



Школа: Инженерная школа энергетики
Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Отделение школы: НОЦ И.Н. Бутакова

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
АСР температуры реактора газогенератора

УДК 681.51:536.5:621.45.042

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Нагибин Павел Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Глушков Дмитрий Олегович	Д.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Атрошенко Юлиана Константиновна	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Образовательная программа: Инженерия теплоэнергетики и теплотехники

Специализация: Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК(У)-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях при решении профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен вести инженерную деятельность, разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов
ОПК(У)-4	Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок
ОПК(У)-5	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники, использовать электронные приборы и устройства в производственной деятельности, осуществлять метрологическое обеспечение
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен применять знания теоретических основ теплотехники и гидрогазодинамики при решении научных и практических профессиональных задач
ПК(У)-2	Способен анализировать эффективность современных технологий преобразования энергии в энергетических установках
ПК(У)-3	Способен разрабатывать природоохранные, энерго- и ресурсосберегающие мероприятия на ТЭС

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции	
ПК(У)-4	Способен применять знания назначения и принципов действия средств измерений, автоматизации, технологических защит и блокировок в процессе проектирования и эксплуатации АСУ ТП
ПК(У)-5	Способен проектировать объекты теплоэнергетики и тепломеханическое оборудование тепловых электростанций
ПК(У)-6	Способен участвовать в управлении процессом эксплуатации оборудования и трубопроводов ТЭС, контролировать параметры технологических процессов и показатели качества рабочего тела
ПК(У)-7	Способен выполнять предпроектное обследование объекта автоматизации, разрабатывать проектную и конструкторскую документацию АСУ ТП
ПК(У)-8	Способен применять методы специальных расчетов и моделирования при построении АСУ ТП и АСУП



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа энергетики

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

ООП/ОПОП: Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

Отделение школы: НОЦ И.Н. Бутакова

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Атрошенко Ю.К.

(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
5Б93	Нагибин Павел Сергеевич

Тема работы:

АСР температуры реактора газогенератора	
Утверждена приказом директора ИШЭ	10.02.2023, № 41-34/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Объектом автоматизации является газификатор твердого топлива. В качестве топлива используется угольная пыль. Точное и надежное регулирование температуры в реакторе газификации является критически важным с точки зрения многих промышленных технологий. Регулирование происходит за счет изменения оборотов вала шнекового питателя.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>ФЮРА.421000.019 С1 ФЮРА.421000.019 С2 ФЮРА.421000.019 СП ФЮРА.421000.019 С5 ФЮРА.421000.019 Э4</p>

	ФЮРА.421000.019 ПЭ4 ФЮРА.421000.019 ВО
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Якимова Татьяна Борисовна
Социальная ответственность	Ст. преподаватель ООД ШБИП, Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШФВП	Глушков Дмитрий Олегович	д.т.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Нагибин Павел Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 97 с., 12 рис., 47 табл., 33 источника.

Ключевые слова: газификатор, газификация твердого топлива, высокотемпературная газификация, система регулирования температуры, микропроцессорные технические средства автоматизации.

Объектом автоматизации является газификатор твердого топлива.

Цель работы – проектирование системы регулирования температуры реактора газификатора с применением микропроцессорных средств автоматизации.

В процессе выполнения работы выполнялся анализ объекта автоматизации, разрабатывались функциональная, принципиальная электрическая и монтажные схемы, также схема общего вида щита управления, производился выбор приборов и средств автоматизации, составлялась спецификация.

В результате работы была разработана автоматизированная система регулирования температуры в реакторе газификатора на основе современных микропроцессорных средств автоматизации.

Основным преимуществом разработанной системы является наличие программно-оперативного комплекса на базе SCADA-системы, который осуществляет разделение функций между автоматической системой и оперативным персоналом для повышения качества работы и быстродействия системы, а также позволяет вовремя отреагировать на любую сложную ситуацию в процессе эксплуатации системы.

Обозначения и сокращения

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ПВХ – поливинилхлорид;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

SCADA – диспетчерское управление и сбор данных.

Содержание

Введение	10
1. Проектирование АСУ ТП газификатора твердого топлива	13
1.1. Анализ объекта автоматизации	13
1.2. Разработка структурной схемы АСР.....	18
1.3. Разработка функциональной схемы АСР	20
1.4. Выбор приборов и средств автоматизации.....	23
1.4.1. Выбор измерительных преобразователей температуры	23
1.4.2. Выбор измерительных преобразователей давления	26
1.4.3. Выбор датчиков расхода.....	28
1.4.4. Выбор оборудования для подачи отходов, воды и воздуха.....	31
1.4.5. Выбор исполнительного механизма	32
1.4.6. Выбор контроллера	34
1.5. Проектирование схемы внешних проводок.....	35
1.6. Проектирование принципиальной электрической схемы щита управления	38
1.6.1. Описание электрической принципиальной схемы.....	38
1.6.2. Определение объема оснащения щита автоматизации элементами и устройствами необходимыми для подсистем электрического питания и микроклимата щита управления	39
1.6.3. Ввод аналоговых сигналов	42
1.6.4. Ввод/вывод дискретных сигналов	43
1.6.5. Составление перечня элементов щита управления	44
1.6.6. Разработка общего вида щита управления	45
2. Расчет параметров настройки регулятора	47
2.1. Идентификация объекта управления	47
2.2. Расчет параметров настройки регулятора	50
3. Проектирование мнемосхемы SCADA – системы.....	57
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	60
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	60
4.2. Планирование научно-исследовательских работ	63
4.3. Бюджет научно–технического исследования	69

4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	74
4.5	Заключение по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	76
5.	Социальная ответственность	80
5.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	80
5.2.	Производственная безопасность	82
5.3.	Экологическая безопасность	88
5.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
5.5.	Выводы по разделу «Социальная ответственность»	92
	Заключение	93
	Список использованных источников	94

Графический материал:	на отдельных листах
ФЮРА.421000.016 С1	Схема структурная АСР
ФЮРА.421000.016 С2	Схема функциональная АСР
ФЮРА.421000.016 СП	Спецификация технических средств автоматизации
ФЮРА.421000.016 С5	Схема внешних проводок
ФЮРА.421000.016 Э4	Схема принципиальная электрическая щита управления
ФЮРА.421000.016 ПЭ4	Перечень элементов щита управления
ФЮРА.421000.016 ВО	Общий вид щита управления

Введение

Газификация – это технологический процесс, который позволяет преобразовать любое углеродсодержащее сырье, такое как уголь, в топливный газ, также известный как синтез-газ. Газификация происходит в газификаторе. Газификатор – это устройство, которое преобразует твёрдое или жидкое топливо в газообразную форму (газификация), улучшая эффективность и удобство его использования. Газификатор обычно представляет собой сосуд с высокой температурой давлением, где кислород (или воздух) и пар непосредственно контактируют с углем или другим сырьевым материалом, вызывая серию химических реакций, которые превращают сырье в синтез-газ и золу (минеральные остатки). Газификаторы, использующие жидкое топливо, такое как мазут, используются реже. Синтез-газ, полученный в результате газификации, состоит в основном из бесцветного и легко воспламеняющегося газа монооксида углерода (CO) и водорода (H₂), имеет множество применений в различных областях, таких как отопление, двигатели внутреннего сгорания, газовые турбины и химическая промышленность.

Существуют твердые виды топлив, которые сложно использовать в качестве топлива в чистом виде, а иногда даже запрещено из-за большого количества выбросов вредных веществ в атмосферу и сложной системы топливоприготовления. Такие топлива в большинстве случаев представляет собой отходы деревообработки и сельскохозяйственного производства, таких как опилки, лузга семечек и т.д. Газификаторы позволяют уменьшить выбросы в атмосферу от использования таких отходов, благодаря более полному сгоранию.

Для повышения показателей производительности и рентабельности на промышленных объектах применяют АСУ ТП. Газификаторы, как и другие промышленные производственные процессы быстро автоматизировались благодаря технологическим достижениям. В настоящее время все больше и больше производственных компаний обращаются за услугами по разработке

программного обеспечения на заказ для создания специализированных инструментов и технологий, многие из которых играют жизненно важную роль в обеспечении плавности и управляемости автоматизированного производственного процесса. Одним из таких инструментов является SCADA-система.

SCADA-система может быть выполнена как для всего производственного процесса в целом, так и для отдельных его частей в зависимости от потребностей производства. Однако для полной или частичной автоматизации производственного процесса, сначала необходимо составить функциональную схему производственного процесса, определить контролируемые и регулируемые параметры. Под эти параметры требуется подобрать соответствующее оборудование, которое состоит из датчиков, исполнительных механизмов, контроллера, соединительных кабелей и т.д. Это оборудование необходимо для того, чтобы SCADA – система могла получать сигналы с объекта и влиять на него посредством исполнительных механизмов. После подбора оборудования, следует его разместить согласно уровням автоматизации. На нижнем уровне находятся датчики и исполнительные механизмы, их размещают непосредственно на объекте автоматизации. Среднему уровню соответствует контроллер со всеми устройствами необходимыми для его связи с нижним и верхним уровнем, обычно все это оборудование размещается в шкафу автоматизации. SCADA-система находится на верхнем уровне автоматизации и является компьютером с программным обеспечением, позволяющим реализовывать связь между компьютером управляемым оператором и контроллером.

Преимущества автоматизации, включают:

- более высокие темпы производства и повышенную производительность;
- более эффективное использование материалов;
- лучшее качество регулирования производственного процесса;
- повышенную безопасность;

- сокращение рабочей недели сотрудников;
- сроков выполнения заказов на заводе.

Вышеперечисленные преимущества являются причинами, оправдывающими использование автоматизации.

1. Проектирование АСУ ТП газификатора твердого топлива

1.1. Анализ объекта автоматизации

Объект автоматизации в соответствии с индивидуальным заданием – газогенератор «Prenflo».

Технология «Prenflo» реализуется при повышенном давлении для газификации различных видов твердого топлива, таких как уголь, нефтяной кокс, биомасса. Особенно широко применяется для газификации нефтяного кокса с высоким содержанием серы и углей с высоким содержанием золы. Этот процесс основан на технологии «Koppers-Totzek».

Было найдено два процесса с технологией «Prenflo»:

1. «Prenflo» с генерацией пара (PSG);
2. «Prenflo» с системой быстрого охлаждения горячего генераторного газа (PDQ).

Газогенераторы «Prenflo» PSG и «Prenflo» PDQ имеют одинаковую камеру газификации, однако отличаются расположением камеры и системой очистки газа. Реализация технологии «Prenflo» PDQ требует меньших затрат, поскольку не нужно котельное оборудование, система сухой очистки от золы и газовый компрессор, что делает ее компактнее по размерам, чем «Prenflo» PSG. Тем не менее, «Prenflo» PSG имеет два теплообменника, причем в первом – генерируется пар, что дает дополнительную эффективность использования тепловой энергии газа. [1].

Выбираем процесс «Prenflo» с генерацией пара (PSG)

На рисунке 1 представлено схематическое изображение газогенератора «Prenflo» PSG, а на рисунке 2 – его внешний вид.

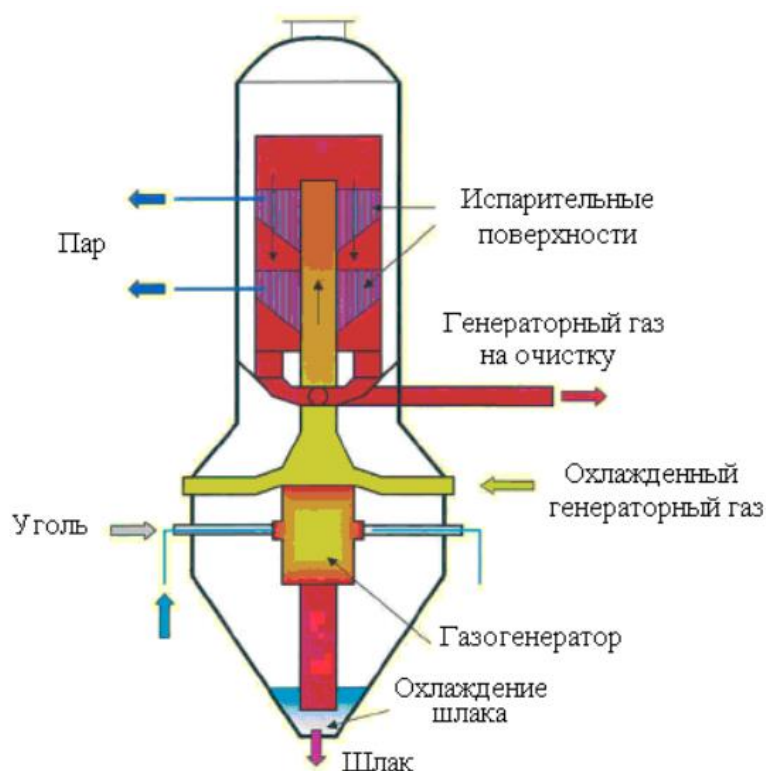


Рисунок 1 – Схематическое изображение газогенератора «PRENFLO» PSG

Самое начало процесса заключается в переработке угольного сырья. Перед тем, как его можно использовать, необходимо провести процедуру подготовки топлива, в рамках которой не менее 80% полученной угольной пыли должны иметь размер менее 0,1 миллиметра и содержать влагу на уровне 1–2% в случае каменного угля и 8–10% в случае бурого угля. Далее происходит газификация подготовленной угольной пыли, кислорода и пара, которые поступают через четыре горелки, расположенные на одной горизонтальной плоскости в нижней части газогенератора. Сам процесс газификации происходит в специальном газогенераторе, где подготовленное топливо газифицируется при давлении около 4 МПа и температуре 2000 °С. На этой стадии достигается температура газификации, которая выше температуры плавления золы, что позволяет легко удалять жидкий шлак [1].

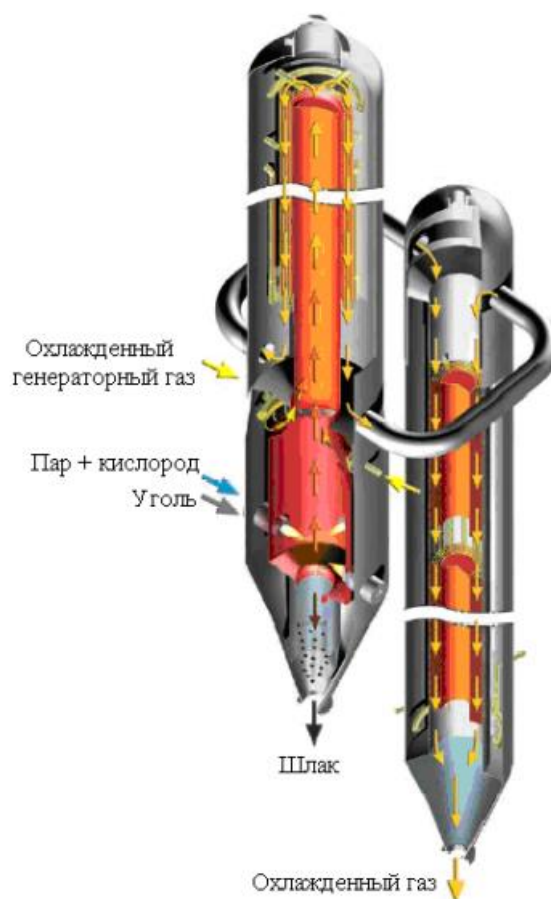


Рисунок 2 – Газогенератор «PRENFLO» PSG

Генераторный газ состоит из $\text{CO} + \text{H}_2$ (85 %), а также некоторого количества CO_2 (2...4 %) и CH_4 (менее 0,1 %), а температура газа достигает 1350...1600 °С. Охлаждение газа происходит до 800 °С в первом теплообменнике, в результате чего образуется пар. Для организации движения газа используются мембранные поверхности (испарительные стены), которые пропускают газ через центральную часть реактора и затем возвращают его часть обратно в газогенератор после прохождения через два теплообменника и очистки в керамических фильтрах. Для завершения очистки газа применяется промывка в скруббере Вентури [1].

