

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Волжский политехнический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолГТУ)**

Факультет « _____ Автомеханический _____ »

Кафедра « _____ Автоматика, электроника и вычислительная техника _____ »

Утверждаю

Зав. кафедрой

_____ А.А. Силаев _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

« 11 » _____ 06 _____ 20 ____ 20г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к _____ выпускной квалификационной работе бакалавра _____ на тему
(наименование вида работы)

_____ (наименование темы работы)

Автор _____ 11.06.2020 г. _____ Анастасия Юрьевна Карасева _____
(подпись и дата подписания) (имя, отчество, фамилия)

Обозначение ^{Разработка автоматизированной системы управления регенерирующим}
^{ВКРБ-34675695-15.03.04-1.8-20.00}
термическим окислителем легколетучих органических соединений
(обозначение документа)

Группа _____ ВАУ-426 _____
(шифр группы)

Направление _____ 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» _____
(код по ОКСО, наименование направления, программы)

Руководитель работы _____ 11.06.2020 г. _____ доцент, А.В. Савчиц _____
(подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)

Консультанты по разделам:

_____ Моделирование объекта и _____ 11.06.2020 г. _____ доцент, Л.И. Медведева _____
системы управления _____ (подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)
(краткое наименование раздела)

_____ (краткое наименование раздела) _____ (подпись и дата подписания) _____ (должность, И. О. Фамилия)

_____ Нормоконтролер _____ 11.06.2020 г. _____ доцент, А.В. Савчиц _____
(подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)

г. Волжский, 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Волжский политехнический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)**

Кафедра « Автоматика, электроника и вычислительная техника »

Утверждаю
Зав. кафедрой

А.А. Силаев
(подпись) (инициалы, фамилия)

« 11 » 06 20 20 г.

Задание на выпускную квалификационную работу бакалавра
(наименование вида работы)

Студент Анастасия Юрьевна Карасева
(имя, отчество, фамилия)

Код кафедры ВАЭ Группа ВАУ-426

Тема Разработка автоматизированной системы управления регенерирующим
термическим окислителем легколетучих органических соединений

утверждена приказом по ВПИ (филиал) ВолгГТУ
от «08» октября 2019 г. № 427-ст
(дата подписания)

Срок предъявления готовой работы 11.06.2020 г.
(дата, подпись студента)

Исходные данные для выполнения работ
Технологический регламент процесса, технологическая схема процесса

Содержание основной части пояснительной записки

- 1) Описание и анализ объекта автоматизации
- 2) Моделирование объекта и системы управления
- 3) Проектирование системы управления
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№	Наименование этапов выполнения выпускной работы бакалавра	Срок выполнения этапов работы	Примечания
1.	Корректировка темы ВКР, заполнение бланка ТЗ на ВКР, подготовка Введения работы	Сентябрь, Октябрь 2019 г.	
2.	Проведение литературного обзора патентного поиска. Выбор и обоснование средств решения задач поставленных в бакалаврской работе (1 глава).	Октябрь, Ноябрь 2019 г.	
3.	Составление плана для Расчетной части ВКР, подготовка основного текста 2 главы.	Ноябрь, Декабрь 2019 г.	
4.	Написание 3-й главы ВКР.	Январь-Апрель 2020 г.	
5.	Написание заключения работы.	Апрель 2020 г.	
6.	Оформление пояснительной записки и графической части, подготовка презентации работы.	Май 2020 г.	
7.	Предзащита ВКР.	Май, Июнь 2020 г.	
8.	Защита выпускной квалификационной работы.	Июнь 2020 г.	

Исполнитель работы _____ 08.10.2019 г.
(подпись и дата подписания)

Карасева Анастасия Юрьевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы _____ 08.10.2019 г.
(подпись и дата подписания)

Савчиц Артем Вячеславович
(фамилия, имя, отчество)

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена повышению эффективности управления регенерирующим термическим окислителем легколетучих органических соединений на АО «Волжский трубный завод».

