед горелками (МПа);
- давления воздуха перед горелками (МПа);
- положение конечных выключателей ворот;
- состояние вентиляторов и дымососов (включен/отключен);

2.6 Выбор средств реализации ТП

Задачей выбора программно-технических средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместности.

Программно-технические средства АС ТП включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования ТП

Для выполнения задач, связанных с контролем и управлением процессом на ТП, при разработке системы автоматического регулирования (САР), был выбран измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ 138 (рисунок 3), исходя из таких параметров, как:

- затраты, связанные на внедрение, освоение и техническую поддержку контроллера;
- надежность, которая складывается из: отсутствия отказов (рекламаций), востребованности контроллеров в отраслях промышленности РФ, востребованности контроллеров в отраслях мировой экономики.
- обмен данными: поддержка стандартных сетевых протоколов и форматов данных, производительность.

Назначение прибора ОВЕН ТРМ 138

Измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ 138 одновременно управляет несколькими (до 8ми) исполнительными механизмами. Он измеряет, регулирует и регистрирует физические параметры, такие как давление, температура и т.п.

ОВЕН ТРМ 138 используется в системах защитной автоматики, в многозонных печах, в системах защитной автоматики.



Рисунок 1 – Измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ 138

Функциональные возможности регулятора ОВЕН ТРМ 138:

- Количество универсальных входов- 8. Они служат для подключения от 1 до 8 датчиков разного типа в любых комбинациях, что позволяет сразу измерять и контролировать несколько различных физических величин (давление, влажность, температуру и др.)
- Вычисление дополнительных величин:
 - средних значений от 2 до 8 измеренных величин;
 - разностей измеренных величин;
 - скорости изменения измеряемой величины.
- До восьми каналов регулирования или регистрации температуры, давления или других измеренных или вычисленных величин:
 - регулирование по двухпозиционному закону (для каналов с ВУ тип Р,К,С или Т);
 - регистрация на аналоговом выходе (ток 4...20 мА или напряжение 0...10 В).
- От 1 до 8 встроенных выходных устройств различных типов в выбранной пользователем комбинации,
- Режим ручного управления выходными устройствами,
- Встроенный интерфейс rs-485 (протокол ОВЕН, Modbus ASCII/R TU).

Технические характеристики ОВЕН ТРМ 138 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики ОВЕН ТРМ 138

Характеристика	Значение
Напряжение питания	90...245 В частотой 47...63 Гц
Количество универсальных входов	1...8
Предел допустимой основной погрешности измерения входного параметра, %	$\pm 0,25$; $\pm 0,5$ (при использовании термопары)
Время опроса одного входа	не более 1 с
Напряжение питания активных датчиков, В	20...28 (пост. тока)
Максимально допустимый ток, мА	150
Количество выходных устройств	8
Тип интерфейса связи с ЭВМ	RS-485
Скорость передачи данных, кбит/с	от 2,4 до 115,2
Тип кабеля	экранированная витая пара
Степень защиты корпуса	IP54

Автоматический преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485 ОВЕН АС3-М

Так как приборы ОВЕН ТРМ 138 работают на интерфейсе RS-485, для того чтобы можно было подключить к промышленной информационной сети RS-485 устройство с интерфейсом RS-232 (персональный компьютер), воспользуемся адаптером интерфейсов ОВЕН АС3-М (рисунок 2).



Рисунок 2 – Автоматический преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485 ОВЕН АС3-М

Основной функцией адаптера ОВЕН АСЗ-М, является взаимное преобразование сигналов интерфейсов RS-485 и RS-232. Технические характеристики ОВЕН АСЗ-М, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики адаптера ОВЕН АСЗ-М

Характеристика	Значение
Номинальное напряжение питания, В – переменное (для АСЗ-М-220) – постоянное (для АСЗ-М-024)	85...245 (47...60 Гц) 10...30
Степень защиты корпуса	IP20
Температура окружающей среды	–20...+75 °С
Интерфейс RS-232	
Диапазон напряжения входного сигнала, В	±5...15 В
Диапазон напряжения выходного сигнала, В	±9...11 В
Скорость обмена данными, бит/с	до 115200
Используемые линии передачи данных	TxD, RxD, GND
Интерфейс RS-485	
Диапазон напряжения входного сигнала, В	0,2...5 В
Диапазон напряжения выходного сигнала, В	1,5...5 В
Количество приборов в сети: – без использования усилителя сигнала – с использованием усилителя сигнала	не более 32 не более 256
Используемые линии передачи данных	A (D+), B (D–)