Основные технологические показатели:

- давление газификации: 4 МПа;
- температура газификации: выше 2000 °С;
- температура газа на выходе газогенератора: 1350–1600 °С;

- степень конверсии углерода: выше 99 %;
- типичный состав сырого газа: CO + H₂ – более 85 % об. CO₂ – 2–4 % об. CH₄ – менее 0,1 % об.

Технологические процессы, осуществляемые в установке: подача топливной смеси через четыре горелки; подача воды в теплообменник, подача охлажденного генераторного газа, охлаждение и удаление шлака.

Регулируемые параметры:

- расход горючих отходов;
- расход воздуха;
- расход пара;
- расход охлажденного генераторного газа;
- расход воды в теплообменнике.

Контролируемые параметры:

- температура газификации;
- температура генераторного газа после реактора;
- температура генераторного газа на выходе из первого теплообменника;
- температура генераторного газа на выходе из второго теплообменника.

Возмущающее воздействие:

- температура окружающей среды.

Регулирующие воздействия:

- температура газификации регулируется расходом горючих отходов и кислорода;
- температура на выходе из реактора регулируется подачей охлажденного генераторного газа;
- температура генераторного газа на выходе из первого теплообменника регулируется расходом воды в теплообменнике [1].

Принцип работы газификатора, основан на регулировании расхода горючих отходов с помощью шнекового питателя, при этом расход пара и воздуха подстраивается под объемный расход отходов. С помощью датчиков температуры и давления определяется температура в реакторе газификатора и

определяется количество подаваемых горючих отходов. После чего, задается необходимый расход воздуха и пара и выдается управляющее воздействие на задвижки.

Список регулируемых и контролируемых параметров представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Список регулируемых и контролируемых параметров

Контролируемые параметры	Регулируемые параметры
Температура газификации	Расход горючих отходов
Температура генераторного газа после реактора	Расход пара
Температура генераторного газа на выходе из первого теплообменника	Расход воздуха
Температура генераторного газа на выходе из второго теплообменника	Расход охлажденного генераторного газ
	Расход воды в теплообменнике

В таблице 2 представлены список возмущающих и регулируемых воздействий.

Таблица 2 – Список возмущающих и регулирующих воздействий

Возмущающие воздействия	Регулирующие воздействия
Температура окружающей среды	Температура газификации регулируется расходом горючих отходов и кислорода
	Температура на выходе из реактора регулируется подачей охлажденного генераторного газа

Продолжение таблицы 2

	Температура генераторного газа на выходе из первого теплообменника регулируется расходом воды в теплообменнике
--	--

1.2. Разработка структурной схемы АСР

Структурная схемы схема включает звенья и связи между ними. При разработке АСР важно учитывать способ регулирования технологического параметра. Он определяется связями между звеньями АСР и законом регулирования. Для АСР температуры газификатора не удалось найти ранее разработанных структурных схем.

Для выполнения необходимых условий работы котла необходимо контролировать и регулировать параметры, используемые при работе данной системы. Для этого первоначально необходимо построить структурную схему системы автоматизации, представленную на рисунке 3. Система автоматизации состоит из объекта автоматизации и системы управления этим объектом. Благодаря определенному взаимодействию между объектом автоматизации и системой управления, система автоматизации обеспечивает требуемый результат функционирования объекта.

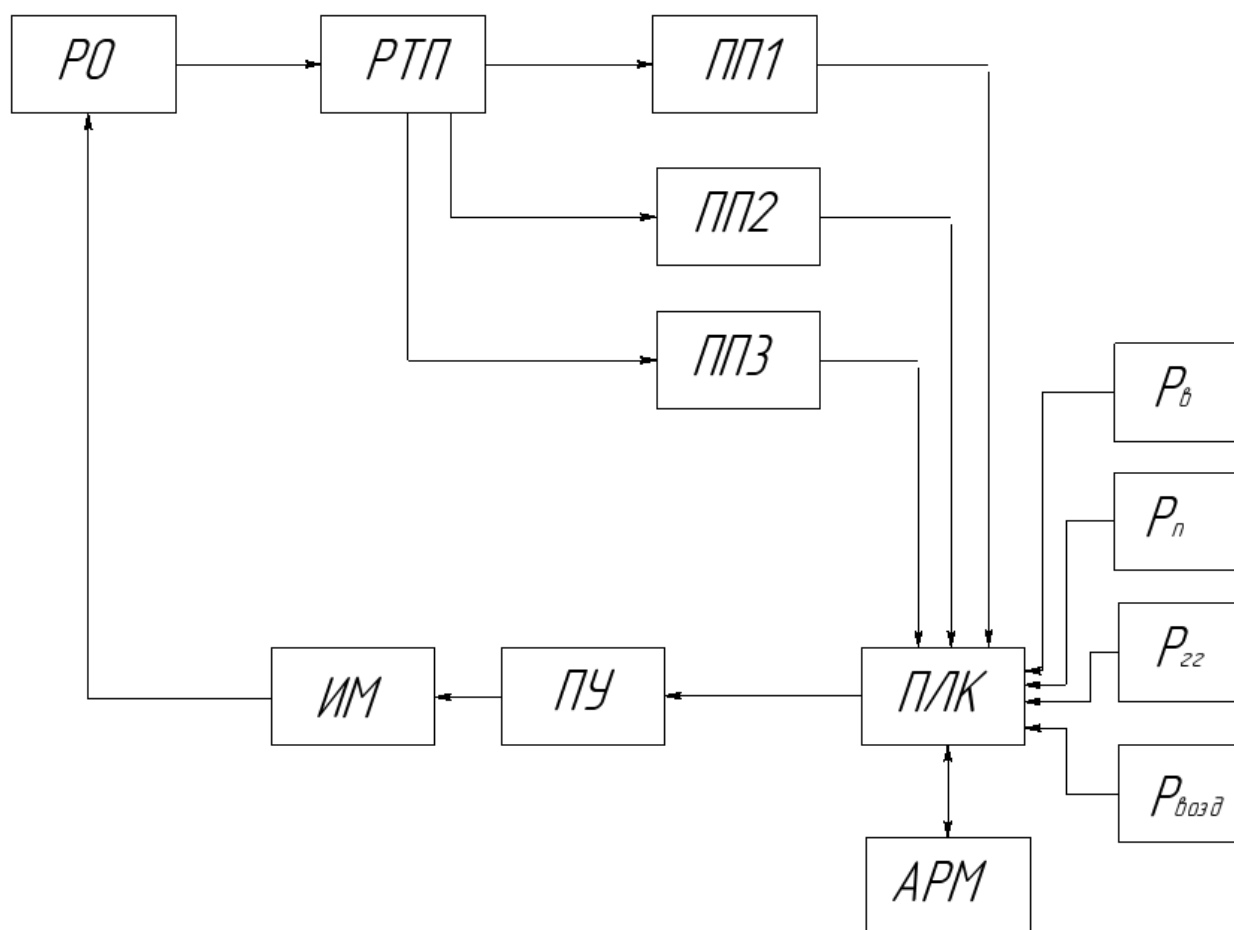


Рисунок 3 – Структурная схема АСР температуры газификатора:

РТП – регулируемый технологический параметр (температура газификатора); ПП1 – первичный преобразователь (температура в реакторе 1); ПП2 – первичный преобразователь (температура в реакторе 2); ПП3 – первичный преобразователь (температура в реакторе 3); ПЛК – программируемый логический контроллер; ПУ – пусковое устройство; ИМ – исполнительный механизм; РО – регулирующий орган; $P_{\text{в}}$ – измеряемые параметры воды (температура, давление и расход); $P_{\text{п}}$ – измеряемые параметры пара (температура, давление и расход); $P_{\text{гг}}$ – измеряемые параметры генераторного газа (температура, давление и расход); $P_{\text{возд}}$ – измеряемые параметры воздуха (температура, давление и расход); АРМ – автоматизированное рабочее место

Регулируемым параметром у газификатора является расход горючих отходов. Датчики температуры (ПП1 – ПП3) снимают данные о температуре в

реакторе газификатора и передает нормированный электрический сигнал на ПЛК.

Параллельно с этим на ПЛК поступает информация о температуре, давлении и расходе воды и воздуха (P_v , P_n), подаваемых в точку смешения с горючими отходами. Основываясь на данной информации, ПЛК вычисляет давление компонентов и их массовые расходы. Полученные величины сравниваются с заданными. В случае расхождения заданного значения температуры в реакторе с фактическим, вырабатывается управляющее воздействие, которое передается на электродвигатель (ИМ). Он приводит в действие шнековый питатель (РО), которая регулирует подачу горючих отходов в реактор газификатора и под расход этих отходов ПЛК подстраивает расход пара и воздуха при помощи задвижек и частотных преобразователей, соединенных с электродвигателями насоса и дутьевого вентилятора.

Так как в схеме используется ПЛК, то исключается использование блока ручного управления, задатчиков регулируемых параметров, стабилизирующего и корректирующего регуляторов, т.к. их функции может выполнять контроллер. Пусковое устройство не используется, так как его заменяет электропривод. Кроме того, дистанционное ручное управление возможно будет осуществляться с автоматизированного рабочего места оператора.

Разработанная структурная схема автоматизированной системы представлена на листе с шифром ФЮРА.421000.016 С1.

1.3. Разработка функциональной схемы АСР

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для демонстрации ключевых решений, принятых при разработке систем автоматизации технологических процессов. Она отображает объект управления в системах автоматизации технологических процессов, состоящий из основного и вспомогательного оборудования, а

также запорных и регулирующих органов, встроенных в него.

На функциональной схеме оборудование для технологических процессов представлено контурами, чтобы продемонстрировать связь компонентов цепи их принцип действия, взаимодействие с сенсорами и другими средствами системы автоматизации.

В процессе разработки функциональной схемы необходимо решить следующие задачи:

- изучить технологическую схему автоматизируемого объекта;
- определить местоположение точек отбора информации;
- выбрать структуру измерительных каналов;
- выбрать методы и технические средства обработки информации;
- контроль технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования, их регистрация;
- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;

На технологических трубопроводах показаны только те вентили, задвижки, заслонки, клапаны и другая регулирующая и запорная арматура, которая непосредственно участвует в работе системы автоматизации. Техническим средствам автоматизации, изображенным на функциональной схеме, присвоены позиционные обозначения.

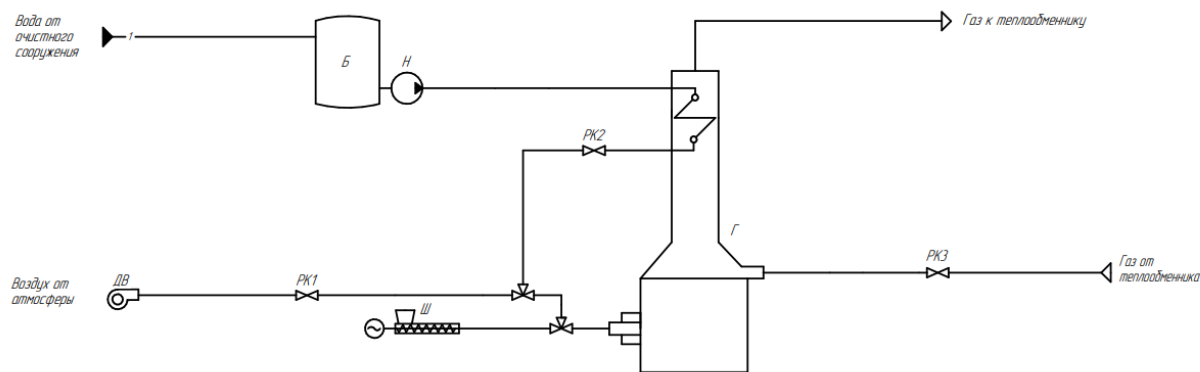


Рисунок 4 – Технологическая схема

Из мельницы через шнековый питатель подаются предварительно измельченные отходы подлежащие газификации. Дутьевой вентилятор забирает воздух из атмосферы и подает его в точку смешения с паром и с давлением равным давлению пара. Вода из бака поступает в первый теплообменник, где преобразуется в пар и охлаждает генераторный газ. Пар и воздух смешиваются еще и пылевидными отходами и совместно подается в реактор газификации через 4 горелки. Генераторный газ после первого теплообменника проходит через второй теплообменник, где он очищается и разделяется на два потока, один из которых возвращается обратно в газификатор и охлаждает газ после реактора. Регулирование подачи пылевидных отходов (шнек), подачи воздуха (дутьевой вентилятор), подачи воды (насос) используется частотное регулирование, а также пар и воздух дополнительно регулируются задвижками. Подача охлаждающего генераторного газа регулируется задвижкой.

Определены измерительные каналы (1–19, 21, 23, 25, 27, 29, 31) и каналы регулирования (20, 22, 24, 26, 28, 30). Измерительный канал 1–3 служит для передачи сигналов о величинах температур воды, подаваемой в первый теплообменник, пара и воздуха соответственно. Сигналы поступают от термопары с унифицированным выходным сигналом 4–20 мА на контроллер. Измерительные каналы 4–6 служат для передачи сигналов о величине температуры в реакторе газификатора в трех точках. Сигналы поступают от измерительного преобразователя температуры с унифицированным выходным сигналом 4–20 мА на контроллер. По каналам 7–9 на контроллер передается значение температуры генераторного газа после второго теплообменника, после реактора и после первого теплообменника соответственно. По каналам 10–12 и 15 на контроллер передается значение давления воды, подаваемой в первый теплообменник, пара, воздуха и генераторного газа соответственно. Сигнал поступает с преобразователя давления. Каналы 13 и 14 используется для передачи данных о давлении после реактора газификации и внутри него. По каналам 16–19 на контроллер

передается значение расходов воды, воздуха, пара и генераторного газа. По каналам 25, 29 и 31 на контроллер передается значение положений задвижек. Каналы 20, 22, 24, 26, 28 и 30 используется управления задвижками и двигателями. Каналы 21, 23 и 27 служат для передачи данных об уровне мощности на двигателях.

Разработанная функциональная схема автоматической системы регулирования представлена на листе с шифром ФЮРА.421000.016 С2.

1.4. Выбор приборов и средств автоматизации

1.4.1. Выбор измерительных преобразователей температуры

В качестве датчиков температуры используются аналоговые преобразователи температуры с унифицированным выходным сигналом.

Таблица 3 – Технические характеристики датчика Метран-274

Характеристика	Величина
Диапазон унифицированного сигнала	4–20 мА
Длина монтажной части	60...1250 мм
Класс допуска	2
Диапазон преобразования температуры	0...50 °С
Средний срок службы	Не менее 5 лет

Таблица 4 – Технические характеристики Метран-276

Характеристика	Величина
Диапазон унифицированного сигнала	4–20 мА
Длина монтажной части	60...1250 мм

Продолжение таблицы 4

Класс допуска	2
Диапазон преобразования температуры	0...+300 °С
Средний срок службы	Не менее 5 лет

Технические характеристики данных измерительных преобразователей температуры схожи и удовлетворяют требованиям, однако, диапазон измеряемых температур у Метран-276 больше и таким образом он удовлетворяет большему количеству запросов, поэтому выбираем его в количестве 3 штук с целью стандартизации оборудования [2].

Таблица 5 – Технические характеристики Rosemount 248

Характеристика	Величина
Диапазон унифицированного сигнала	4-20 мА
Длина монтажной части	75...300 мм
Класс допуска	2
Диапазон преобразования температуры	0...+2200 °С
Средний срок службы	Не менее 5 лет

Таблица 6 – Технические характеристики ТВР 0687

Характеристика	Величина
Диапазон унифицированного сигнала	В зависимости от измерительного преобразователя
Длина монтажной части	250...900 мм
Класс допуска	2

Продолжение таблицы 6

Диапазон преобразования температуры	0...+2000 °С
Средний срок службы	Не менее 5 лет

Технические характеристики данных измерителей температуры примерно схожи и удовлетворяют требованиям, однако, диапазон измеряемых температур у Rosemount 248 больше, также в пользу Rosemount 248 играет то, что измерительный преобразователь идет в комплекте и его не нужно подбирать дополнительно, поэтому выбираем его в количестве 4 шт. [3–4].