В первом разделе рассматриваются технические характеристика объекта автоматизации, анализ технологического процесса как объекта автоматизации, анализ литературных источников. Во втором разделе рассматривается моделирование объекта и системы управления: производится расчет передаточной функции объекта, определяются настроечные коэффициенты регулятора, рассчитываются показатели качества. В третьем разделе рассматривается проектирование системы управления: выбираются технические средства, проектируется шкаф управления.

Выпускная работа содержит пояснительную записку, состоящую из 62 страниц, 43 таблицы, 44 рисунка, 30 источника литературы, 2 приложений, а также 4 чертежей и 2 плакатов.

ANNOTATION

This work is devoted to improving the control efficiency of the regenerating thermal oxidizer of volatile organic compounds at the Volzhsky Pipe Plant.

The first section discusses the technical characteristics of the automation object, the analysis of the technological process as an automation object, and literature sources are analyzed. In the second section, modeling of the object and the control system is considered: the transfer function of the object is calculated, the adjustment coefficients of the controller are determined, and the quality indicators are calculated. The third section deals with the design of the control system: technical means are selected, and the control cabinet is designed.

The final work contains an explanatory note consisting of 62 pages, 43 tables, 44 figures, 30 sources of literature, 2 appendices, as well as 4 drawings and 2 posters.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	10
1.1 Техническая характеристика объекта автоматизации	10
1.2 Анализ технологического процесса как объекта автоматизации	11
1.3 Обзор технических средств автоматизации	12
1.4 Выводы по разделу	21
2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	22
2.1 Расчет передаточной функции объекта	22
2.3 Показатели качества регулирования.....	28
2.4 Выводы по разделу	29
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	30
3.1 Выбор технических средств и их описание	30
3.1.1 Программируемый логический контроллер	30
3.1.2 Модули ввода и вывода.....	31
3.1.3 Панель оператора SL HMIGXU5500	34
3.1.4 Термопреобразователь ТХАУ-205.....	34
3.1.5 Датчик избыточного давления ЭМИС-БАР.....	35
3.1.6 Преобразователь переменного тока Т201DC100.....	36
3.1.7 Вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200.....	37
3.1.8 Датчик скорости ST420-LT	39
3.1.9 Устройство контроля пламени СНП ОЭ-1 «П».....	39
3.1.10 Прямоходный привод REGADA REMATIC ST 1	40
3.1.11 Электромагнитный клапан EVPC25 008	41
3.1.12 Электромагнитное реле RXM4AB1BDPVM.....	42
3.1.13 Преобразователь частоты ATV212H075M3X.....	43
3.1.14 Устройство плавного пуска ATS01N106FT	44
3.2 Проектирование шкафов управления	45
3.2.1 Шкаф	45
3.2.2 Автоматический выключатель GV3P18.....	46
3.2.3 Автоматический выключатель GV3P406	46
3.2.4 Автоматический выключатель A9F73101	47

3.5 Автоматический выключатель NS80HMA28106	48
3.2.6 Блок питания датчиков.....	49
3.2.7 Светильник в шкаф управления	50
3.2.8 Клеммы и клеммные коробки	50
3.2.9 Клеммы силовые.....	51
3.2.10 Выключатель концевой.....	51
3.2.11 Вентилятор с фильтром TopTherm – SK	52
3.2.12 Сигнальные лампы	52
3.2.13 Кнопка управления круглая.....	53
3.3 Выводы по разделу	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	64

ВВЕДЕНИЕ

С развитием промышленности наиболее сложную проблему представляет загрязнение атмосферы. Одними из основных загрязнителей атмосферы являются выбросы легколетучих органических соединений, которые состоят из широкого спектра веществ. Их источниками являются выхлопные газы автомобилей, нефтеперерабатывающие заводы, заводы производства пластмасс, синтетических смол и использование в производстве растворителей. Многие представители органических соединений обладают токсичными, мутагенными канцерогенными свойствами. В результате попадания данных веществ и вторичных продуктов их фотохимического окисления в атмосферу причиняют ущерб окружающей среде и наносят большой вред здоровью людей [1].