2.6.2 Выбор датчиков

2.6.2.1 Выбор датчиков температуры

В процессе обжига кирпича необходимо отслеживать температуру в трёх зонах ТП, при этом в каждой зоне она варьируется в различных пределах:

- зона подготовки: 100 – 500 °С;
- зона обжига: до 980 °С;
- зона охлаждения: 600 – 50 °С.

Для измерения температуры будем использовать термоэлектрические преобразователи типа ХА (ДТПК), ХК (ДТПЛ) и S (ДТПIS021), фирмы «Овен». Конструктивные исполнения термопар типа ДТПК(ХА), ДТПЛ(ХК) и S (ДТПIS021 (высокотемпературные)) представлены на рисунке 3.

Для непрерывного измерения температуры пара, воды, газа, химических реагентов и других рабочих сред, неагрессивных к материалу корпуса датчика, предназначен термопреобразователь.

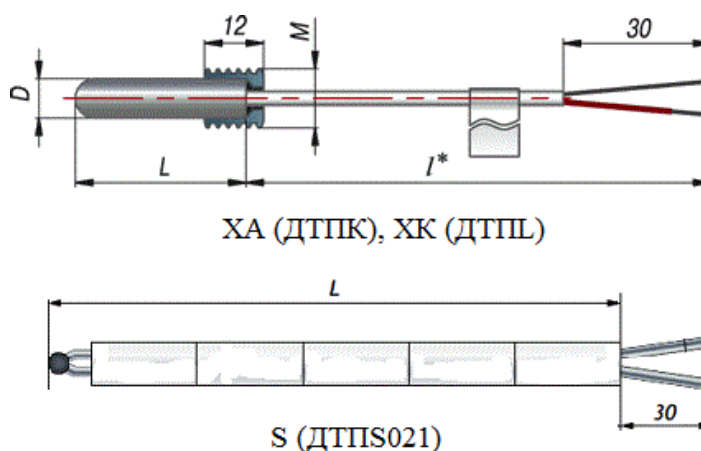


Рисунок 3 – Термопреобразователи ХА (ДТПК), ХК (ДТПЛ) и S (ДТПS021)

Технические характеристики термопреобразователей представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики термопреобразователей

Характеристика	Значение		
Тип	ДТПКХХ5	ДТПЛХХ5	ДТПS021
Номинальная статическая характеристика (НСХ)	К(ХА)	Л(ХК)	ТПП(S)
Рабочий диапазон измеряемых температур, °С	-40...+1100	-40...+600	0...+1300
Класс допуска датчика	2		
Выходной сигнал, мА	4...20, 2-х проводная схема		
Напряжение питания, В	12 – 36		
Диаметр термоэлектродной проволоки, мм	0,7; 1,2; 3,2		0,5; 0,4
Показатель тепловой инерции, с: - с изолированным рабочим спаем - с неизолированным рабочим спаем	<60 <10		<5
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP54		
Материал защитной арматуры	керамика МКРЦ	сталь 12X18H10T	—

В разные зоны ТП необходимо установить термопреобразователи с соответствующим рабочим диапазоном температур. Термопары типа ДТПКХ Х5 не подходят для зоны обжига в которой температура достигает 980°С т.к. в этом случае их продолжительность эксплуатации составит всего 2000 часов (при 800 °С – 10000 часов). В этой связи в данной зоне необходимо использовать высокотемпературные преобразователи ДТПС021 (платиновые).

2.6.2.2 Выбор датчиков давления

В проектируемой системе будет использовано 2 типа датчиков давления. Первый тип – датчики низкого давления, необходимы для отслеживания давления перед горелками (газ) и форсунками (воздух), а также в общих трубопроводах. Второй тип – датчик дифференциального давления, используется для отслеживания разрежённости в ТП.