Таблица 7 – Технические характеристики Метран-271

Характеристика	Величина
Диапазон унифицированного сигнала	4-20 мА
Длина монтажной части	60...1250 мм
Класс допуска	2
Диапазон преобразования температуры	0...+1000 °С
Средний срок службы	Не менее 5 лет

Таблица 8 – Технические характеристики ОВЕН ДТПХxx5

Характеристика	Величина
Диапазон унифицированного сигнала	В зависимости от измерительного преобразователя
Длина монтажной части	60...30000 мм
Класс допуска	2
Диапазон преобразования температуры	0...+750 °С

Продолжение таблицы 8

Средний срок службы	Не менее 10 лет
---------------------	-----------------

Технические характеристики данных измерителей температуры примерно схожи и удовлетворяют требованиям, однако, диапазон измеряемых температур у Метран-271 больше, поэтому выбираем его в количестве 2 шт. [2, 5].

1.4.2. Выбор измерительных преобразователей давления

Датчики давления предназначены для измерения давления жидких и газообразных сред. Ниже приведены таблицы основных технических характеристик выбранных датчиков давления.

Технические характеристики датчика Метран-22-ДА-АС-1 Модели 2051 представлены в таблице 9 [6].

Таблица 9 – Датчик абсолютного давления Метран-22-ДА-АС-1 Модель 2051

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА
Погрешность измеряемые	$\pm 0,5 \%$
Рабочая температура	-25...+70 °С
Диапазон измеряемого давления	До 1,6 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP65
Температура окружающей среды	-40...+70 °С

Технические характеристики датчика Метран-150ТА Код 2 представлены в таблице 10 [7].

Таблица 10 – Датчик абсолютного давления Метран-150ГА Код 2

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА
Погрешность измеряемые	$\pm 0,2 \%$
Рабочая температура	-40...+120 °С
Диапазон измеряемого давления	До 1 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP66
Температура окружающей среды	-40...+80 °С

Технические характеристики датчика Метран-22-ДА-АС-1 Модели 2040 представлены в таблице 11 [6].

Таблица 11 – Датчик абсолютного давления Метран-22-ДА-АС-1 Модель 2040

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА
Погрешность измеряемые	$\pm 0,5 \%$
Рабочая температура	-25...+70 °С
Диапазон измеряемого давления	До 160 кПа
Степень пылевлагозащиты	IP65
Температура окружающей среды	-40...+70 °С

Технические характеристики датчика Метран-55-ДА Модель 506 представлены в таблице 12 [8].

Таблица 12 – Датчик абсолютного давления Метран-55-ДА Модель 506

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА
Погрешность измеряемые	$\pm 0,25 \%$

Продолжение таблицы 12

Рабочая температура	-25...+70 °С
Диапазон измеряемого давления	До 6 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP65
Температура окружающей среды	-40...+70 °С

Технические характеристики датчика Метран-22-ДА-АС-1 представлены в таблице 13 [8].

Таблица 13 – Датчик абсолютного давления Метран-22-ДА-АС-1

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА
Погрешность измеряемые	$\pm 0,2$ %
Рабочая температура	-25...+70 °С
Диапазон измеряемого давления	До 2,5 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP65
Температура окружающей среды	-40...+70 °С

1.4.3. Выбор датчиков расхода

Для измерения количества подаваемого воздуха, воды и пара в реактор газификатора необходимо установить расходомеры в трубопроводы подачи воздуха, воды и пара. Так же необходимо установить расходомер на трубопровод подачи охлаждающего генераторного газа. Датчики расхода работают по разному принципу и имеют разные характеристики:

- турбинный расходомер фирмы «Badger Meter» модели Vision 2008 4F22;
- тепловой расходомер фирмы «IFM Electronic» модели SDG080;
- вихревые расходомеры фирмы ГК «Теплоприбор» модели ДРГ.М-400 и ДРГ.М-160.

Технические характеристики турбинного расходомера типа Vision 2008 4F22 представлены в таблице 14 [9].

Таблица 14 – Турбинный расходомер Vision 2008 4F22

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА
Условный проход трубопровода	25 мм
Рабочий диапазон скоростей потока	От 0,02...10 м/с
Погрешность измеряемые	$\pm 3 \%$
Рабочая температура	-20...+100 °С
Диапазон рабочего давления	До 2,5 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP67
Температура окружающей среды	-20...+80 °С

Технические характеристики турбинного расходомера типа SDG080 представлены в таблице 15 [10].

Таблица 15 – Тепловой расходомер SDG080

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА, импульсный сигнал, коммутационный сигнал
Условный проход трубопровода	80 мм
Рабочий диапазон скоростей потока	От 0,02...10 м/с
Погрешность измеряемые	$\pm 0,5\%$
Рабочая температура	0...+60 °С
Диапазон рабочего давления	До 1,6 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP65
Температура окружающей среды	0...+60 °С

Технические характеристики турбинного расходомера типа ДРГ.М-400 представлены в таблице 16 [11].

Таблица 16 – Вихревой расходомер ДРГ.М-400

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА, импульсный сигнал, коммутационный сигнал
Условный проход трубопровода	80 мм (в комплекте с переходником на 80 мм)
Диапазон эксплуатационных расходов	От 10...400 м ³ /ч
Погрешность измеряемые	± 1 %
Рабочая температура	-40...+250 °С (по спец заказу до 400 °С)
Диапазон рабочего давления	До 2,5 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP57
Температура окружающей среды	-40...+50 °С

Технические характеристики турбинного расходомера типа ДРГ.М-160 представлены в таблице 17 [11].

Таблица 17 – Вихревой расходомер ДРГ.М-160

Характеристика	Величина
Выходные сигналы	4-20 мА, импульсный сигнал, коммутационный сигнал
Условный проход трубопровода	50 мм (в комплекте с переходником на 80 мм)
Диапазон эксплуатационных расходов	От 1...160 м ³ /ч
Погрешность измеряемые	± 1 %

Продолжение таблицы 17

Рабочая температура	-40...+250 °С (по спец заказу до 400 °С)
Диапазон рабочего давления	До 2,5 МПа
Степень пылевлагозащиты	IP57
Температура окружающей среды	-40...+50 °С

После проведения анализа технических характеристик можно увидеть, что выбранные расходомеры полностью удовлетворяют требованиям системы, а значит, выбираем их.

1.4.4. Выбор оборудования для подачи отходов, воды и воздуха

Для бесперебойной подачи воды от резервуара к теплообменнику, на проектируемой АСР было принято решение по установке самовсасывающего насоса с электродвигателем МТ71М КW 0,55/2 В14 / 070672-5883. Технические характеристики двигателя представлены в таблице 18 [12].

Таблица 18 – Технические характеристики МТ71М КW 0,55/2 В14 / 070672-5883

Характеристика	Величина
Напряжение	230/400 В
Обороты в минуту	2800
Степень пылевлагозащиты	IP55
Тип электродвигателя	Асинхронный

Для бесперебойной подачи пылевидных отходов от мельницы к форсунке, на проектируемой АСР было принято решение по установке шнекового податчика с электродвигателем МТ71М КW 0,55/2 В14 / 070672-5883. Технические характеристики двигателя представлены в таблице 18.

Для бесперебойной подачи воздуха от атмосферы к форсунке, на проектируемой АСР было принято решение по установке дутьевого вентилятора RD 62 F. Технические характеристики дутьевого вентилятора представлены в таблице 19 [13].

Таблица 19 – Технические характеристики RD 62 F

Характеристика	Величина
Напряжение	230/400 В
Обороты в минуту	2870
Потребляемая мощность	2,2 кВт
Тип электродвигателя	Асинхронный

Для регулировки частоты вращения электродвигателей были выбраны частотные преобразователи соответствующие мощности двигателя.

1.4.5. Выбор исполнительного механизма

В качестве исполнительного механизма был выбран механизм электрический однооборотный (МЭО). Для того, чтобы верно определить тип МЭО, необходимо произвести расчет максимального крутящего момента и сравнить его с номинальным. Максимальное значение крутящего момента рассчитывается по формуле:

$$M_{max}^{кр} = 6,89 \cdot D_y - 338 = 6,89 \cdot 50 - 338 = 6,5 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Необходимо выполнение следующего условия:

$$M_n > M_{max}^{кр}.$$

Выбираем задвижку с электроприводом. При выборе опираемся на номинальный диаметр и максимальное значение крутящего момента. В качестве ИМ рассматриваются следующие устройства: DN 040 PN-16ROM-A, ГЗ 220В VANTA 24-006-907 [14], задвижка чугунная ЛАЗ 30ч939р Ду50 Ру16 с электроприводом ГЗ-А.70/12, 220В [15].

Таблица 20 – Технические характеристики DN 040 PN-16ROM-A

Характеристика	Величина
Тип задвижки	Шибберная
Условный диаметр, мм	50
Номинальный крутящий момент, Н·м	50
Номинальное время полного хода выходного вала, с	30
Мощность, Вт	3,75
Степень защиты	IP68
Напряжение питания, В	110/220

Таблица 21 – Технические характеристики ГЗ 220В VANTA 24-006-907

Характеристика	Величина
Тип задвижки	Клиновная
Условный диаметр, мм	50
Номинальный крутящий момент, Н·м	50
Напряжение питания, В	220

Таблица 22 – Технические характеристики задвижка чугунная ЛАЗ 30ч939р Ду50 Ру16 с электроприводом ГЗ-А.70/12, 220В

Характеристика	Величина
Тип задвижки	Клиновная
Условный диаметр, мм	50
Номинальный крутящий момент, Н·м	70

Продолжение таблицы 22

Номинальное время полного хода выходного вала, с	40
Степень защиты	IP65
Напряжение питания, В	220

Выбираем задвижку с электроприводом задвижка чугунная ЛАЗ 30ч939р Ду50 Ру16 с электроприводом ГЗ-А.70/12, 220В, так как обладает наиболее высоким моментом вращения из рассмотренных вариантов. Помимо этого, данная электрозадвижка имеет возможность установки механических ограничителей, что повышает надежность в случае непредвиденной ситуации.

1.4.6. Выбор контроллера

При выборе контроллера необходимо учитывать множество различных факторов, которые зависят от того, вновь ли проектируется система или модернизируется уже существующая. Если решается задача модернизации, то важным является наличие совместимости с программно-аппаратными средствами, готовность обслуживающего персонала и службы ремонта, наличие документации и ее понимание, наличие запасных комплектующих и показатели надежности, такие как наработка на отказ, срок службы и ремонтпригодность.

При выборе контроллера для системы управления главным критерием является удовлетворение всех технических требований, включая информационные, управляющие и вспомогательные функции, а также техническое, программное, метрологическое и организационное обеспечение, диагностику, техническое обслуживание системы и прочее.

В данной работе рассматривались моноблочный контроллер ОВЕН 160ПЛК [16], а также модульный ПЛК ЭЛСИ-ТМК [17].

Таблица 23 – Технические характеристики ОВЕН 160ПЛК

Характеристика	ОВЕН 160ПЛК
Напряжение питания	220 В, 50 Гц
Количество дискретных входов	16
Количество аналоговых входов	8
Количество дискретных выходов	12
Количество аналоговых выходов	4

Таблица 24 – Технические характеристики ПЛК ЭЛСИ-ТМК

Напряжение питания	24 ± 4 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	40 В А
Диапазон контроля температур	-25...+60 °С
Аналоговых входов/выходов	8/8 шт.
Цифровых входов	5 шт.
Дискретных входов/выходов	16/32 шт.
Интерфейс связи	RS-232, RS-485
Средний срок службы	15 лет

Выбираем модульный процессор Элси ТМК. Основным преимуществом данного ПЛК перед альтернативным является блочная конструкция, позволяющая использовать его в условиях изменяющихся параметров системы, в том числе в случае ее расширения.

Выбранные технические средства, необходимые для реализации проектируемой системы, приведены в заказной спецификации, представленной на ФЮРА.421000.016. СП.

1.5. Проектирование схемы внешних проводок

Нижний уровень, он же полевой, включает в себя контрольно-измерительные приборы, запорно–регулирующую арматуру, исполнительный

механизм, насос. На данном уровне, как правило, выполняется контроль за технологическими параметрами; преобразование полученных параметров в унифицированные сигналы; определение положения и состояния исполнительных механизмов; взаимодействие с запорно–регулирующей арматурой.

Кабели выбираются по количеству жил и размеру сечения. Кабель КВВГ – контрольный кабель, с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ. Предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В или постоянным напряжением до 1000 В [18].

Кабель КВВГЭ – контрольный экранированный кабель, с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ. Назначение у данного кабеля такое же, как и у КВВГ [18].

Для щита силового управления выберем кабели ВВГ. Это силовой кабель с медными токопроводящими жилами, с изоляцией и оболочкой из ПВХ – пластика без защитных покровов. Применяется для прокладки в сухих и влажных помещениях, в блоках, щитах [19].

НВЭВ – это кабель, который используется для монтажа и содержит медные луженые жилы, которые имеют изоляцию из ПВХ пластиката. Кабель также имеет экранирование, которое представляет собой оплетку из медных луженых проволок, а оболочка выполнена из ПВХ пластиката.

На чертеже около каждого кабеля написано число жил, сечение кабеля и длина. Также около некоторых кабелей указано число задействованных жил. Сведем кабели в таблицу 25.

Таблица 25 – Кабели, использованные в схеме

Номер измерительного канала	Наименование кабеля
9, 12, 15, 23–41	КВВГ
7, 8, 11, 14, 17, 19, 21	ВВГ

Продолжение таблицы 25

1–6, 10, 13, 16	КВВГЭ
18, 20, 22	НВЭВ

Клеммные коробки предназначены для соединения и разветвления кабелей. Они выбираются по числу клемм. Для датчиков температуры, давления и расхода выберем соединительные клеммные коробки У614 с 10 клеммами, с сечением жил до 4 м², IP65. Для датчиков температуры, давления в реакторе газификатора выберем соединительную клеммную коробку ККМА 20 с 20 клеммами, с сечением жил до 4 м², IP54. Для приводов задвижек, насоса, шнекового питателя и дутьевого вентилятора клеммная коробка не требуется.

У датчиков температуры и расхода на выходе унифицированный токовый сигнал.

На чертеже между шкафом автоматизации и датчиками приведена таблица с применяемыми клеммными коробками и данные, содержащие информацию о материале корпуса, количестве клемм и степени защиты от воды и пыли.

В верхней части чертежа приведена таблица с наименованием параметров, местами отбора импульсов и позициями датчиков. Под каждой позицией датчиков располагаются датчики температуры, давления и расхода. Исходя из руководства по эксплуатации, датчики температуры, давления и расхода двухпроводные и четырехпроводные. Провода обозначаются, начиная с номера 101, и соединяются в кабели. В окружности на кабеле приводится маркировка измерительного канала. Кабели № 23–25 сводятся в клеммную коробку через 3 сальника М20, из коробки выходит кабель № 1 через сальник М32 на щит автоматизации. Кабели № 26–28 сводятся в клеммную коробку через 3 сальника М20, из коробки выходит кабель № 2 через сальник М32 на щит автоматизации. Кабели № 29–31 сводятся в клеммную коробку через 3 сальника М20, из коробки выходит кабель № 3 через сальник М32 на щит

автоматизации. Кабели № 32–35 сводятся в клеммную коробку через 4 сальника М20, из коробки выходит кабель № 4 через сальник М32 на щит автоматизации. Кабели № 36–38 сводятся в клеммную коробку через 3 сальника М20, из коробки выходит кабель № 5 через сальник М32 на щит автоматизации. Кабели № 39–40 сводятся в клеммную коробку через 3 сальника М20, из коробки выходит кабель № 6 через сальник М32 на щит автоматизации.