Одним из таких процессов является управление регенерирующим термическим окислителем легколетучих органических соединений.

Регенерирующий термический окислитель применяется для очистки потоков выбросов, насыщенных летучими органическими веществами и опасными загрязнителями воздуха, которые образуются в результате химических процессов и присутствуют в промышленных выбросах. Данная технология разработана для больших объемов выбросов, которые имеют низкий уровень концентрации загрязнителей и, следовательно, неэффективны для переработки с помощью термического окислителя прямого действия. Автоматизация регенерирующего термического окислителя легколетучих компонентов органических соединений приводит к улучшению основных показателей эффективности производства: увеличению количества, улучшению качества, повышению производительности труда. Внедрение автоматических устройств обеспечивает высокое качество продукции [1].

Целью работы является повышение качества очистки загрязненного газа за счет модернизации системы управления. Для наиболее лучшего достижения очищения газа осуществляется благодаря добавлению современного оборудования и программированного логического контроллера. Внедрение специальных авто-

матических устройств способствует безаварийной работе оборудования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ научно-технической литературы и технических средств автоматизации для исследуемого технологического процесса;
- 2) разработать математическое описание объекта регулирования с последующим моделированием работы САР;
- 3) проектирование АСУ регенерирующим термическим окислителем легколетучих органических соединений.

Результаты работы можно применить для автоматизации или модернизации процессов на производстве, схожих с термическим окислителем.

1 ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Техническая характеристика объекта автоматизации

Описание технологического процесса ведется на основании функциональной схемы ВКРБ -34675695 -15.03.04 -1.8 - 20.01

Регенерирующий термический окислитель состоит из стальных колонн с керамическим покрытием, которые соединяются вверху окислительной камерой. Керамическая облицовка служит для защиты стальной оболочки от воздействия температур, имеющих место в ходе процесса. В каждой колонне имеется множество керамических гранул для передачи и сохранения тепла.

Камера, где окисляются вещества снабжена горелкой для предварительного нагрева установки и источника воспламенения отходов.

Через вентилятор в топку поступает атмосферный воздух, где он нагревается до нужной температуры, а также обеспечивает необходимое энергетически эффективное горение.

Во время работы неочищенный газ нагнетается с помощью вентилятора в автотермическую систему (система в которой тепло поддерживается за счет своих реакций). Подача неочищенного газа ведется по показаниям давления, которое формируется за счет вентилятора.

Во время пуска установки, когда реактор еще введен в работу неочищенный газ может проходить через байпас в атмосферу, что грозит загрязнением воздуха. Поэтому во время пуска расход воздуха должен составлять 20-30% от номинального потока воздуха во время работы установки.

Когда колоны введены в работу загрязненный газ направляется через первый отсек в колонну А, где он нагревается почти до температуры реакции.

Затем, когда газ поступает в топку происходит окисление загрязняющих веществ. Подогретый и очищенный газ проходит через второй отсек колоны В и отдает свое тепло керамическому наполнителю.

Приблизительно через 1-3 минуты установка автоматически переключает-

ся направление неочищенного газа в отсек В, где очищенный газ выходит через отсек А. Данный подход обеспечивает постоянство температуры в двух отсеках регенерации [1].

1.2 Анализ технологического процесса как объекта автоматизации

Для осуществления автоматизированной системы необходимо сформировать ряд параметров, которые необходимо регулировать и контролировать. С помощью современных средств автоматики можно повысить качество готовой продукции, а также оптимизировать процессы в производственном цикле. Проанализировав данный процесс, можно выделить контролируемые и регулируемые параметры системы автоматизации, которые сведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Контролируемые и регулируемые параметры

№	Наименование параметра, место отбора измерительного импульса	Заданное значение параметра, допустимые отклонения	Отображение информации			Регулирование	Блокировка	Наименование регулирующего воздействия, место установки регулирующего органа	Характеристика среды в местах установки			
			Показание	Регистрация	Сигнализация				Датчиков		Регулирующих органов	
									Агрессивная	Пожаро – и взрывоопасная	Агрессивная	Пожаро – и взрывоопасная
1	Давление атмосферного воздуха на входе в печь	1 МПа	+	+	+	+	-	-	+	-	+	
2	Давление на входе в печь	1,05МПа	+	+	+	-	-	-	+	-	+	
3	Контроль пламени в газовой горелке		+	+	+	-	-	Регулирование наличие или отсутствие пламени	-	+	-	+
4	Температура в колонне А	800°С	+	+	+	-	-		-	+	-	+