Для измерения давления будем использовать датчики давления ОВЕН ПД100 и ОВЕН ПД200 модели 155 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Датчик давления ОВЕН ПД100 (слева) и ПД200 (справа)

Датчики ОВЕН ПД100 модели 111-EXIA выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 60079 к взрывозащищенному электрооборудованию группы II и представляют собой преобразователи давления с измерительной мембраной из нержавеющей стали AISI 316L, сенсором на основе технологии КНК и кабельным вводом стандарта EN175301-803 (DIN43650 A).

Данные модели характеризуются повышенной точностью измерения (от $\pm 0,25\%$ ВПИ), устойчивостью к гидроударам и относительно низким вых одним шумом (не более ± 16 мкА).

Технические характеристики ОВЕН ПД100, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики ОВЕН ПД100

Характеристика	Значение
Выходной сигнал, мА	4...20, 2-х проводная схема
Исполнение по взрывозащите	1Exia IIC T6Gb
Основная приведенная погрешность	0,25; 0,5 % ВПИ
Диапазон температур измеряемой среды, °С	-40...+100
Верхний предел измеряемого давления (ВПИ)	200 Па...100 кПа
Напряжение питания, В	12...24
Степень защиты корпуса	IP65
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+80
Межповерочный интервал	2 года

Датчики ОВЕН ПД200 модели 155 представляют собой преобразователи дифференциального давления в полевом корпусе с измерительной мембраной из нержавеющей стали и металлическим кабельным вводом.

Преобразователи данной модели предназначены для измерения перепада давления или уровня жидкости в сосудах под давлением или расхода среды на сужающих устройствах в системах автоматического регулирования и управления на основных и вторичных производствах в промышленности и ЖКХ: газораспределительных системах, узлах учета газа, объектах энергетики, «барабанах» котлов в котельных, парогенерирующих объектах, вентиляционных системах и т.п.

Технические характеристики датчика давления ПД200 модели 155 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики датчика давления ПД200

Характеристика	Значение
Выходной сигнал, мА	4...20, HART-протокол
Пределы погрешности измерения, % ДИ	$\pm 0,1$
Диапазон рабочих температур, °С	-20...70

Диапазон температур измеряемой среды, °С	-40...100
Напряжение питания, В	18...42
Верхний предел измеряемого перепада давления (ВПИ)	$\pm 60,0 \text{ Па} \dots \pm 0,6 \text{ МПа}$
Степень защиты корпуса	IP65
Межповерочный интервал	2 года

2.6.2.3 Выбор датчика положения конечных выключателей ворот

Для того чтобы контролировать положение ворот будем использовать бесконтактные индуктивные датчики.

Индуктивные бесконтактные датчики наиболее эффективно использовать в качестве конечных выключателей в автоматических линиях, станках и т.п., так как они срабатывают только на металлы и не чувствительны к остальным материалам. Это увеличивает их защищенность от помех; например, введение в зону чувствительности выключателя рук оператора, эмульсии, воды, смазки и т.д. не приведет к ложному срабатыванию.

В данном проекте будем использовать датчики «Овен» серии ВБ2.30М.65.15.1.1.К (рисунок 5).



Рисунок 5 – Индуктивные датчики «Овен»

Основные технические характеристики датчика ВБ2.30М.65.15.1.1.К, приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики датчика ВБ2.30М.65.15.1.1.К

Характеристика	Значение
Марка	ВБ2.30М.65.15.1.1.К
Диаметр резьбы, мм	30М
Напряжение питания, В	$\sim 30 \dots 250$ или $\sim 220 \neq 220$

Расстояние срабатывания S_n , мм	10; 15
------------------------------------	--------

2.6.2.4 Выбор датчика (сигнализатора) загазованности

Одной из важных проблем эксплуатации отопительного и газорегуляторного оборудования является обеспечение безопасности объектов, на которых оно установлено. Это связано с тем, что при работе оборудования, использующего в качестве топлива природный газ, в воздухе помещений могут создаваться предельные концентрации углеводородов (C_nH_m) (главным образом, метана (CH_4)) и оксида углерода (CO), которые приводят к возникновению взрывоопасных условий или отравлению находящихся там людей.

В настоящее время для этих целей широко применяются сигнализаторы загазованности, в данном проекте будем использовать детектор превышения концентрации окиси углерода ОВЕН ДЗ-1-CO и детектор превышения концентрации горючих газов ОВЕН ДЗ-1-CH₄.