Внизу чертежа изображен шкаф автоматизации. Он соединяется кабелем № 7 с распределительным щитом, который расположен справа в средней части чертежа.

Левее распределительного щита расположены электродвигатели МТ71М КW 0,55/2 В14/070672-5883, приводящие в движение насос и шнековый питатель. Они питаются от частотных преобразователей, которые соединены с распределительным щитом кабелями № 19 и 21.

Левее электродвигателей расположен дутьевой вентилятор, который питается от частотного преобразователя, который соединен с распределительным щитом кабелем № 17.

Левее дутьевого вентилятора располагаются три задвижки с электроприводом 30ч906 бр с ГЗ А.70. Они питаются от силового щита кабелями № 8, 11 и 14. Кабели №9, 12 и 15 соединяют клеммы управления задвижкой с щитом автоматизации. Кабели № 10, 13 и 16 соединяют клеммы указателей положения задвижек с щитом автоматизации.

Разработанная схема внешних проводок автоматической системы регулирования представлена на листе с шифром ФЮРА.421000.016 С5.

1.6. Проектирование принципиальной электрической схемы щита управления

1.6.1. Описание электрической принципиальной схемы

На принципиальной электрической схеме изображают устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные/выходные элементы и соединения между ними. Допускается на схеме не отражать расположение устройств и элементов в изделии, если схему выполняют на нескольких листах или размещение устройств и элементов на месте эксплуатации неизвестно.

Для разработки схемы необходимо выполнить ряд действий:

- 1) нанести на схему технические средства автоматизации с соответствующими стандартами;
- 2) произвести соединение проводок с клеммами устройств по требованиям завода изготовителя оборудования;
- 3) произвести нумерацию проводников.

При разработке электрической схемы необходимо учитывать блочное устройство ПЛК Элси ТМК. Используются 9 модулей контроллера Элси ТМК (1 источник питания TP 712 024 DC, 1 модуль центрального процессора TC 712A8 – 1005 ETH, 2 коммуникационных модуля TN 713 2 485 2M, 3 модуля ввода аналоговых сигналов TA 716 8I DC, 1 модуль ввода дискретных сигналов TD 721 16I 024DC, 1 модуль вывода дискретных сигналов TK 712 32O 24 DC).

Для ввода аналоговых сигналов в щите предусмотрены разделительные преобразователи ET-422, которые обеспечивают гальваническую развязку цепей контроллера и полевых цепей, сигнал с которых поступает на соответствующие блоки контроллера.

В данном разделе была разработана принципиальная электрическая схема АСР параметров процесса приготовления композиционного топлива, которая приведена на листе с шифром ФЮРА.421000.016 Э4.

1.6.2. Определение объема оснащения щита автоматизации элементами и устройствами необходимыми для подсистем электрического питания и микроклимата щита управления

Для подсистем электрического питания и микроклимата в щит автоматизации установлено освещение, источник бесперебойного питания, аккумуляторный модуль, вентилятор, защиту от перенапряжений, а также дополнительное оборудование для работы всей системы.

Электропитание шкафа осуществляется от распределительного щита питания переменным напряжением 220 В, 50 Гц. Питание устройств внутри щита осуществляется с помощью блока питания 24 В.

В конструкции предусмотрена установка устройства защиты от перенапряжений. Оно предназначено для защиты оборудования, подключенного к линиям электропитания переменного тока 220 (230) В, от напряжений, вызванных электромагнитными импульсами высоких энергий. Выберем УЗИП PLT-SEC-T3-230-FM-UT. Данное устройство состоит из защитного штекера и базового элемента с зажимом. Номинальное напряжение: 230 В. Размеры: 101x17,7x74,5.

В качестве источника питания используется источник бесперебойного питания EF A UPS 1AC/24DC-4. ИБП выбран по нагрузке. Для определения потребляемой мощности рассчитана общая мощность установки. Мощность рассчитывается как сумма нагрузки датчиков, модулей контроллера, вентилятора, лампочки.

$$N_{\text{сумм}} = \sum N_{\text{дат}} + \sum N_{\text{модули}} + N_{\text{вент}} + N_L,$$

$$N_{\text{сумм}} = 0,9 \cdot 10 + 1,1 \cdot 5 + 0,7 \cdot 4 + 32 + 22 + 7 \cdot 3 + 6 \cdot 4 = 116,3 \text{ Вт}.$$

После расчета нагрузки электрической установки выбираем питания блок питания мощностью 200 Вт. ИБП EF A UPS 1AC/24DC-8 обладает следующим перечнем характеристик. Входное напряжение: 220 В (230 В); выходное напряжение: 24 В. Размеры: не более 85x132x137 мм, масса: не более 1,1 кг. Срок службы не менее 10 лет.

Для источника бесперебойного питания установим аккумуляторный модуль. Выберем АБ-24 МП-12 компании ЭлеСи. Номинальное напряжение у данного модуля 24 В. Масса – не более 9 кг; размеры: 256x156x110.

В шкафу предусмотрено внутреннее рабочее освещение (лампа EL1) для обслуживания и ремонта. Выберем лампу PLD E 409 W 350. Электропитание – 230 В, 50 Гц; срок службы – 50000 ч. Вес – 0,89 кг; размер – 315x91x44.

Вентиляторы используются для охлаждения шкафа, тем самым способствуя улучшению стабильности работы и увеличению ресурса оборудования. Выберем вентилятор Fandis FF12A230UF. Степень защиты у вентилятора IP54. Потребляемая мощность – 22 Вт. Напряжение питания – 230 В. Габариты устройства – 150x150 мм.

Для автоматического включения лампы при открытии и выключения при закрытии дверцы ЩУ предназначен концевой выключатель R5MC01. Размеры: 39x31x101.

Температура воздуха внутри шкафа контролируется термореле типа EKF TNC10M. Диапазон показания регулировочной шкалы: 0...60 °С. Рабочее напряжение 230 В. Уставка реле принимается равной 30 °С. Габариты устройства – 60 x33x43 мм.

Электрическая установка должна оснащаться защитой от перенапряжения. Для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсов тока на землю, снижения амплитуды перенапряжения до уровня, безопасного для электрических установок и оборудования. Для обеспечения безопасной работы электроустановки выберем автоматический выключатель EKF Basic ВА 47–29. Номинальный ток – 16 А. Номинальное рабочее напряжение – 230 В. Габариты устройства – 81x36x66 мм.

Для подключения устройств к электрической сети, выберем розетку 1-м Олимп 16А.

Ниже схемы в области 2А показана шина заземления. Выше основной надписи указана диаграмма работы контакта термореле КК1. Также на листе внизу приведен список технических требований к электрической схеме.

Так как щит будет стоять в здании, значит предусмотрим только максимальную температуру, при которой будет функционировать щит. Когда

температура превысит 30 °С, контакты реле КК1 замкнутся и подадут питание на вентилятор.

1.6.3. Ввод аналоговых сигналов

Подсистема ввода аналоговых сигналов щита управления содержит модуль аналогового ввода и вывода, разделительные преобразователи и блоки зажимов.

Выберем модуль питания TP 712 024 DC. Напряжение на входе модуля – 24 В. Количество поддерживаемых модулей: до 10. Размер: 38x193x143.

Процессорный модуль выберем TC 712A8-100 5 ЕТН. Размер: 139x50x193.

Коммутационная панель – ТК 711 10. Количество подключаемых модулей: 1 модуль питания, 1 модуль процессорный, 10 модулей интерфейсных.

Модуль аналогового ввода выберем ТА 716 8I DC с 8 входами. Размер: 143x25x193.

Модуль аналогового вывода отсутствует.

На 2 листе в области 3А представлена таблица с расположением модулей на панели контроллера. На этом же листе в области 4В изображены 2 модуля – модуль питания А0 и процессорный модуль А1, которые крепятся к коммутационной панели S1. Модуль А0 питается от клемм с блока зажимов ХТ0-2, указанных на листе 1/1В. На листах 3–5 изображены модули аналогового ввода А4–А6.

Для модуля требуется установить следующие кабели: КА716-Х-32-1,5 и КА716-Х-33-1,5.

На электрической схеме соединения элементов и устройств электрической схемы подсистемы ввода-вывода аналоговых сигналов выполнены с помощью проводов. Также нанесены маркировка соединений и позиционные обозначения элементов и устройств.

1.6.4. Ввод/вывод дискретных сигналов

Модуль ввода дискретных сигналов выберем TD 721 16I 024DC с 16 входами. Размер модуля – 143x25x193.

Кабель – KD721-X11-1,5.

Модуль дискретных выводов выберем TD 712 32O 024DC с 32 выходами. Размер модуля – 143x25x193.

Кабель – KD712-X12-1,5.

Для сигналов электрозадвижки «Открыто» и «Закрыто» нужны трехпозиционные реле. Для сигнала «Перегрузка» нужно реле с 1 переключающими контактами. Для реализации связи электрозадвижки с модулем ввода дискретных сигналов нужны двухпозиционные реле. Для возможности ручного управления задвижками предусмотрены кнопки «Открыть», «Закрыть» и «Стоп».

На листе 6 изображен модуль дискретного вывода (A8) и модуль дискретного ввода (A7). Сигналы DO-1–DO-9 – сигналы управления электрозадвижками; DO-1–DO-9 – сигналы, поступающие от электрозадвижки.

Реле для сигналов электрозадвижки выберем следующие: RLC-RSC-230UC/21.

В нашем случае подсистема управления исполнительными механизмами включает в себя реле (с 1 переключающим контактом и с 2 переключающими контактами).

Выбор и выполнение условных обозначений на электрической схеме осуществлено в соответствии с нормативной документацией.

Соединения элементов и устройств электрической схемы подсистемы управления исполнительным механизмом выполнено с помощью проводов НВ -0,50 600 ГОСТ 17515-72.

Для реализации подачи сигналов выберем следующие реле:

К13, К14, К15, К18, К19, К20, К23, К24, К25 – напряжение 220 В, с одним переключающим контактом;

К11, К12, К16, К17, К21, К22 – напряжение 220 В, с двумя переключающими контактами.

У данной задвижки по 3 дискретных входных и выходных сигнала.

Катушки реле К2–К10 расположены на листе 6 и подключены к модулю дискретных выходов. А их контакты, отвечающие за сигналы «Открыть», «Закрыть» и «Стоп», расположены на листах 7–9 (К2.1, К3.1, К4.1, К5.1, К6.1, К7.1, К8.1, К9.1, К10.1).

Контакты катушек К13, К14, К15, К18, К19, К20, К23, К24, К25 находятся на этом же листе и подключены к модулю дискретных входов.

Контакты этих катушек отвечают за сигналы «Открыто», «Закрыто» и «Перегрузка».

Также на схеме указаны ссылки на контакты реле около каждой катушки.

1.6.5. Составление перечня элементов щита управления

Для удобной и точной записи информации об элементах и приборах используются условные буквенные обозначения, определяемые на основе ЕСКД ГОСТ 2.710-81. Элементом схемы присваиваются заглавные буквы и цифры латинского алфавита в соответствии с их назначением. На основе этих обозначений создан список элементов, который указан на листе с шифром ФЮРА.421000.016 ПЭ4.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень элементов оформляют в виде таблицы по ГОСТ 2.701. Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над основной надписью. Для электронных документов перечень элементов оформляют отдельным документом.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп – и между элементами.

1.6.6. Разработка общего вида щита управления

Щиты, используемые в системах автоматизации, предназначены для установки на них различных инструментов и приборов для контроля и управления технологическими процессами, таких как сигнальные устройства, аппаратура автоматического регулирования и защиты, а также для обеспечения соединения и связи между ними (трубная и электрическая коммутация).

Щиты устанавливаются в производственных и специальных щитовых помещениях: операторских, диспетчерских, аппаратных и т.п.

Учитывая конструктивные особенности, в том числе степень защиты от прикосновения к токоведущим частям, в операторском помещении применим для монтажа средств автоматизации разрабатываемой системы регулирования щит шкафной малогабаритный (ЩШМ).

Для размещения средств автоматизации используем щит с задней дверью одиночный, высотой 1200 мм, шириной 600 мм и глубиной 400 мм – ЩШМ 1200х600х400.

Чертеж общего вида одиночного щита содержит вид спереди, вид на внутренние плоскости, перечень составных частей.

В верхней части шкафа располагаются коммутационная панель ТК, на которой закреплены модули контроллера АС1.

В центральной части расположены розетка XS1, автоматический выключатель, защита от перенапряжений, термореле, аккумулятор, а также блоки зажимов. В нижней части шкафа расположены четыре преобразователя аналоговых сигналов, а также релейные модули на 24 и 220 В.

В нижней части шкафа расположены блоки зажимов XT02, XT03, XT04..., XT014, а также плавкая ставка FU1.

Общий вид щита представлен на чертеже с шифром ФЮРА.421000.016 ВО.

2. Расчет параметров настройки регулятора

2.1. Идентификация объекта управления

Для создания математических моделей объекта управления используется процесс идентификации. В этом процессе используются два метода: активная и пассивная. Активная идентификация чаще всего используется в инженерной практике, где на объект подается специальный входной сигнал, и затем результаты обработки этого сигнала позволяют создать математическую модель.

Для создания кривой разгона в данном исследовании была применена динамическая модель, отображающая изменение температуры средней ступени турбины. Модель, составленная на основе экспериментов, проведенных на реальном объекте. Образец кривой разгона представлен на рисунке 5.

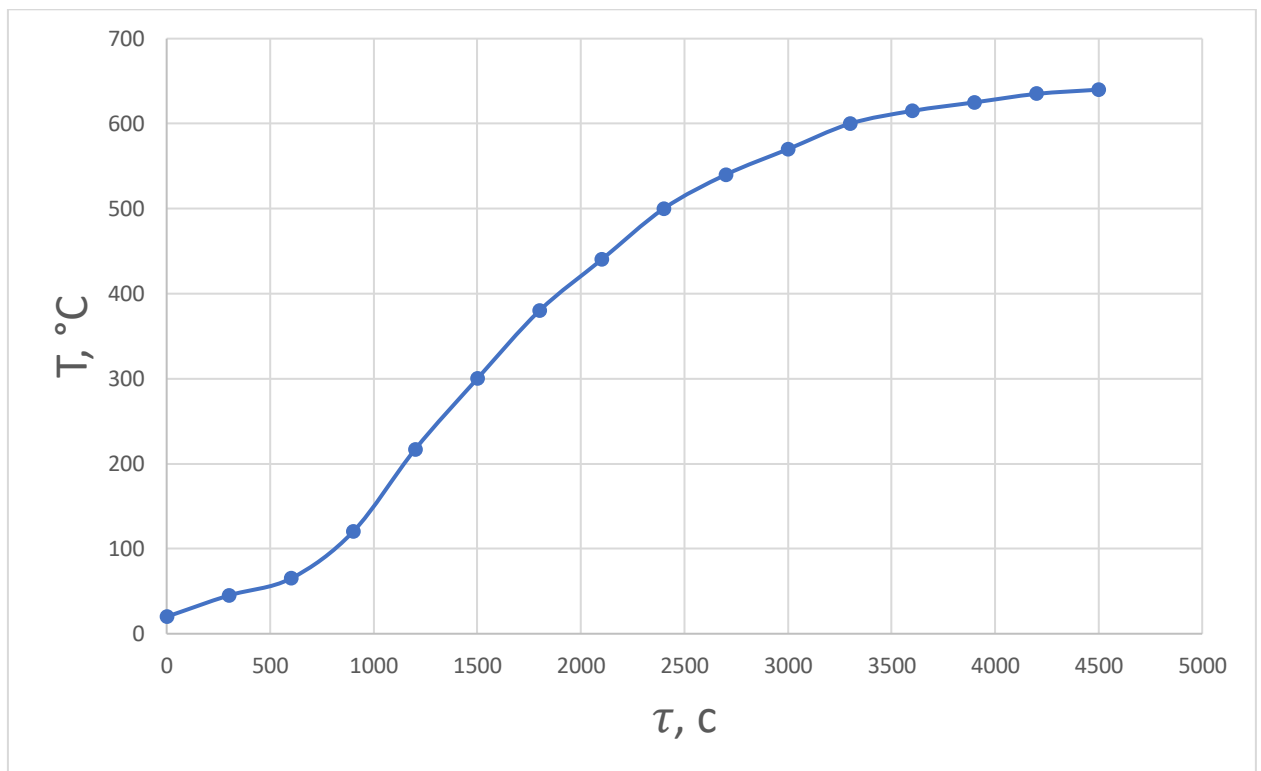


Рисунок 5 – Кривая разгона объекта управления, где τ – время,

T – температура

По полученной переходной характеристике определяем динамические параметры объекта, такие как: постоянная времени T ; запаздывание t , коэффициент усиления K .