Продолжение таблицы 1.1

5	Температура в колоне В	800°С	+	+	+	-	-		-	+	-	+
6	Температура в газовой горелке	800°С	+	+	+	+	-		-	+	-	+
7	Расхода природного газа		+	+	+	+	-	Регулирование текущего расхода газа	-	+	-	+
8	Давления неочищенного газа		+	+	+	+	-		-	+	-	+
9	Исполнительный механизм		+	+	+	+	+	Открытие/закрытие клапанов	-	+	-	+
10	Давления после редуктора		+	+	+	+	-		-	+	-	+
11	Температура в реакторе	800°С	+	+	-	-	-		-	+	-	+
12	Давления после вентилятора		+	+	+	+	-		-	+	-	+
13	Температура неочищенного газа	35°С	+	+	-	+	-		-	+	-	+
14	Скорость оборотов вентилятора		+	+	-	+	-		-	+	-	+

1.3 Обзор технических средств автоматизации

В данной выпускной работе для управления технологическим процессом необходимо выбрать программируемый контроллер, например, такие как Modicon M580 ePAC и S7-1500. На основании технических данных контроллеров нужно сделать вывод какой из них является наиболее лучшим.

Контроллер Modicon M580 ePAC

Modicon M580 ePAC - основой является Ethernet. Такой подход позволяет комбинировать удалённые и распределённые устройства ввода/вывода в пределах одной сети, снимая тем самым ограничения на архитектуру АС [17].

Контроллер S7-1500

S7-1500 – Универсальный модульный программируемый контроллер для автоматизации циклических процессов во всех секторах промышленного производства. [15].

Таблица 1.2 – Технические характеристики Modicon M580 ePAC и S7-1500

Параметр	Modicon M580 ePAC	S7-1500
Количество локальных каналов в дискретного ввода/вывода	2048	522
Количество локальных каналов аналогового ввода/вывода	512	532
Интерфейс	Ethernet; RS-485	PROFIBUS DP
Объем памяти	64 Мбайт	500 Кбайт
Среда программирования	EcoStruxure Control Expert	TIA Portal
Процессор	BMEP582040	CPU 1511-1 PN

Вывод: из сравнения контроллеров выбирается Modicon M580 ePAC, потому что он обладает большим объемом памяти. Имеет большее количество ввода/вывода, а также среда программирования лучше.

Для контроля пламени газовой горелки используются:

Устройство контроля пламени СНП ОЭ-1 «П»

СНП ОЭ-1 - контроль наличия или отсутствия пламени в горелочных устройствах типа ГБЛ, сжигающих газ, мазут или дизельное топливо. Принцип работы «П» («прямой») – оптическая ось датчика пламени совпадает с его продольной геометрической осью [20].

Устройство контроля пламени УКП-УФ

УКП-УФ – контроль наличия пламени в топочных агрегатах различного назначения, работающих на газообразном или жидком топливе и выдачи сигнала для систем автоматики промышленного оборудования. Принцип работы устройства основан на регистрации постоянной составляющей ультрафиолетового излучения в диапазоне 220..270 нм. При воздействии на чувствительный элемент нормального источника ультрафиолетового излучения устройство регистрирует наличие пламени. УКП-УФ не требует специальной настройки [21].

Таблица 1.3 – Технические характеристики СНП ОЭ-1 «П» и УКП-УФ

Параметр	Набат СНП ОЭ-1 «П»	УКП-УФ
Напряжение питания	18-29 В	220 В ± 5 %
Время срабатывания	2 сек.	2 сек.
Ток потребления	не более 100 мА	не более 10 мА
Диапазон температур	минус 40 до +55°С	от +5 до +60 °С

Вывод: исходя из сравнения устройств контроля пламени было принято решение использовать СНП ОЭ-1 «П», поскольку у него принцип работы лучше, диапазон температур и потребляемый ток больше.