ОВЕН ДЗ-1-CO – детектор превышения уровня (концентрации) окиси углерода (CO) предназначен для автоматического непрерывного контроля концентрации угарного газа и сигнализации о превышении установленных требованиями РД 12-341-00 («Инструкция по контролю за содержанием окиси углерода в помещениях котельных») пороговых значений концентрации монооксида углерода в воздушной среде производственных, административных и жилых помещений, зданий и сооружений (рисунок 6).



Рисунок 6 – Датчик (сигнализатор) угарного газа ОВЕН ДЗ-1-СО

Прибор имеет два выходных устройства типа «Электромеханическое реле с перекидными контактами», которые могут управлять внешним оборудованием различного характера: газовым отсечным клапаном, сиреной, дополнительной световой сигнализацией, вентилятором и т.п. Применяемый метод отбора пробы – диффузионный.

Основные технические характеристики детектора ОВЕН ДЗ-1-СО, представлены в таблице 7.

Таблица 7 Технические характеристики ОВЕН ДЗ-1-СО

Характеристика	Значение
Контролируемый газ	СО (окись углерода)
Диапазон обнаружения, мг/м ³	0...250
Точность детектирования, мг/м ³	±15
Время реакции (инерционность), с	< 3
Период обновления результатов, с	< 1
Виды сигнализации	световая, звуковая
Пороги срабатывания сигнализации, мг/м ³ :	20 ± 5 100 ± 5
Уровень громкости звуковой сигнализации, дБ	< 70
Тип выходных устройств	э/м реле, 250 В АС
Максимальный коммутируемый ток, А	5
Диапазон напряжения питания, В	100...250
Степень защиты оболочки от внешнего воздейс	IP20

ОВЕН ДЗ-1-СН4 – детектор превышения уровня (концентрации) горючих (топливных) газов предназначен для автоматического непрерывного контроля содержания природного газа (концентрации метана – СН₄ по ГОСТ 5542) и сигнализации о превышении установленного порогового значения дозрывоопасной концентрации природного газа (НКПР) в воздушной среде производственных помещений, технических и административных сооружений (рисунок 7).

Газовый детектор имеет одно выходное устройство – электромеханическое реле с перекидными контактами, которое может управлять внешним оборудованием различного характера: газовым отсечным клапаном, сиреной, дополнительной световой сигнализацией, вентилятором и т.п. Применяемый метод отбора пробы – диффузионный. Контролируемая площадь составляет примерно 50 м².



Рисунок 7 – Датчик (сигнализатор) метана ОВЕН ДЗ-1-СН4

Основные технические характеристики датчика ОВЕН ДЗ-1-СН4 приведены в таблице 10.

Таблица 8 – Технические характеристики датчика ОВЕН ДЗ-1-СН4

Характеристика	Значение
----------------	----------

Контролируемый газ	CH ₄ (метан)
Диапазон обнаружения, мг/м ³	330...6 670
Точность детектирования	±2 % НКПР* (±580 мг/м ³)
Время реакции (инерционность), с	3
Период обновления результатов, с	1
Виды сигнализации	световая, звуковая
Порог срабатывания сигнализации	10% НКПР (2 900 мг/м ³)
Уровень громкости звуковой сигнализации, дБ	70
Тип выходных устройств	э/м реле, 250 В АС
Максимальный коммутируемый ток, А	5
Диапазон напряжения питания, В	100...250
Степень защиты оболочки от внешнего воздействия по ГОСТ 14254	IP20

* – НКПР – нижний концентрационный порог распространения пламени (по ГОСТ Р 52350.29.1).

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно и изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана

В процессе обжига кирпича необходимо регулировать давление газа и воздуха на выходе горелок и форсунок, соответственно, таким образом, чтобы поддерживать необходимую температуру в зоне обжига кирпича. В качестве исполнительного механизма для регулирования давления газа и воздуха будем использовать электромагнитные клапана.