Передаточная функция для кривой представляет собой апериодическое звено с запаздыванием:

$$W(P) = \frac{k}{TP + 1} e^{-P\tau},$$

где k – коэффициент усиления;

P – оператор Лапласа;

τ – время запаздывания;

T – постоянная времени.

На кривой разгона строим две точки А и Б. Точка А определяется как $0,33 k$, а точка Б имеет ординату $0,7 k$. Постоянная времени T и время запаздывания τ определяются по формулам:

$$T = -\frac{t_A - \tau}{\ln(1 - h_A)},$$

$$\tau = -\frac{t_B \ln(1 - h_A) - t_A \ln(1 - h_B)}{\ln(1 - h_A) - \ln(1 - h_B)},$$

где t_A и t_B – значение времени при соответствующих точках на кривой;

h_A и h_B – значение ординат при точках А и Б.

Определяем расположение на кривой точек А и Б и находим необходимые неизвестные параметры.

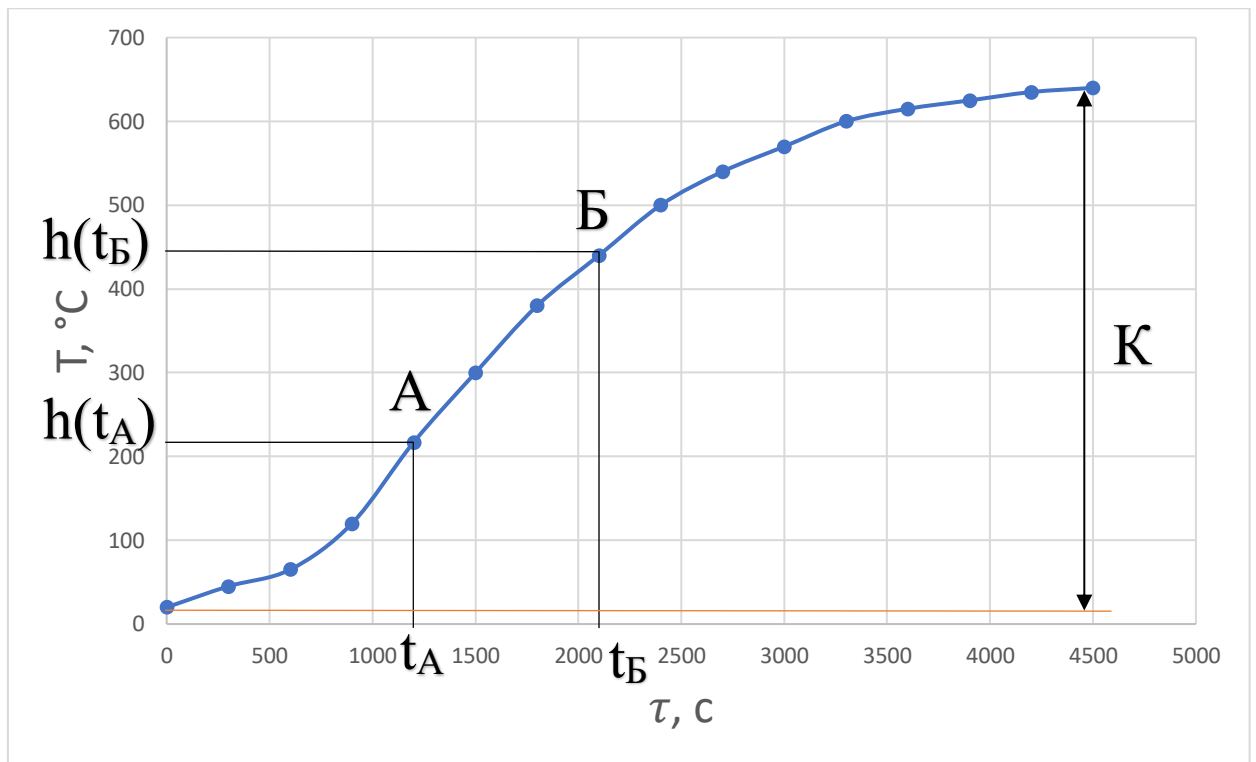


Рисунок 6 – Определение точек на кривой разгона для расчета параметров регулятора, где τ – время, T – температура

Вычисляется время t_B , которое является решением уравнения $h(t_B)$ по нормированной переходной функции $H(t)$, а также времена t_A и соответствующие им значения $h(t_A)$. Далее определяются постоянная времени T и задержка τ :

$$\tau = 0,5(3t_A - t_B);$$

$$T = \frac{t_B - \tau}{1,25} = 1,25(t_B - t_A).$$

Определяем значения по кривой разгона:

$$\tau = 0,5(3 \cdot 1200 - 2090) = 755 \text{ с};$$

$$T = 1,25(2090 - 1200) = 1112,5 \text{ с}.$$

Передаточная функция имеет вид:

$$W(P) = \frac{620}{1112,5P + 1} e^{-755P}.$$

2.2. Расчет параметров настройки регулятора

На рисунке 7 представлен вид структурной схемы системы регулирования.

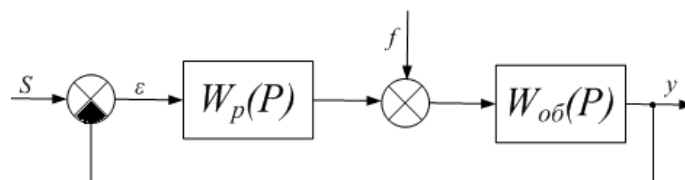


Рисунок 7 – Структурна схема системы регулирования

Расчет системы производится для степени устойчивости равной $\psi=0,95$.

Определяем значение степени колебательности:

$$m = -\frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \ln(1 - \psi) = -\frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \ln(1 - 0,95) = 0,477.$$

Передаточная функция объекта регулирования описывается формулой:

$$W(P) = \frac{620}{1112,5P + 1} e^{-755P}.$$

Таблица 26 содержит листинг расчета, демонстрирующий расширенные частотные характеристики объекта в диапазоне частот от 0 до $0,002 \text{ с}^{-1}$ с шагом по частоте равным $0,0001 \text{ с}^{-1}$.

Таблица 26 – Расширенные частотные характеристики объекта

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\text{Re}_{об} (m, \omega)$	$\text{Im}_{об} (m, \omega)$	$A_{об} (m, \omega)$
0,0000	620	0	620
0,0001	657,94083	-127,92838	670,26249
0,0002	660,47331	-273,98189	715,0462
0,0003	619,4146	-424,06101	750,66783
0,0004	534,4479	-560,35051	774,35603
0,0005	414,38662	-666,84812	785,11317

Продолжение таблицы 26

0,0006	274,18524	-734,40059	783,9144
0,0007	129,63366	-762,21722	773,16232
0,0008	-6,91933	-755,77334	755,80501
0,0009	-128,12596	-723,33833	734,59826
0,0010	-231,02424	-673,18562	711,72402
0,0011	-315,57554	-612,161	688,71548
0,0012	-383,29049	-545,32032	666,54771
0,0013	-436,27901	-476,12173	645,77959
0,0014	-476,70951	-406,79716	626,68644
0,0015	-506,5523	-338,71538	609,36306
0,0016	-527,48875	-272,67078	593,79604
0,0017	-540,90486	-209,09157	579,9115
0,0018	-547,92163	-148,18134	567,60534
0,0019	-549,43723	-90,01195	556,76155
0,0020	-546,16927	-34,58286	547,26305

Параметры настройки ПИ-регулятора рассчитываются как:

$$\frac{K_P}{T_u} = - \frac{\omega \cdot (m^2 + 1) \cdot \text{Im}_{06}(m, \omega)}{A_{06}^2(m, \omega)},$$

$$K_P = - \frac{m \cdot \text{Im}_{06}(m, \omega) + \text{Re}_{06}(m, \omega)}{A_{06}^2(m, \omega)},$$

где T_u – постоянная интегрирования регулятора,

K_P – коэффициент передачи регулятора.

Рассчитанные значения представлены в виде таблицы 27 в формате листинга.

Таблица 27 – Значение параметров ПИ – регулятора

ω, c^{-1}	K_p	$\frac{K_p}{T_u}$
0,0000	-0,001562500	0,000000000
0,0001	-0,001295450	0,000000033
0,0002	-0,001019360	0,000000125
0,0003	-0,000738997	0,000000262
0,0004	-0,000458780	0,000000434
0,0005	-0,000182788	0,000000629
0,0006	0,000085272	0,000000833
0,0007	0,000342068	0,000001037
0,0008	0,000584651	0,000001230
0,0009	0,000810456	0,000001402
0,0010	0,001017300	0,000001545
0,0011	0,001203380	0,000001650
0,0012	0,001367260	0,000001712
0,0013	0,001507850	0,000001725
0,0014	0,001624420	0,000001686
0,0015	0,001716550	0,000001590
0,0016	0,001784150	0,000001438
0,0017	0,001827390	0,000001229
0,0018	0,001846710	0,000000962
0,0019	0,001842830	0,000000641
0,0020	0,001816640	0,000000268

На рисунке 8 показана зависимость полученных параметров для более удобного визуального представления. Полученная кривая на рисунке является линией, которая соответствует степени затухания 0,95. Если значения параметров настройки будут лежать на этой кривой, то это гарантирует достижение необходимого уровня затухания.

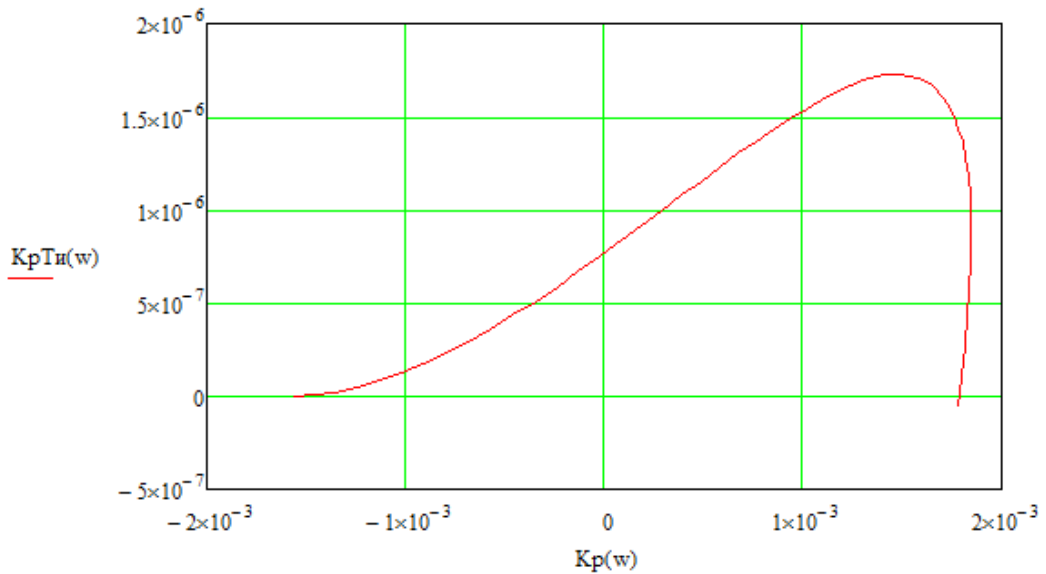


Рисунок 8 – Параметры настройки ПИ–регулятора

Для измерения качества используется первая интегральная оценка, при этом точка с максимальным соотношением K_p/T_i на линии запаса устойчивости соответствует минимальному значению этой оценки.

Из таблицы 27 определяем:

Максимум отношения $\frac{K_p}{T_i} = 0,000001725$, и соответствующее этому отношению значение коэффициента передачи регулятора $K_p = 0,001508$, а также резонансную частоту $\omega = 0,0013 \text{ с}^{-1}$.

Определяем значение постоянной интегрирования:

$$T_u = \frac{K_p}{K_p/T_i} = 874,2 \text{ с.}$$

Произведем оценку качества переходного процесса в замкнутой системе при возмущении, которое идет по каналу регулирующего воздействия.

Передаточная функция будет иметь вид:

$$W(P) = \frac{W_{об}(P) \cdot W_p(P)}{1 + W_{об}(P) \cdot W_p(P)},$$

где $W_p(P)$ – передаточная функция регулятора;

$W_{об}(P)$ – передаточная функция объекта.

Для расчета переходного процесса в замкнутой системе через канал задающего воздействия используется метод трапеций. Определение вещественной частотной характеристики (ВЧХ) системы необходимо для точного расчета этого процесса. График ВЧХ показан на рисунке 9.

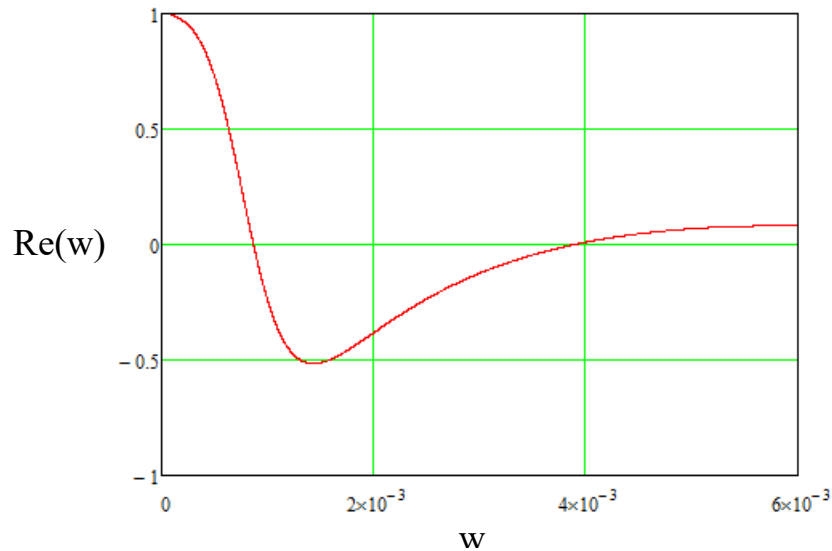


Рисунок 9 – ВЧХ системы

Переходная характеристика системы связана с вещественной частотной характеристикой системы выражением:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{Re(\omega)}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d\omega.$$

где $Re(\omega)$ – вещественная частотная характеристика системы;

ω – частота;

t – продолжительность переходного процесса системы.

Для получения точного расчета верхним пределом интегрирования используется значение частоты, при котором значение вещественной частотной характеристики системы стремится к нулю, а не бесконечности.

Конечный вид уравнения для определения переходного процесса системы имеет вид:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{0,001} \frac{\text{Re}(\omega)}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d\omega.$$

Рисунок 10 демонстрирует переходный процесс замкнутой системы по каналу задающего воздействия. Оценка переходного процесса определяет степень качества регулирования. Эта оценка позволяет сделать общий вывод о соответствии системы установленным ограничениям и требованиям.