Для контроля температуры в газовой горелке, необходимо использовать термопреобразователь температуры поскольку данные объекты всегда находятся в различных значениях. Для этого можно использовать:

Термопреобразователь ТХАУ-205

ТХАУ-205 используется для преобразования значения температуры различных сред в различных отраслях промышленности теплоэнергетической, химической, металлургической, а также в сфере ЖКХ, в унифицированный токовый выходной сигнал 4...20 мА или 0...5 мА [11].

Термопреобразователь ДТСХХ5М.И

ДТСХХ5М.И со встроенным высокоточным нормирующим преобразователем предназначены для измерения и непрерывного преобразования температуры твердых, жидких, газообразных и сыпучих веществ в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4...20 мА [10].

Таблица 1.4 – Технические характеристики ТХАУ-205 и ДТСХХ5М.И

Параметр	ТХАУ-205	ДТСХХ5М.И
Диапазон температур	0...+1200°С	минус 50...+180 °С
Выходной сигнал	4...20 мА	4...20 мА
Напряжение питания	12...36 В	12...36 В
Потребляемая мощность	не более 0,8 В	не более 0,8 В

Вывод: проанализировав термопреобразователи было принято решение использовать ТХАУ-205 так как по принципу действия является лучше. Диапазон температуры больше.

Для контроля давления на входе в печку, после вентилятора, после редуктора необходимо использовать:

Датчик избыточного давления ЭМИС-БАР

ЭМИС-БАР предназначен для непрерывных измерений давления и преобразования измеренного давления в унифицированный выходной сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА.

В датчиках реализован пьезорезистивный метод измерения давления, основанный на измерении разности напряжений на сопротивлениях мостовой схемы интегрального чувствительного элемента из монокристаллического кремния при механическом воздействии на него. Чувствительный элемент закреплен на подложке из кремния, которая, в свою очередь, закреплена на измерительной мембране. При изменении давления рабочей среды меняется геометрия сопротивлений моста Уитстона и разность потенциалов на его выходах. После двойного преобразования электронным блоком аналогоцифрового-цифроаналогового сигнала, усиления, фильтрации, модуляции, токовый сигнал на выходе датчика пропорционален изменению давления рабочей среды [12].

Датчик давления РТЕ5000С-006-М20-С

РТЕ5000С-006-М20-С для преобразования давления жидкостей, пара, газов, газовых и парогазовых смесей в унифицированный сигнал тока. Датчики применяются для измерения избыточного давления. Область применения – системы автоматического управления насосами, системы измерения и контроля, автоматическое регулирование давления в различных отраслях промышленности.

Принцип действия основан на использовании зависимости между измеряемым давлением и упругой деформацией чувствительного элемента. В качестве чувствительного элемента применяется тонкоплёночный тензорезистивный сенсор на металлической мембране. Под воздействием измеряемого давления происходит деформация мембраны, приводящая к изменению сопротивлений тензорезисторов и разбалансу моста. Выходной электрический сигнал напряжения разбаланса моста, пропорциональный измеряемому давлению, преобразуется в унифицированный сигнал постоянного тока [13].

Таблица 1.5 – Технические характеристики ЭМИС-БАР и РТЕ5000С-006-М20-С

Параметр	ЭМИС-БАР	РТЕ5000С-006-М20-С
Выходные сигналы	4-20мА	4-20мА
Диапазон измеряемых давлений	0..40 МПа	0...10 МПа
Рабочая температура	минус 40...+120 С°	минус 20...+100 °С

Вывод: исходя из сравнения было принято решение использовать датчик абсолютного давления ЭМИС-БАР, так как он по принципу действия является лучше. Диапазон рабочей температуры больше. Так же напряжение питания и диапазон измеряемых давлений больше.