Для выбора клапана необходимо в первую очередь рассчитать требуемую величину K_v , при параметрах, на которых будет работать клапан. Пропускную способность клапана K_v (м³/час) рассчитывают по формуле:

$$K_v = \frac{Q_n}{529} \sqrt{\frac{\rho_n \cdot T_1}{\Delta P \cdot P_2}}$$

Где Q_n – нормированный объемный расход газа, м³/час ($P = 1,033$ кгс/см² и $T = 0$ °С); ΔP – перепад давления; ρ_n – плотность газа, при $P = 1,033$ кгс/см² и $T = 0$ °С; $P2$ абсолютное давление среды после регулятора, кгс/см²; $T1$ рабочая температура, °С.

Исходные данные для расчета пропускной способности: $\Delta P = 0,002$ кгс/см², $\rho_n = 0,667$ кг/м³, $Q_n = 50$ м³/ч, $P2 = 0,021$ кгс/см², $T1 = 20$ °С.

Итого расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее 53 м³/ч.

К полученному значению прибавляем 30% и получаем величину Kvs – требуемую минимальную пропускную способность клапана:

$$Kvs \geq 1,3 \times Kv = 1,3 \times 53 = 69 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для корректной работы системы, скорость потока среды в трубопроводе не должна превышать установленных пределов, для магистрального трубопровода для транспортировки газа - 8 м/с.

Диаметр трубопровода можно рассчитать по следующей формуле:

$$d = 0,363 \sqrt{\frac{Q_n \cdot (273 + T1)}{(P_{\text{атм.}} + P2) \cdot w}} = 0,363 \sqrt{\frac{50 \cdot (273 + 20)}{(0,101 + 0,002) \cdot 8}} = 48$$

где $P_{\text{атм.}}$ – атмосферное давление в МПа (0,101 МПа), $P2$ – в МПа = 0,002 МПа, w – скорость потока среды, м/с.

В данном случае целесообразно использовать трубопровод условным диаметром 50 мм (Ду50). В соответствии с таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости получен присоединительный размер клапана к трубопроводу – $D_y = 50$ мм.

В качестве регулирующего клапана будет использоваться клапан электромагнитный фланцевый серии ВН в стальном корпусе с электромеханическим регулятором расхода газа (позиционное регулирование, привод L F230S) (рисунок 8).

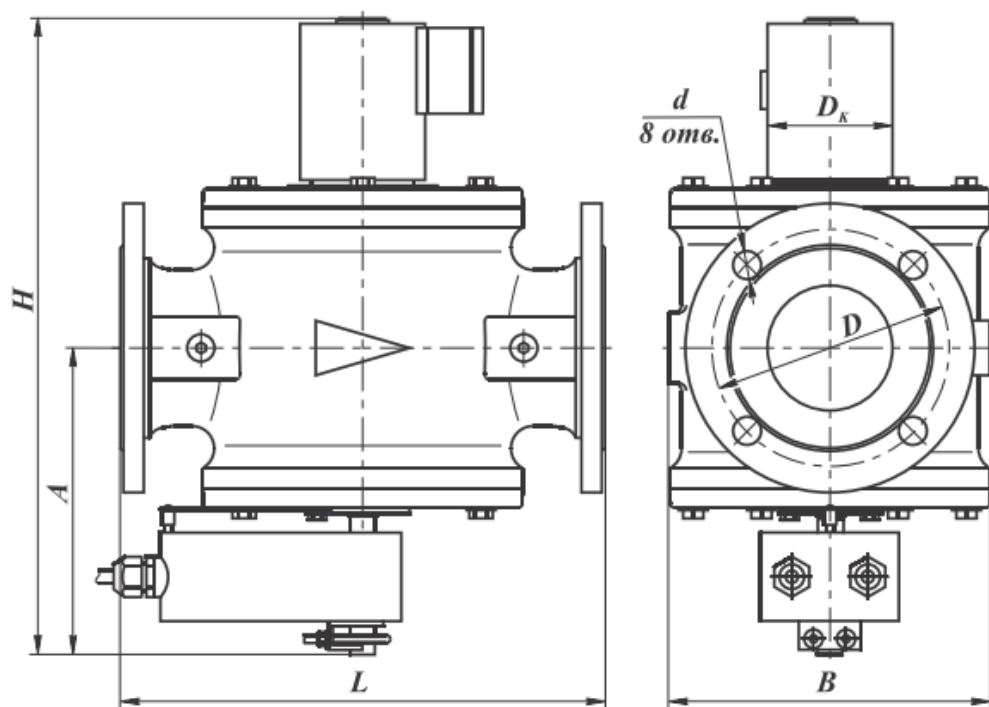


Рисунок 8 – Клапан электромагнитный фланцевый серии ВН

Клапан электромагнитный с позиционным регулированием работает в следующих режимах:

- «закрыто» (при обесточенной электромагнитной катушке);
- «промежуточный расход» – составляет 10-50 % от номинального (напряжение подано на электромагнитную катушку; установка расхода производится вращением вала регулирующей заслонки при ослабленном креплении хомута электропривода к валу заслонки);
- «номинальный расход» (напряжение подано на электромагнит и электропривод заслонки; установка расхода производится изменением угла поворота заслонки с помощью механического упора на электроприводе).

При подаче напряжения электропривод поворачивает заслонку в положение «номинальный расход», ограниченное механическим упором, одновременно растягивая возвратную пружину В случае отключения напряжения питания пружина возвращает заслонку в положение «промежуточный расход».

Технические характеристики данного клапана приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики клапана

Техническая характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	50
Динамический диапазон регулирования	Более 100 : 1
Диапазон присоединительного давления, МПа	0...0,1
Напряжение питания, В: электромагнитной катушки электропривода расхода	220, 110, 24 (50 Гц); 24 (пост. тока); 220 (50 Гц)
Класс защиты клапана	IP65
Материал корпуса	Сталь

2.6.3.2 Выбор регулятора асинхронного двигателя

Выброс дыма в трубу, рециркуляция воздуха, подача воздуха на горение, создание воздушной завесы, отбор теплоносителя на сушилки, а также воздушное охлаждение, осуществляется следующими вентиляторами и дымососами: ВР-189-57, Д167-37-12, ВГДН-19М. Их основные характеристики, а также характеристики установленных в них двигателей, приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики используемых вентиляторов и дымососов

Характеристика	Значение		
Тип	ВР-189-57	Д167-37-12	ВГДН-19М
Производ., $10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$: в ном. режиме в раб. зоне	7 7,63 – 10,3	40,3 8,5-53,5	106
Полное давление, Па: в ном. режиме в раб. зоне	1515 1565 – 1530	3937 3286-3870	2730
Част, вращ. раб колес а, об/мин	1440	985	985
Электродвигатель			
Тип	АМР132S4	АИР280S6	АИР380S7
Мощность, кВт	7,5	75	90
Частота вращ., об/мин	1500	1000	1000

Для регулирования оборотов электродвигателя будем использовать преобразователь частоты (ПЧ). Остановим свой выбор на преобразователе частоты ПЧВЗ фирмы «Овен» (рисунок 9).



Рисунок 9 – Преобразователь частоты ПЧВЗ

Выбор данной модели обусловлен тем необходимым диапазоном мощностей 0,37...90 кВт, таким образом она подойдёт для каждого из вентиляторов (дымососов). Технические характеристики ПЧВЗ приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики преобразователя частоты ПЧВЗ

Характеристика	Значение
Питающая сеть, 3 фазы, В	200...240 (0,25...11 кВт) 380...480 (0,37...90 кВт)
Выходное напряжение (U,V,W), %	0...100
Выходная частота, Гц	0...200 (VC), 0...400 (U/F)
Диапазон входного тока (завис. от модиф.), А	1,5 – 182
Диапазон выходного тока (завис. от модиф.), А	1,5 – 177
Цифровые входы	4
Аналоговые входы	2 U/I
Аналоговые выходы	2 I
Релейные выходы	2 (240 В, 2 А)
Протокол RS-485	Modbus RTU, FLN; BACnet MSTP
Класс защиты корпуса	IP20
Диапазон рабочих температур, °C	0...40

2.6.4 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в Приложении В. Первичные и не щитовые приборы включают в себя датчики температуры ХА (ДТПК), ХК (ДТПЛ) и S (ДТПIS021), расположенные во всех зонах ТП; датчики давления ОВЕН ПД100 и ОВЕН ПД200, расположенные на входе и выходе из ТП, а также в газовом и воздушном трубопроводах; индуктивные датчики, установленные в сводах гильотинных ворот. Все датчики передают информацию посредством унифицированного токового сигнала 4...20 мА.