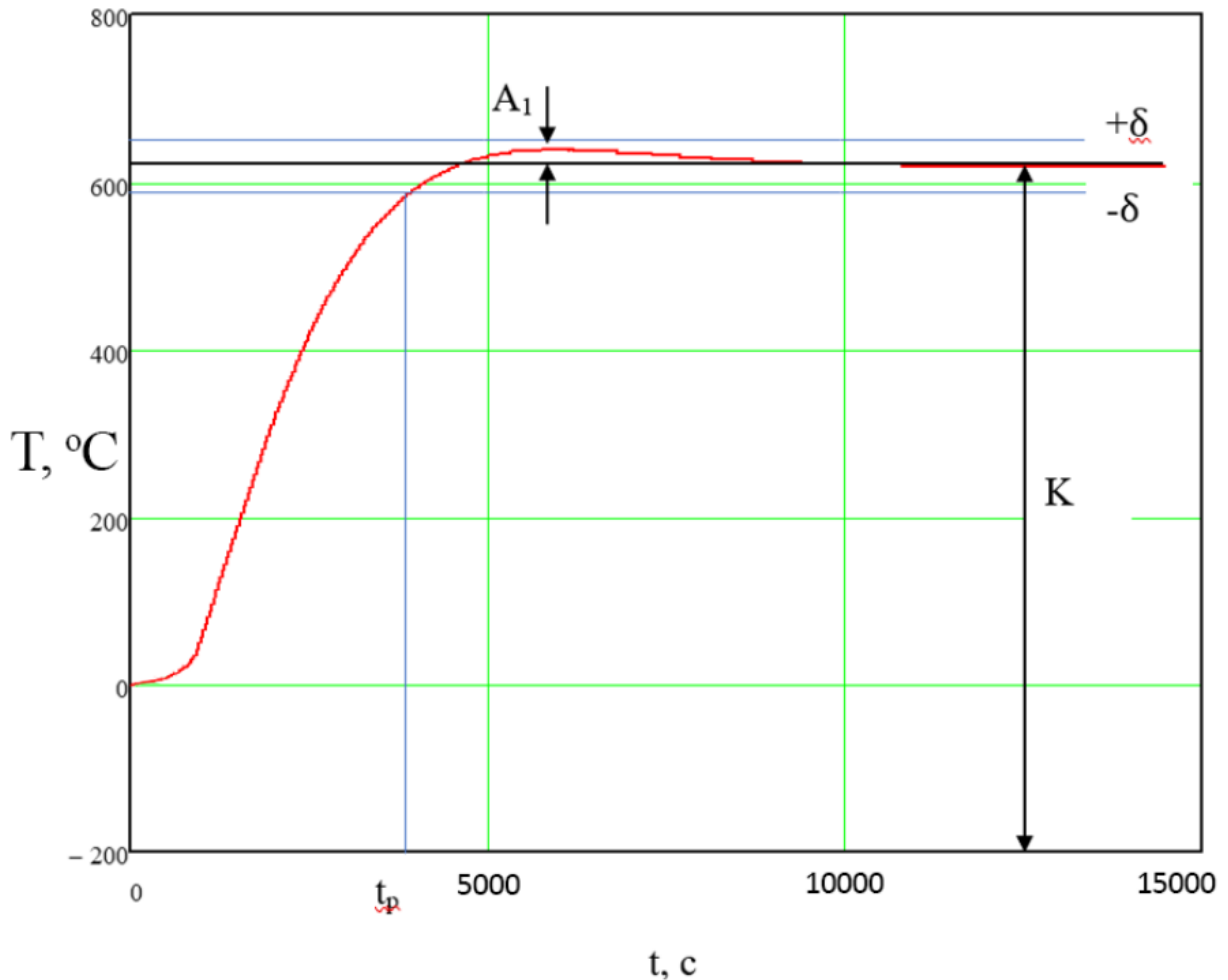


Рисунок 10 – Переходный процесс в системе по каналу задающего воздействия

С использованием графика определяются прямые оценки качества:

а) максимальная динамическая ошибка: $A_1=20$;

б) перерегулирование:

$$\sigma = \frac{A_1 \cdot 100\%}{y(\infty)} = \frac{20 \cdot 100\%}{620} = 3,22 \%;$$

в) динамический коэффициент регулирования $R_{\text{д}}$:

где $K_{\text{об}} = 620$ – коэффициент передачи объекта;

$$R_{\text{д}} = \frac{A_1 + y(\infty)}{K_{\text{об}}} \cdot 100\% = \frac{20 + 620}{620} \cdot 100\% = 103 \%,$$

г) степень затухания переходного процесса:

$$\psi = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = \frac{20 - 0}{20} = 1,$$

где $A_2 = 0,05$ – второй максимальный выброс регулируемой величины;

д) статическая ошибка: $\varepsilon_{\text{ст}} = y(\infty) = 0$;

е) время регулирования: $t_p = 4100$ с.

3. Проектирование мнемосхемы SCADA – системы

Для связи оператора и оборудования автоматизации, использовалась SCADA – система, разработанная в программе MasterSCADA 4D v1.3.

На мнемосхеме SCADA – системы изображен процесс промышленной газификации, а также отображены параметры, измеренные датчиками, информация о работе и обратная связь с оборудованием. Действия по управлению процессом осуществляются через кнопки для регулирования открытия и закрытия управляющих органов. На рисунке 11 продемонстрирована мнемосхема SCADA – системы.

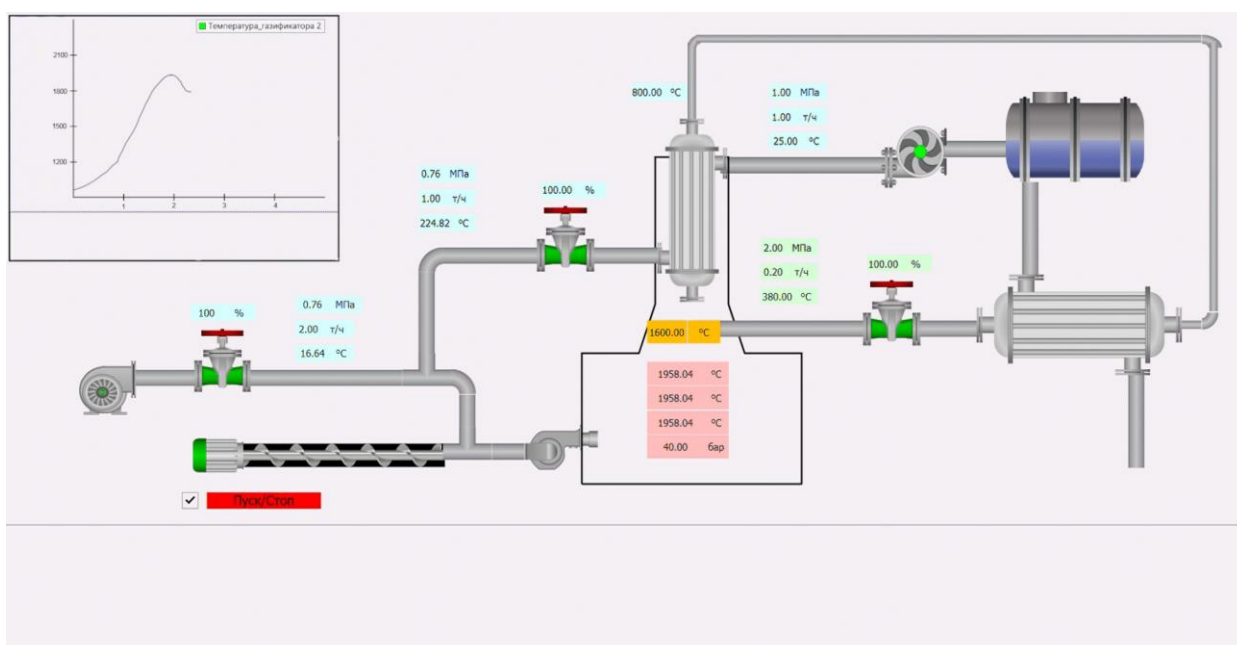


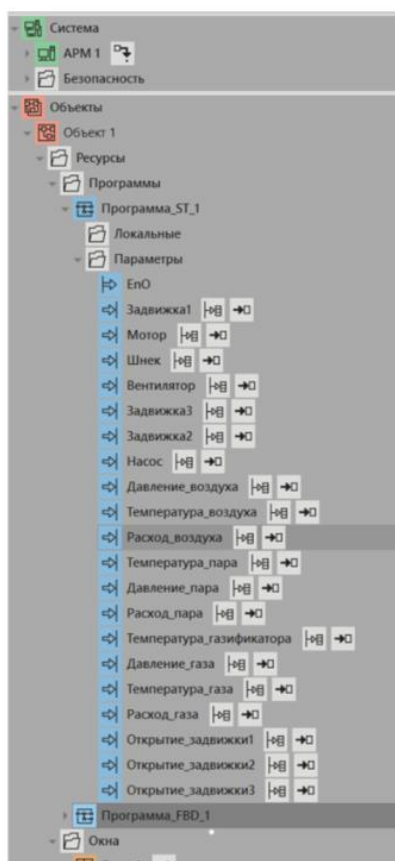
Рисунок 11 – Изображение мнемосхемы SCADA

При программировании ПЛК в SCADA – системах в основном используют пять языков программирования:

- LD (Ladder Diagram) — язык релейных схем;
- FBD (Function Block Diagram) — язык функциональных блоков;
- SFC (Sequential Function Chart) — язык диаграмм состояний;
- IL (Instruction List) — ассемблероподобный язык;
- ST (Structured Text) — паскалеподобный язык.

Самым распространенным языком программирования среди вышеперечисленных, является язык релейных систем.

В ходе разработки данной SCADA – системы применялись два языка программирования: язык функциональных блоков (Рисунок 12 в) и паскалеподобный язык (Рисунок 12 б). Из-за отсутствия данных с контроллера, вариативность технологических параметров была задана с помощью языка функциональных блоков в виде генераторов синусоид. При помощи паскалеподобного языка были прописаны взаимодействия исполнительных механизмов в зависимости от технологических параметров. Все связи в SCADA – системе можно отследить в окне дерева программы (Рисунок 12 а).



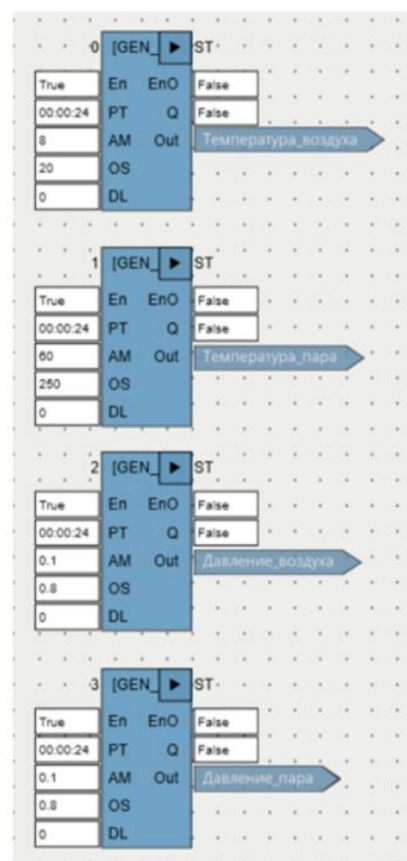
а

```

1 IF ( Мотор = TRUE ) THEN
2 Шнек := TRUE;
3 END_IF;
4
5 IF ( Мотор = TRUE ) THEN
6 Задвижка1 := TRUE;
7 END_IF;
8
9 IF ( Мотор = TRUE ) THEN
10 Задвижка2 := TRUE;
11 END_IF;
12
13 IF ( Мотор = TRUE ) THEN
14 Задвижка3 := TRUE;
15 END_IF;
16
17 IF ( Мотор = TRUE ) THEN
18 Вентилятор := TRUE;
19 END_IF;
20
21 IF ( Мотор = TRUE ) THEN
22 Насос := TRUE;
23 END_IF;
24
25 IF ( Мотор = FALSE ) THEN
26 Шнек := FALSE;
27 END_IF;
28
29 IF ( Мотор = FALSE ) THEN
30 Задвижка1 := FALSE;
31 END_IF;
32
33 IF ( Мотор = FALSE ) THEN
34 Задвижка2 := FALSE;
35 END_IF;
36
37 IF ( Мотор = FALSE ) THEN
38 Задвижка3 := FALSE;
39 END_IF;
40
41 IF ( Мотор = FALSE ) THEN
42 Вентилятор := FALSE;
43 END_IF;
44
45 IF ( Мотор = FALSE ) THEN
46 Насос := FALSE;
47 END_IF;
48
49 IF ( Мотор = FALSE ) THEN
50 Давление_воздуха := 0;
51 END_IF;

```

б



в

Рисунок 12 – Основные окна программы

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
5Б93	Нагибин Павел Сергеевич

Школа	ИШЭ	Отделение школы (НОЦ)	И. Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>- районный коэффициент- 1,3; - коэффициент дополнительной заработной платы – 0,12; - норма амортизации 10%; - накладные расходы – 16%.</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>- страховые взносы во внебюджетные фонды 30%.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>Анализ конкурентных технических решений, проведение SWOT-анализа.</i>
2. Планирование и формирование бюджета	<i>Формирование плана и графика проекта: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ. Формирование бюджета затрат проекта.</i>
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	<i>Расчет показателей сравнительной эффективности проекта, интегрального показателя ресурсоэффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Нагибин Павел Сергеевич		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основная цель данного раздела – произвести расчет нормативной продолжительности выполнения работ согласно теме ВКР и представить календарный график работ с расчетом отдельных статей сметы. В случае, если в ВКР предусмотрено применение новой техники и технологии, необходимо произвести расчет экономической эффективности мероприятия либо сделать обоснование целесообразности разработки инвестиционного проекта.

Данный раздел предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

- планирование и формирование бюджета;

- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Анализ конкурентоспособности технических решений

Анализ конкурентных технических решений проводится для изучения конкурирующих разработок, имеющих на рынке. Результаты данного анализа могут вносить коррективы в научные исследования с целью повышения их конкурентоспособности. Для анализа применяется вся имеющаяся информация о иных разработках. Этот анализ позволяет, среди прочего, оценить, насколько эффективна научная разработка, и определить направление дальнейшего развития.

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие технологии

использования угольного топлива:

- 1) Газификация угольного топлива;
- 2) Сжигание угольного топлива.

Детальный анализ необходим, т.к. каждая технология имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 28 показано сравнение двух технологий с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 28 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б ₁	Б ₂	Б ₁	Б ₂
1	2	3	4	6	7
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Актуальность исследования	0,21	5	3	1,05	0,63
2. Энергоэффективность	0,09	3	2	0,27	0,18
3. Уровень материалоемкости	0,05	4	2	0,2	0,1
4. Функциональная мощность	0,11	4	3	0,33	0,44
5. Простота эксплуатации	0,15	5	2	0,75	0,3
6. Ремонтопригодность	0,08	5	5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Цена	0,12	3	4	0,48	0,6
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,14	4	4	0,7	0,42
3. Стоимость обслуживания	0,07	4	3	0,35	0,14
Итого	1	37	27	4,53	3,21

По итогам анализа конкурентоспособности технических решений, можно сделать вывод, что наше исследование является наиболее перспективным по сравнению с другими.

Анализ конкурентных технических решений:

$$K = \sum (B_i \cdot B_i),$$

где K – конкурентоспособность научного исследования; B_i – вес показателя (в

долях единицы); B_i – балл -го показателя.

$$K_1 = 0,21 \cdot 5 + 0,09 \cdot 3 + 0,05 \cdot 4 + 0,11 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,08 \cdot 5 + 0,12 \cdot 3 + 0,14 \cdot 4 + 0,07 \cdot 4 = 4,31,$$

$$K_1 = 0,21 \cdot 3 + 0,09 \cdot 2 + 0,05 \cdot 2 + 0,11 \cdot 3 + 0,15 \cdot 2 + 0,08 \cdot 5 + 0,12 \cdot 4 + 0,14 \cdot 4 + 0,07 \cdot 3 = 3,19.$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что технология газификации угольного топлива является наиболее актуальной и перспективной, имеет конкурентоспособность.