Для регулирования тока в двигателе необходимо использовать:

Преобразователь переменного тока T201DC100

T201DCN -устройства могут преобразовывать в аналоговый сигнал 0...10 В или 4...20 мА как уровень переменного, так и постоянного тока в проводнике, продетого сквозь него.

Принцип действия основан на явлении взаимной индукции или эффекте Холла.

Датчики состоят из преобразователя тока, блока усилителей, переключателей диапазонов измерений и клемм для подсоединения вторичных приборов. Все компоненты датчиков размещены в корпусе из РА6 пластика [28].

LEMAT10B420L

Датчики переменного тока с выходом 4-20мА предназначен для реализации канала измерения тока. Обеспечивает высокую надежность измерений в сочетании с высокой скоростью реакции. Датчики работают на основе принципа Роговского. Вместо традиционной разомкнутой катушки, измерительная головка сделана из нескольких сенсорных печатных плат (каждая содержит две отдельных катушки с воздушным сердечником) смонтированных на базовой печатной плате. Каждая сенсорная плата соединена в серии, формирующие два концентрических контура. Наведенное напряжение на их выходах суммируется для получения информации об амплитуде и фазе измеряемого тока [14].

Таблица 1.6 - Технические характеристики T201DC100 и LEM AT 10 B420L

Параметр	T201DC100	LEM AT 10 B420L
Выходные сигналы	4-20мА	4-20мА
Напряжение	11,5...28 В	24 В
Степень защиты	IP20	нет
Частота	20...1000 Гц	50/60 Гц
Рабочая температура	20...+70 °С	-20...+60 °С

Вывод: проанализировав преобразователи переменного тока было принято решение использовать T201DCN, потому что он по своему принципу действия является лучше. По диапазону напряжения и частотному диапазону больше. У T201DCN есть степень защиты.

Для контроля расхода природного газа могут использоваться:

Вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200

Преобразователи расхода предназначены для измерения объема и объемного расхода жидкостей, газов, (природного газа, попутного нефтяного газа, кислорода, воздуха и др. газов), насыщенного и перегретого пара, агрессивных сред при рабочем давлении и рабочей температуре в различных отраслях промышленности и в системах коммерческого учета, в составе счетчиков газа и пара.

Принцип измерения: вихри попеременно возникают сначала с одной, а затем с другой стороны тела обтекания, установленного перпендикулярно оси потока. Эти вихри создают так называемую «вихревую дорожку Кармана», внутри которой возникают пульсации давления, которые воздействуют на пьезоэлемент сенсора [12].

Вихревой расходомер SITRANS FX300

SITRANS FX300 обеспечивает точное измерение нормального объемного и массового расхода пара, газов и жидкостей в виде комплексного решения со встроенной компенсацией по температуре и давлению.

Принцип измерения: скорость потока, определяя частоту, с которой последовательные завихрения срываются с плохо обтекаемого тела, помещенного в поток. Этот принцип измерения известен, как принцип вихревой дорожки фон Кармана: последовательные завихрения, образующиеся за объектом в потоке.

Частота последовательных завихрений пропорциональна скорости потока. Прохождение завихрения вызывает легкий нажим на крыло, помещенное за плохо обтекаемым телом. Этот нажим регистрируется, и учитывается как скачки давления двойным пьезо-кристаллом, помещенным внутри крыла [15].

Таблица 1.7 - Технические характеристики ЭМИС-ВИХРЬ 200 и SITRANS FX300

Параметр	ЭМИС-ВИХРЬ 200	SITRANS FX300
Выходные сигналы	4-20мА	4-20мА
Давление измеряемой среды	до 25 МПа	10 МПа
Температура окружающей среды	От 40°С до +60°С	От 40°С до +60°С
Измеряемая среда	измерение расхода жидкостей, газов и паров	измерение расхода жидкостей, газов и паров
Выходные сигналы	4-20мА	4-20мА

Вывод: проанализировав вихревые расходомеры было принято решение использовать ЭМИС-ВИХРЬ 200, так как он по принципу измерения является лучше. По диапазону температуры и по давлению измеряемой среды является больше.