Для передачи сигналов от датчиков на щит КИПиА используются по три провода. В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС ТП

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/ останова технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме);
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование давления, и т. п.) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров);

- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ);
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на SCADA-форме) и др.

В данном проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.

Для представления алгоритма пуска/останова и сбора данных будем использовать правила ГОСТ 19.002.

2.6.5.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры в зоне обжига. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных, представленный в приложении Г.

2.6.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В процессе работы ТП необходимо поддерживать температуру в зоне обжига, чтобы она не превышала заданного уровня и не падала ниже заданного уровня, исходя из условий необходимых для правильного обжига кирпича. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем температуру в зоне обжига. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Структурная схема автоматического регулирования температурой состоит из следующих основных элементов: задание, ПЛК с ПИД-регулятором, регулируемый орган, объект управления.

Функциональная схема системы поддержания давления в трубопроводе приведена на рисунке 10.

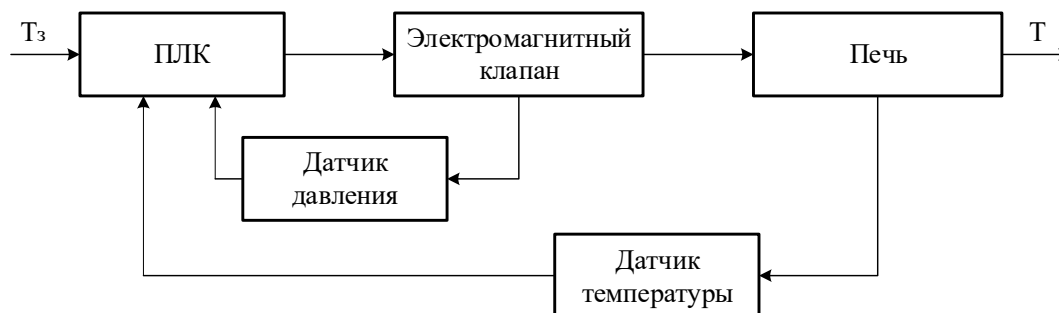


Рисунок 10 – Функциональная схема системы поддержания температуры в печи

Объектом управления является зона обжига ТП. С панели оператора задается температура, которую необходимо поддерживать в печи. Далее эта температура приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика температуры, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на электромагнитный клапан которым регулируется давление в газа в трубопроводе.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление газа равное 6 МПа, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 6.

Модель в Simulink представлена в альбоме схем (Ф ЮР А.425280.001.ЭС.10), а также приведена на рисунке 11.

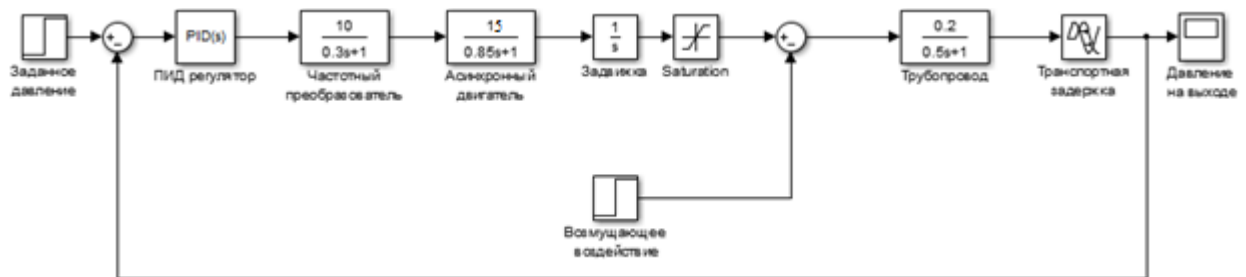


Рисунок 11 – Модель в Simulink

График переходного процесса САР представлен на рисунке 12.