4.1.2 Матрица SWOT

С помощью SWOT-анализа можно оценить внутренние ресурсы проекта и сопоставить их с внешними факторами; определить внутренние и внешние риски, а также рассмотреть варианты их минимизации и, возможно, предотвращения. В таблице 29 приведена итоговая матрица SWOT.

Таблица 29 – Матрица SWOT анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая экологичность технологии С2. Низкая себестоимость энергии на выходе	Слабые стороны проекта: Сл1. Требуются опытные специалисты для работы с оборудованием Сл2. Требуется газораспределительная станция
Возможности В1. Повышенный спрос на установку В2. Внедрение на отечественный рынок	СВ: 1. Высокая экологичность проекта даст повышенный спрос. 2. Большое количество горючих низкосортных отходов даст низкую себестоимость энергии.	СлВ: 1. Повышение спроса на установку приведет к повышению потребности в квалифицированном персонале.
Угрозы У1. Разработка новых энергетических технологий превосходящих данную по экономическим параметрам	СУ: 1. Так как технология является экономичной и экологичной по сравнению с другими, значит, всегда будет привлекательна на рынке.	СлУ: 1. Высокая стоимость постройки приведет к отсутствию спроса на технологию.

На основе вышеприведенных пунктов можно сделать вывод, что главным достоинством технологии является экономичность и доступность топлива для установки, что важно как для нашей страны, так и для мировой энергетики.

Из полученных результатов видно, что данная технология является перспективной, что свидетельствует большое количество сильных сторон.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования работы

При реализации проекта необходимо планировать занятость каждого из участников и сроки проведения работ.

Таблица 30 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР
Выбор способа решения поставленной задачи	2	Поиск и изучение литературы по выбранной теме	Инженер
	3	Календарное планирование работ	НР
	4	Подготовка лабораторной установки для проведения исследований	Инженер
	5	Проведение лабораторных работ, направленных на изучение характеристик газификации угольного топлива.	Инженер
	6	Обработка полученных данных	НР, инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности результатов	НР
Разработка технической документации и проектирование	8	Разработка структурной, функциональной, электрической схемы соединения, монтажной схему, выбор оборудования; разработка щита управления и мнемосхемы АСР.	Инженер
	9	Оформление разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	Инженер

Продолжение таблицы 30

	10	Внесение исправлений в чертежи и доработка описания к ним.	Инженер
Оформление отчета	11	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot t_{минi} + 2 \cdot t_{маxi}}{5},$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{минi}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{маxi}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Продолжительность каждой работы, учитывающую параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведем в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году;

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 108 - 10} = 1,476$$

В таблице 31 укажем перечень работ, исполнители и временные показатели выполнения проекта

Таблица 31 – Временные показатели проведения научного исследования

Этап	Трудоемкость работ, дни			Исполнители	Длительность работ в раб. днях T_{pi}		Длительность работ в кал. днях T_{ki}	
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		НР	Инж.	НР	Инж.
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	НР	1,4	-	2	-
Поиск и изучение литературы по выбранной теме	5	7	5,8	Инж.	-	5,8	-	9
Календарное планирование работ	1	2	1,4	НР	1,4	-	2	-
Подготовка лабораторной установки для проведения исследований	2	5	3,2	Инж.	-	3,2	-	5
Проведение лабораторных работ, направленных на изучение характеристик газификации угольного топлива.	12	20	15,2	Инж.	-	15,2	-	22
Обработка полученных данных	6	10	7,6	НР, инж.	7,6	7,6	11	11
Оценка эффективности результатов	5	7	5,8	НР	5,8	-	9	-

Продолжение таблицы 31

Разработка структурной, функциональной, электрической схемы соединения, монтажной схемы, выбор оборудования; разработка щита управления и мнемосхемы АСР	18	28	22	Инж.	-	22	-	33
Внесение исправлений в чертежи и доработка описаний к ним	10	15	12	Инж.	-	12	-	18
Оформление разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	6	10	7,6	Инж.	-	7,6	-	11
Составление пояснительной записки	5	8	6,2	Инж.	-	6,2	-	9
Итого	71	114	88,2	-	17	80	24	118

Таблица 32 - График Ганта

№	Вид работы	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	НР	2	■											
2	Поиск и изучение литературы по выбранной теме	Инж	9	■											
3	Календарное планирование работ	НР	2		■										
4	Подготовка лабораторной установки для проведения исследований	Инж	5		■										
5	Проведение лабораторных работ, направленных на изучение характеристик газификации угольного топлива.	Инж	22			■	■	■							
6	Обработка полученных данных	НР, инж	11						■	■					
7	Оценка эффективности результатов	НР	9							■	■				
8	Разработка структурной, функциональной, электрической схемы соединения, монтажной схемы, выбор оборудования; разработка щита управления и мнемосхемы АСР.	Инж	33								■	■	■		
9	Внесение исправлений в чертежи и доработка описаний к ним.	Инж	18											■	■

Продолжение таблицы 32

№	Вид работы	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль			Март			Апрель			Май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
10	Оформление разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	Инж	11													
11	Составление пояснительной записки	Инж	9													

■ -Научный руководитель;

■ -Инженер

График Ганта строится для максимального по длительности исполнения работ на основе вышеприведенной таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10) дней за период времени написания ВКР.

4.3 Бюджет научно–технического исследования

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты – затраты предприятия на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции (в нашем случае для производства водоугольных суспензий).

Таблица 33 – Материальные затраты

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Вода дистиллированная	л	1	40	40
Уголь бурый	кг	2	20	40
Уголь каменный	кг	2	15	30
Фильтр-кек	кг	2	0	0
Итого				110

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В исследовании используется специальное лабораторное оборудование:

- муфельная печь LOIP LF-50/500-1200;
- магнитная мешалка AIBOTE ZNCLBS-2500;
- высокоточные весы ViBRA HT 84RCE;
- вибрационного грохота ANALYSETTE 3 SPARTAN;

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количества лет.

Норма амортизации для муфельной печи LOIP LF-50/500-1200:

$$H_A = \frac{1}{10} = 0,1 \%$$

Норма амортизации для магнитной мешалки AIBOTE ZNCLBS-2500:

$$H_A = \frac{1}{3} = 0,33 \%$$

Норма амортизации для высокоточных весов ViBRA HT 84RCE:

$$H_A = \frac{1}{10} = 0,1 \%$$

Норма амортизации для вибрационного грохота ANALYSETTE 3 SPARTAN:

$$H_A = \frac{1}{15} = 0,07 \%$$

Амортизация оборудования:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m,$$

где И – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Амортизация для муфельной печи LOIP LF-50/500-1200:

$$A = \frac{0,1 \cdot 147530}{12} \cdot 0,2 = 246 \text{ руб.}$$

Амортизация для магнитной мешалки AIBOTE ZNCLBS-2500:

$$A = \frac{0,33 \cdot 30583}{12} \cdot 0,2 = 168 \text{ руб.}$$

Амортизация для весов ViBRA HT 84RCE:

$$A = \frac{0,1 \cdot 177092}{12} \cdot 0,2 = 295 \text{ руб.}$$

Амортизация для вибрационного грохота ANALYSETTE 3 SPARTAN:

$$A = \frac{0,07 \cdot 378025}{12} \cdot 0,2 = 441 \text{ руб.}$$

Таблица 34 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование	Ко-л-во	Срок полезного использования	Цена оборудования, тыс. руб.	Время использования, мес.	H_A , %	Амортизация, руб.
1	Муфельная печь LOIP LF-50/500-1200	1	10	147530	0,2	10	246
2	Магнитная мешалка AIBOTE ZNCLBS-2500	1	3	30583	0,2	33	168
3	Весы ViBRA HT 84RCE	1	10	177092	0,2	10	295
4	Вибрационный грохот ANALYSETTE 3 SPARTAN	1	15	378025	0,2	7	441
Итого:							1150

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Основная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 3279,9 \cdot 17 = 55758,3 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1638 \cdot 80 = 131040 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дня $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 35 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Выходные/праздники	67	118
Отпуск/невыходы по болезни	55	31
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	216

Среднедневная заработная плата научного руководителя (6-дневная неделя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_d} = \frac{76635 \cdot 10,4}{243} = 3279,9 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера (5-дневная неделя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_d} = \frac{31590 \cdot 11,2}{216} = 1638 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5.

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3.

Месячный должностной оклад научного руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 39300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 76635 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 16200 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 31590 \text{ руб.}$$

Таблица 36 – Основная заработная плата

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
НР	39300	0,3	0,2	1,3	76635	3279,9	17	55758,3
Инж	16200	0,3	0,2	1,3	31590	1638	80	131040
Итого $Z_{осн}$								186798,3

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Доп. заработная плата научного руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 55758,3 = 6691.$$

Доп. заработная плата инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 131040 = 15724,8.$$

4.3.5 Отчисления во внебюджетный фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Отчисления во внебюджетные фонды для научного руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (55758,3 + 6691) = 18734,8 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (131040 + 15724,8) = 44029,4 \text{ руб.}$$

4.3.6 Накладные расходы

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр},$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, равен 0,16.

$$Z_{накл} = (Z_{мат} + Z_{обор} + Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб}) \cdot k_{нр}$$

Таблица 37 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	110
Затраты на оборудование	1150
Затраты на основную заработную плату	186798,3
Затраты на дополнительную заработную плату	22415,8
Отчисления во внебюджетные фонды	62764,2
Накладные расходы	43718,1

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 38 – Бюджет затрат НИИ

Наименование	Сумма, руб.		Примечание
	Исп.1	Исп.2	
Материальные затраты	110	1985	Пункт 1.3.1
Затраты на оборудование	1150	8461	Пункт 1.3.2
Затраты на основную заработную плату	186798,3	186798,3	Пункт 1.3.3
Затраты на дополнительную заработную плату	22415,8	22415,8	Пункт 1.3.4
Отчисления во внебюджетные фонды	62764,2	62764,2	Пункт 1.3.5
Накладные расходы	43718,1	45187,9	Пункт 1.3.6
Бюджет затрат НИИ	316956,4	327612,2	Сумма ст. 1–6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

- 1) Газификация угольного топлива;
- 2) Сжигание угольного топлива.

Интегральный показатель финансовой эффективности:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения НИИ.

$$\Phi_{p1} = 316956,4 \text{ руб.},$$

$$\Phi_{p2} = 327612,2 \text{ руб.},$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{316956,4}{327612,2} = 0,967,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{327612,2}{327612,2} = 1.$$

Наиболее приемлемым с точки зрения финансовой эффективности является 1 вариант исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 39 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп1	Исп2
1. Стоимость обслуживания	0,2	5	5
2. Энергоэффективность	0,25	5	4
3. Уровень материалоемкости	0,15	4	5
4. Функциональная мощность	0,2	5	3
5. Простота эксплуатации	0,05	4	4
6. Ремонтопригодность	0,15	5	5
Итого:	1	4,8	4,6

$$I_{p1} = 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,8;$$

$$I_{p2} = 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,05 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,3.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{p\text{-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{4,8}{0,967} = 4,96;$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{p\text{-исп2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп2}}} = \frac{4,3}{1} = 4,3.$$

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$) запишем в общую таблицу.

Таблица 40 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,967	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,8	4,3
3	Интегральный показатель эффективности	4,96	4,3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,867

Наиболее эффективным является наш вариант исследования.

4.5 Заключение по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе:

- 1) проведен анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке;
- 2) составлен SWOT-анализ для нашего исследования, в котором были выявлены сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы;
- 3) приведена таблица с перечнем этапов, работ и распределением исполнителей;
- 4) определена трудоемкость выполнения работ;
- 5) построена диаграмма Ганта;
- 6) произведены расчеты: материальных затрат, затрат на оборудование, основной и дополнительной заработной платы исполнителей, отчислений во

внебюджетные фонды, накладных расходов. Произведен расчет бюджета затрат НИР, который составил 316956,4 руб.;

7) рассчитана оценка эффективности НИ. Интегральный показатель финансовой эффективности равен 0,967, интегральный показатель ресурсоэффективности равен 4,8, интегральный показатель эффективности равен 4,96. При сравнении показателей нашего проекта с показателями другого, можно сделать вывод, что наш проект является финансово выгодным и более эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа		ФИО	
5Б93		Нагибину Павлу Сергеевичу	
Школа	ИШЭ	Отделение (НОЦ)	И.Н.Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Тема ВКР:

АСР температуры газификатора	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения; – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации. 	<p>Объектом исследования является Установка промышленной газификации «Prenflo» Область применения: Предприятия теплоэнергетики; Рабочая зона: операторная; технологические помещения работы автоматизированной системы; Размеры помещения: 30 м²; <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер – 2 шт, сервер SCADA системы – 2 шт. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Мониторинг и регулирование параметров промышленной установки через SCADA систему, установленную на персональном компьютере.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <p>1.1 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя – Федеральный закон от 24.07.1998N125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»; – ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения; – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023).
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <p>2.1 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов;</p> <p>2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - превышение уровня шума; - превышение уровня общей вибрации; - отклонение показателей микроклимата. <p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; - повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - шумоизоляция рабочей зоны; - галоши, диэлектрические перчатки; - метод демпфирования; - вентиляция рабочей зоны; - кондиционирование.
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на селитебную зону отсутствует.</p>

	<p>Воздействие на литосферу в виде загрязнений пылью топливного угля и утечек жидкого шлака.</p> <p>Воздействие на гидросферу в виде разливов жидкого шлака в естественные водоемы.</p> <p>Воздействие на атмосферу в виде тепловых выбросов от нагретых частей установки и вспомогательного оборудования; выбросы вредных веществ, в виде утечек генераторного газа.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возникновение пожара; - возгорание топлива; - взрыв оборудования. <p>Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Нагибин Павел Сергеевич		17.05.2023

5. Социальная ответственность

Введение

ВКР по теме «Автоматическая система регулирования температуры газификатора» посвящена изучению процесса регулирования температуры в реакторе газификации. Объектом регулирования в исследовании является газификатор твердого топлива. В газификатор уголь подается вместе с кислородом и паром через четыре горелки. В газогенераторе подготовленное топливо газифицируется при давлении около 4 МПа и температуре 2000°C. Газификация твердого топлива таким методом осуществляется в городе Моддерфонтейн (Южная Африка), Фюрстенхаузен (Германия), и др. Социальная направленность работы заключается в облегчении человеческого труда за счет автоматизации технологического процесса.

Рабочая зона: производственное помещение. Размеры помещения: 30 м². Количество наименований оборудования рабочей зоны: персональный компьютер – 2 шт, сервер SCADA системы – 2 шт. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: регулирование температуры в реакторе газификации; контроль подачи воды в теплообменник; контролирование подачи воздуха и пара в реактор.

Основная задача ВКР – регулирование температуры в реакторе газификации посредством изменения расхода угля, пара и воздуха, для бесперебойной работы газификатора.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа в производственном помещении относится к 2 категории тяжести труда. Согласно ст. 91 ТК РФ [20] нормальная продолжительность рабочего времени для оператора АСУ не может превышать 40 часов в неделю.

Согласно ст. 91 ТК РФ [20], есть несколько видов компенсаций для работников, занятых на работах с вредными и/или опасными условиями труда:

- Минимальная продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска работникам составляет 7 календарных дней;
- Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и/или опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере.