Для контроля оборотов вентилятора могут использоваться:

Датчик скорости ST420-LT

Данный датчик обнаруживает проходящие магниты установленные на валу пульсационного диска и выводит плавный непрерывный аналоговый сигнал 4-20 мА прямо пропорционально скорости вращения вала [13].

IFM Electronic SV5204 датчик скорости

Датчик скорости предназначен для воды и жидкостей на водной основе. Два независимых аналоговых выхода для контроля скорости потока и температуры среды. Настройка при помощи кнопок на корпусе датчика и дисплей для отображения текущих величин расхода температуры.

Датчики скорости вращения устанавливаются так, чтобы металлическая крыльчатка, либо любой другой предмет, механически связанный с вращающимся механизмом, находилась в зоне действия датчика. При вращении механизма крыльчатка приводит к появлению частоты импульсов, пропорциональной вращению. Схема контроля частоты в датчике постоянно отслеживает вращение

механизма, и при его замедлении или остановке вызывает срабатывание коммутационного элемента датчика [24].

Таблица 1.8 - Технические характеристики ST420-LT и SV5204

Параметр	ST420-LT	SV5204
Выходные сигналы	4-20мА	4-20мА
Напряжение питания	24 В	18В
Максимальное давление рабочей среды	100 бар	12 бар
Диапазон допустимой температуры среды	Минус 20 до + 80°С	Минус 10 до + 90°С

Вывод: исходя из сравнения датчиков скорости было принято решение использовать ST420-LT, так как он по своему принципу работы является лучше. Напряжение питания и рабочее давление среды больше.

Для управления электроприводами используются:

Прямоходный привод REGADA STANDARD ST 1

ST 1 для автоматической позиционной регуляции арматур с прямолинейным движением с ходом от 10 мм до 50 мм, методом двухпозиционного и трехпозиционного регулирования.

Принцип работы: привод ST1 состоит из двух главных отличающихся своими функциями частей. Силовая часть образована фланцевым адаптером или столбиками с фланцем, с присоединяющим членом для присоединения к управляемой установке и передачами, размещенными в нижней крышке; на противоположной стороне выведены механизмы привода для единицы управляющей части. Управляющая часть размещена на доске управления, которая содержит:

- электродвигатель (при однофазном с конденсатором)
- силовой узел (управляемую аксиальным сдвигом резьбонарезного станка)
- узел положения и сигнализации с коробкой передач и с механическим местным указателем положения
- датчик положения (сопротивления, емкостный или электронный датчик положения)

- нагревательное сопротивление с температурным выключателем
- электрические присоединение с помощью клеммной колодки (размещенных в пространстве управления) и кабельных концевых втулок, или конектора с концевыми втулками [22].

Электропривод У1

У1 для перемещения запирающих или регулирующих элементов трубопроводной арматуры.

Принцип работы: электроприводы работают в кратковременном или повторно-кратковременном режиме работы циклами, в которых перемещения выходного органа чередуются с паузами. После паузы возможно изменение направления перемещения выходного органа (реверс). При реверсировании интервал времени между включением и выключением на обратное направление не менее 50 мс [18].

Таблица 1.9 - Технические характеристики ST 1 и У1

Параметр	ST 1	У1
Входные сигналы	4-20мА	4-20мА
Напряжение питания	380В/50Гц	220В/50Гц
Диапазон температур	Минус 25°С до +55°С	Минус 40 до +60 °С
Степень защиты	IP 67	IP65

Вывод: исходя из сравнения прямоходных приводов было принято решение использовать ST 1, так как он по принципу работы является лучше. По своему напряжению питания и диапазону температуры больше. Так же у ST 1 степень защиты выше.

Для управления двигателями необходимо использовать:

Преобразователь частоты ATV212H075M3X

ATV212H075M3X для управления электродвигателями [17].

Преобразователь частоты ПЧВ101-К37-А

ПЧВ101-К37-А- для управления приводами на базе асинхронных двигателей в промышленности и ЖКХ. Широкий набор функций для решения базовых задач частотного управления [10].