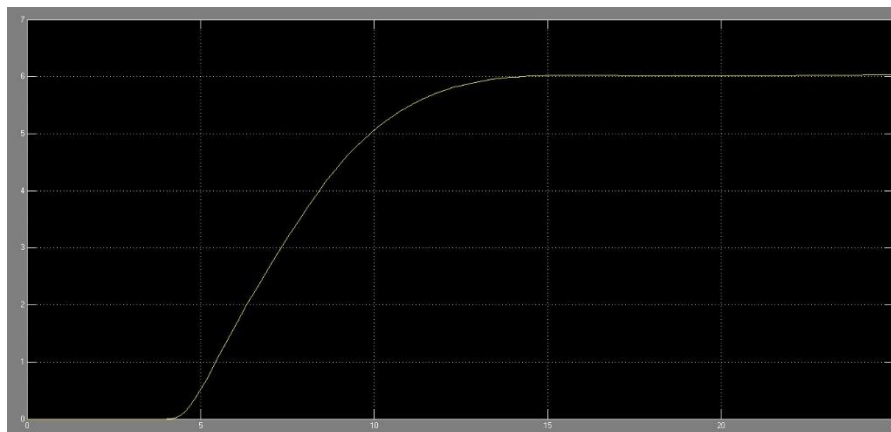


Рисунок 12 – График переходного процесса САР

Как видно процесс получился апериодический, статическая ошибка стремится к нулю, а время переходного процесса приблизительно 12 сек.

2.6.6 Экранные формы АС ТП

Управление в АС ТП реализовано с использованием SCADA-системы TRACE MODE 6.4. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система Simplight обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или с

ерверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимые от работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

2.6.6.1 Разработка дерева экранных форм

Управление работой программы осуществляется при помощи манипулятора «мышь» и клавиатуры

Экран разбит на три области – основное поле, кнопки переключения экранов и окно аварий. В основном поле расположены мнемосхемы узла учета, тренды, кнопки управления программой, параметры технологического процесса.

Переход из одной экранной формы в другую осуществляется путем перевода указателя мыши на закладку нужной экранной формы и нажатием левой кнопки мыши.

<i>Техн. схема</i>	<i>Тренды</i>	<i>Паспорт качества</i>	<i>Архивные отчеты</i>	<i>Настройки</i>	<i>Месячные отчеты</i>	<i>Цвет фона</i>
<i>Журнал рег. СИ</i>	<i>Журнал событий</i>	<i>Акт приема-сдачи</i>	<i>Текущие отчеты</i>	<i>Вент/ДЕ</i>	<i>Резерв</i>	

Рисунок 13 – Кнопки переключения экранов

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующим вам именем и паролем необходимо нажать кнопку **Пользователь** в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода (рисунок 14).

Рисунок 14 – Окно ввода

В выпадающем списке этого окна выберите имя пользователя, а в поле Password введите свой пароль. При вводе пароля проследите за текущей

раскладкой клавиатуры и регистром вводимых символов.

После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов ТП. Открытие мнемосхем объектов ТП происходит нажатием на прямоугольную область мнемосхемы основных объектов в соответствии с названием объекта, за которым необходимо вести контроль. Мнемосхемы некоторых объектов включают в себя дополнительные мнемосхемы, которые позволяют вести более тщательный контроль состояний объектов и управлением этими объектами. Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется нажатием на прямоугольной области с соответствующим названием функции или на фигуре устройства мнемосхемы объекта ТП.

2.6.6.2 Разработка экранных форм АС ТП

Экран «Технологическая схема».

Переход на экран «Схема» осуществляется нажатием левой клавишей мыши на кнопку «Схема». Эта экранная форма предназначена для контроля текущих технологических параметров ТП. На схеме постоянно осуществляется отображение текущих параметров ТП:

- температура в каждой зоне обжига ($^{\circ}\text{C}$);
- температура у стенок печи в зонах обжига ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в зоне подготовки ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в зоне охлаждения ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в воздуховоде, отводящем газы на сушилки ($^{\circ}\text{C}$);
- температура перед дымососом ($^{\circ}\text{C}$);
- температура воздуха на рециркуляцию ($^{\circ}\text{C}$);
- температура в подвагонном пространстве ($^{\circ}\text{C}$);
- разрежение в печи (МПа);
- давление газа в общем трубопроводе (МПа);

- давление воздуха в общем трубопроводе подачи воздуха на горение (МПа);
- давления газа перед горелками (МПа);
- давления воздуха перед горелками (МПа);
- положение конечных выключателей ворот;
- состояние вентиляторов и дымососов (включен/отключен);

Мнемосхема ТП приведена в Приложении Е.