Так как предполагается проведение работ сидя, то необходимо отметить некоторые показатели, которые учитываются при такой работе. Согласно ГОСТ 12.2.032.78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [21], конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение работ в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Согласно Федеральному закону от 24.07.1998N125 – ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [22] обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний подлежат физические лица, выполняющие работу на основании трудового договора, заключенного со страхователем, физические лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду страхователем и др.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний является видом социального страхования и предусматривает:

1. обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска;
2. возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных случаях, установленных настоящим Федеральным законом;

3. обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Согласно ГОСТ 12.0.004-2015 «Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» [23]. Обучение безопасности труда направлено на формирование, закрепление и развитие мотивации и навыков безопасного поведения, знаний, умений и навыков выполнения безопасных приемов труда и (или) управления обеспечением безопасности других лиц в процессе их трудовой деятельности. Обучение безопасности труда работающих лиц проводится, как правило, непосредственно на работе силами и средствами субъекта права – организатора работ, в том числе для работников – силами работодателя, привлекающего при необходимости квалифицированных специалистов и обучающие организации со стороны.

5.2. Производственная безопасность

При выполнении работ оператора газификатора согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [24] могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 41.

Таблица 41 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте в производственном помещении

Факторы	Нормативные документы
евышение уровня шума	СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума»
евышение уровня общей вибрации	ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
Отклонение показателей микроклимата	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ 12.1.038-82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно

Продолжение таблицы 41

	допустимые значения напряжений прикосновения и токов»; ГОСТ 12.1.019-79 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

5.2.1. Превышение уровня шума

Согласно СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума» Актуализированная редакция [25], повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к нарушению слуха, кровообращения, нервной системы и др.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах регламентирован документом. Согласно п.6 «Нормы допустимого шума», СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума» Актуализированная редакция [25], в таблице 42 указаны допустимые уровни шума.

Таблица 42 – Уровни звукового давления

Наименование помещений или территорий	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A , дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Продолжение таблицы 42

Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами	107	95	87	82	78	75	73	71	69	95

5.2.2. Отклонения показателей микроклимата

Находясь на рабочем месте в производственном помещении, человек подвергается влиянию микроклимата рабочего помещения. Микроклимат в рабочей зоне определяется сочетанием температуры, влажности и скорости потока воздуха, действующих на человеческое тело, а также температуры окружающих поверхностей.

При отклонении фактических параметров микроклимата от норм происходит нарушение терморегуляции. Накопление тепла в организме приводит к расстройствам нервной системы, секреторной деятельности желудка, печени и нарушению обмена веществ. Состояние микроклимата в рабочем помещении описано в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [29] Установленные гигиенические нормативы для помещений для категории работы 1а приведены в таблице 43.

Таблица 43 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1а (до 120 ккал/ч)	22–24	20–24	40–60	0,1
Теплый		23–25	21–25		

5.2.3. Повышенный уровень общей вибрации

Источниками вибрации в помещении при работе газификатора являются электроприводы, насосы, дутьевые вентиляторы, шнековый податчик, потоки жидкости, пара и газа. Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии – вибрационной болезни. Одними из основных ее синдромов являются головокружение и головные боли. Рабочее место оператора относится к 3 категории вибрации типа «а». Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч приведены в таблице 44 [27].

Таблица 44 – Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			м·с ⁻²	дБ	м·с ⁻² ×10 ⁻²	дБ
общая	1	Z ₀	0,56	115	1,1	107
		Y ₀ , X ₀	0,4	112	3,2	116
	2	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,28	109	0,56	101
		3 тип «а»	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,1	100	0,2

Продолжение таблицы 44

	3 тип «в»	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,014	83	0,028	75
--	-----------	--	-------	----	-------	----

Исходя из представленных норм вибрационной нагрузки, для оператора 3 категории типа «а» максимальный предел виброускорения составляет 100 Дб, а виброскорости – 92 дБ.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [26] работодатель должен предпринимать меры, необходимые для снижения вибрационной нагрузки. К таким мерам относится: использование машин с меньшей виброактивностью; использование материалов и конструкций, препятствующих распространению вибрации и воздействию ее на человека; контроль за правильным использованием средств виброзащиты; организацию профилактических мероприятий, ослабляющих неблагоприятное воздействие вибрации. Также работник обязан соблюдать относящиеся к нему меры вибрационной защиты и правила, которые предписаны регламентом безопасного ведения работ.

5.2.4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека

Источниками опасности являются устройства, машины, технологическое оборудование и приборы, использующие для своей работы электрический ток.

Воздействие электрического тока на организм человека проявляется в травмах и профессиональных заболеваниях. К травмам относятся ожоги, судороги, затруднение дыхания, паралич сердца и паралич дыхания. Профессиональные заболевания проявляются в нарушениях функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, раздражительности, головной боли, нарушение сна, снижение аппетита, а также нарушение репродуктивной функции.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ [27] напряжения прикосновения и

токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 45.

Таблица 45 – напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки

Род тока	$U, В$	$I, мА$
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Согласно ГОСТ 12.1.019-79 [28] для контроля предельно допустимых значений напряжений и токов прикосновения, измеряют напряжения и токи в местах, где может произойти замыкание электрической цепи через тело человека. Класс точности измерительных приборов не ниже 2,5.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства: безопасное расположение токоведущих частей; предупредительную сигнализацию; блокировку; знаки безопасности. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетокведущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземления; зануление; выравнивание потенциала; систему защитных проводов; малое напряжение; средства индивидуальной защиты.

5.2.5. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [29] для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны.

Контроль содержания вредных веществ в воздухе проводится на наиболее характерных рабочих местах. Вещества, подлежащие контролю на данном предприятии: оксид углерода, диоксид азота и оксиды азота.

Воздействие повышенной загазованности воздуха проявляется в виде профессиональных заболеваний, таких как нарушение кровообращения, болезни органов дыхания, болезни нервной системы и т.д. Так же загазованность может вызывать отравление, головокружение, галлюцинации и потерю сознания. Предельно допустимые концентрации вредных веществ представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны [29]

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м ³
Азота диоксид	2,0
Азота оксиды	5,0
Углерода оксид	20

Содержание вредного вещества в данной конкретной точке характеризуется следующим суммарным временем отбора: для токсических веществ – 15 мин, для веществ преимущественно фиброгенного действия – 30 мин. Результаты, полученные при однократном отборе или при усреднении последовательно отобранных проб, сравнивают с величинами ПДК.

5.3. Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия работы газификатора на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате разработки и реализации, предлагаемых в ВКР решений.

5.3.1. Атмосфера

По результатам анализа вредных выбросов при эксплуатации промышленной установки установлено, что в число выбросов вредных веществ, выбрасываемых при эксплуатации, входят: оксиды углерода CO_x и оксиды азота NO_x . Промышленная установка по газификации твердого топлива наносит не существенный вред окружающей среде. В основном это небольшие утечки генераторного газа, который включает в себя оксиды углерода и оксиды азота, а также тепловыделение от нагретых поверхностей газификатора. ПДВ для каждого из выделяемых веществ определяется отдельно. Согласно требованиям по СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [30] составлена таблица 47.

Таблица 47 – Нормы ПДВ

Наименование вещества	Формула	Предельно допустимые концентрации, мг/м ³	Класс опасности
Азот (2) оксид (Азот монооксид)	NO	0,06	3
Азот диоксид (Двуокись азота, пероксид азота)	NO ₂	0,04	3
Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	CO	3,0	4
Углерода диоксид (двуокись углерода, углекислый газ)	CO ₂	3	4

Для снижения вышеперечисленных выбросов необходимо предпринять следующие методы и способы. Для минимизации выбросов генераторного газа используют уплотнители в местах соединения труб. Также уменьшению выбросов углекислого газа и оксида азота может поспособствовать изменение

состава топлива (увеличение доли воды). Для минимизации теплового выделения используют теплоизоляцию нагретых поверхностей.

5.3.2. Гидросфера

Но при нормальной работе серверы SCADA и сопутствующие им персональные компьютеры (ПЭВМ) нанести вред литосфере не может. Единственным случаем, в котором возможно нанесение вреда гидросфере, если при окончании срока службы персонального компьютера, он будет неправильно утилизирован. В свою очередь отходы оргтехники относятся к отходам IV класса опасности – подлежат сбору, временному хранению, учету и сдаче на утилизацию.

5.3.3. Литосфера

Влияние, которое система промышленной газификации может оказать на литосферу – выбросы отработанного топлива, а также его складирование. Это может существенно загрязнить почву, лес, а также оказать влияние на фауну.

Пропитывание останками отработанного топлива почвенной массы приводит к изменениям в химическом составе, свойствах и структуре почв. Прежде всего, это сказывается на гумусовом горизонте: количество углерода в нем резко увеличивается, таким образом ухудшается свойство почв как питательного субстрата для растений. Гидрофобные частицы нефти затрудняют поступление влаги к корням растений, что приводит к физиологическим изменениям последних. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами оказывает длительное отрицательное воздействие на почвенных животных, вызывая их массовое удаление.

Для того, чтобы избежать попадания нефтепродуктов в почву и возможного воздействия на фауну необходимо постоянно следить за

исправностью системы подготовки топлива, бункеров для золы и системой удаления шлака, а также правильным функционированием всех компонентов.

При складировании золошлаковых отходов, которые образуются при газификации отходов углеобогащения, необходимо выбрать правильно золоотвал.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В промышленном помещении наиболее возможная чрезвычайная ситуация техногенного характера – пожар в здании. Причинами пожара могут быть как технические причины, так и человеческий фактор.

Так как полученный в ходе газификации газ необходимо складировать в баллонах с высоким давлением, то существует вероятность его взрыва от каких-либо внешних воздействий. Полученный газ является легко воспламеняемым веществом т.к. содержит в себе горючие компоненты.

При эксплуатации необходимо контролировать состояние баллонов и трубопроводов с получаемым газом на наличие повреждений, путем осмотра их персоналом. Перед запуском установки необходимо обследовать газопровод дефектоскопом на наличие дефектов.

Для предотвращения пожара необходимо установить газовый сигнализатор и автоматизированную систему пожаротушения.

Согласно «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности» [31] пожар относится к С классу. В помещении должен находиться местный щит управления (МЩУ). Трубопроводы с газом должны выполняться из стальных бесшовных труб. Зануление (заземление) электрооборудования установок переменного и постоянного тока должно выполняться в соответствии с ПУЭ. Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах – отличный вариант для предотвращения взрыва.

Для тушения пожаров класса С используются: объёмное тушение и флегматизация газовыми составами; огнетушащие порошки общего назначения; пены, вода (для охлаждения оборудования).

5.5. Выводы по разделу «Социальная ответственность»

В процессе выполнения данного раздела были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, а именно произведен анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов, экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях. Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что, соблюдая определенные нормы и правила, возможно наладить стабильное производство, не подвергая опасности окружающую среду и людей.

Инженер-оператор АСУ должен иметь III группу по электробезопасности. Допуск персонала с III группой подразделяется на работу с сетями до и выше 1000 В, а также дает право единоличного обслуживания, осмотра, подключения и отключения электроустановок от сети до 1000 В.

Помещение по электробезопасности согласно ПУЭ (п.1.1.13) [32], относится к категории помещения с повышенной опасностью.

Тяжесть труда согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории 1б [31].

Согласно СП 12.13130.2009 помещение относится к категории А по взрывопожарной и пожарной опасности [33]. По воздействию на окружающую среду данный объект относится ко 2 категории, так как оказывает умеренное негативное воздействие.

Заключение

В рамках данного дипломного проекта была разработана автоматическая система регулирования температуры газификатора твердого топлива, работающего по технологии «Prenflo». Разработанная система регулирования позволяет регулировать температуру в реакторе газификации, а так же температуру генераторного газа на выходе из реактора и первого теплообменника. Данная система регулирования состоит в основном из отечественного оборудования, что заметно дешевле по сравнению с зарубежным. Для данной системы регулирования была разработана проектная документация, включающая схемы структурную, функциональную и соединений электрических, а также схему внешних проводок, общий вид щита и систему SCADA с кодом для программирования контроллера.

В пояснительной записке к проекту представлено детальное описание основного оборудования, приборов и технических средств автоматизации, расчет оптимальных параметров настройки регулятора и мнемосхемы. При выборе приборов и средств автоматизации использовалась информация из каталогов и веб-сайтов производителей.

Также выполнены разделы «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, а именно произведен анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов, экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» в котором проведен анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, составлен SWOT-анализ для нашего исследования, в котором были выявлены сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Uhde® Entrained-Flow Gasification With Steam Generation (PSG). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thyssenkrupp-uhde.com/en/products-and-technologies/hydrogen-and-gas-technologies/gasification/psg> свободный. – Загл. с экрана.
2. Технические характеристики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mtn.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/271274276.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
3. Лист технических данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosemeter.nt-rt.ru/images/manuals/RSE_248_TSD.pdf свободный. – Загл. с экрана.
4. Технические характеристики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nd-gsi.ru/grsi/110xx/11882-89.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
5. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.nt-rt.ru/images/manuals/dtp.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
6. Технические характеристики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mtn.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/Metran_22_AS_1.pdf свободный. – Загл. с экрана.
7. Интеллектуальные датчики давления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mtn.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/Metran_150.pdf свободный. – Загл. с экрана.
8. Малогабаритные датчики давления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mtn.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/Metran_55_malogabaritnye.pdf свободный. – Загл. с экрана.
9. Турбинные расходомеры серии Vision. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://badger.nt-rt.ru/images/manuals/Vision3000.pdf> свободный – Загл. с экрана.

10. Датчик учета расхода сжатого воздуха. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ifm-russia.ru/files/SDG080.pdf> свободный – Загл. с экрана.
11. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sibneft.nt-rt.ru/images/manuals/158_drg.pdf свободный. – Загл. с экрана.
12. Каталог продукции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rusautomation.ru/upload/iblock/371/f4ht3qrzny26l2tdhh39dnsqx44w8e0a/p_rivodnaya_tehnika.pdf свободный. – Загл. с экрана.
13. Каталог продукции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elektor.ru/cataloguespdf/Katalog_FD_RDF.pdf свободный. – Загл. с экрана.
14. Паспорт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://madas.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2019/10/3.9.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
15. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://laz.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2020/10/8.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
16. Технические характеристики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.nt-rt.ru/images/manuals/plc160.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
17. Технические характеристики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ktopoverit.ru/prof/opisanie/62545-15.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
18. Техническое описание. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://chuvkab.nt-rt.ru/images/manuals/kvvg_4.pdf свободный. – Загл. с экрана.
19. Кабели силовые для стационарной прокладки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekz.nt-rt.ru/images/manuals/VVGngA.pdf> свободный. – Загл. с экрана.

20. Трудовой кодекс Российской Федерации [Текст]: от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002 – № 1 (ч. 1). – Ст. 91.

21. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – Москва: Государственный комитет стандартов, 1986. – 152 с.

22. Федеральный закон "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – Дата редакции: 03.04.2023 – Москва: Кодексы и законы, 1998. – 36 с.

23. ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – Москва: Государственный комитет стандартов, 2016. – 7 с.

24. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 01-03-2017. – Москва: Государственный комитет стандартов, 2019. – 16 с.

25. СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума» дата введения 20-05-2011. – Москва: Министерство регионального развития российской федерации, 2011. – 5 с.

26. ГОСТ 12.1.012-2004. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования: дата введения 01-07-2008. – Москва: Государственный комитет стандартов, 2010. – 23 с.

27. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов: дата введения 30-06-1983. – Москва: Система стандартов безопасности труда, 1988. – 7 с.

28. ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата

введения 30-06-1980. – Москва: Система стандартов безопасности труда, 2000.
– 7 с.

29. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: дата введения 01-01-1989. – Москва: Система стандартов безопасности труда, 2008.
– 4 с.

30. СанПиН 1.2.3685-21: дата введения 30-12-2022. – Москва: Система стандартов безопасности труда, 2021. – 469 с.

31. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности": дата введения 01-03-2023. – Москва: Система стандартов безопасности труда, 2008. – 114 с.

32. Правила устройства электроустановок: дата введения 01-01-2003. – Москва: Министерство энергетики Российской Федерации, 2003 – 17 с.

33. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: дата введения 2009-05-01. – Москва: Государственный комитет стандартов, 2009. – 31 с.