Таблица 1.10 - Технические характеристики ATV71HC50Y и ПЧВ101-K37-A

Параметр	ATV71HC50Y	ПЧВ101-K37-A
Мощность	240 В	200В
Выходная частота	0,5...200Гц	0...200 Гц
степень защиты IP	IP21	IP20
Выходное напряжение	200...240 В	0...100 В
Номинальный ток	5,1 А	3,3 А
Сетевое напряжение	170...264 В	120-240 В

Вывод: Преобразователь частоты ATV212H075M3X по своему напряжению и мощности является лучше . Номинальный ток и степень защиты у ATV212H075M3X выше .

1.4 Выводы по разделу

В ходе работы была рассмотрена разработка автоматизированной системы управления регенерирующим термическим окислителем легколетучих органических соединений. Согласно проведенному анализу научно-технической литературы технологического процесса было произведено сравнение и выбор приборов.

2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

2.1 Расчет передаточной функции объекта

Окисление загрязняющих веществ производится в топке. Топка состоит из отдельных цепей для воздуха, топлива воспламенения и основного топлива. Топка зажигается с помощью электродов. Основное топливо зажигается пламенем возгорания. После воспламенения основного топлива газ и воздух автоматически регулируются на постоянном уровне и поддержания неизменной температуры в камере сжигания. Объектом управления выбрана топка, в которой происходит окисление органических веществ при температуре 800 °С и получается готовый продукт – очищенный газ (рис. 2.1)

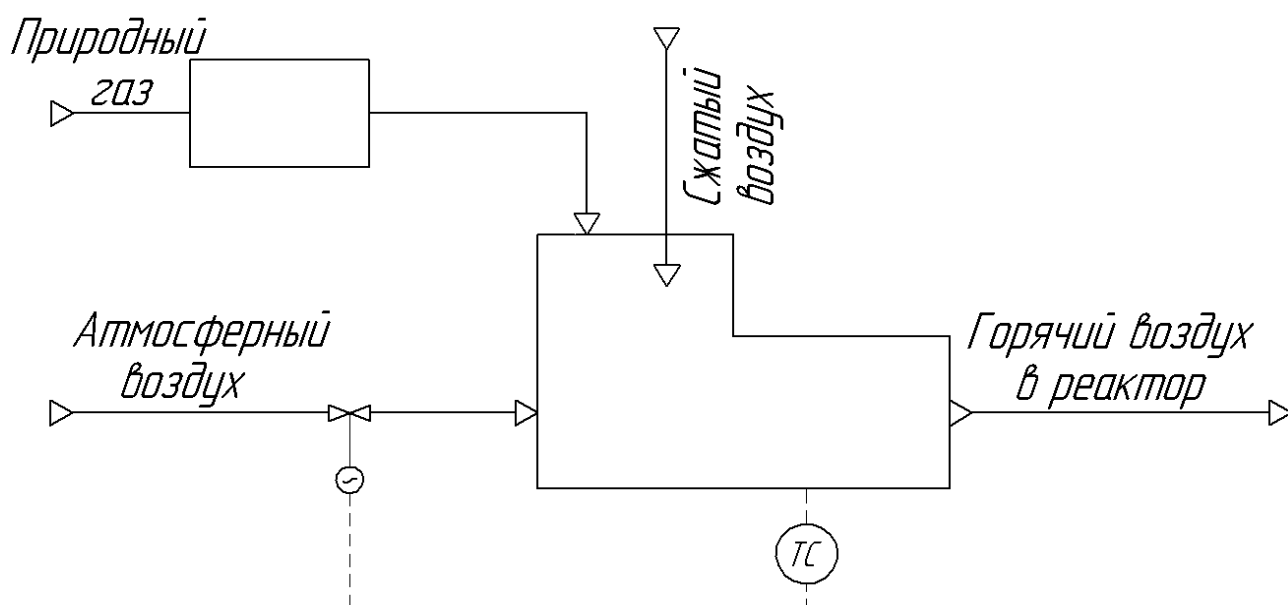


Рисунок 2.1 – Схема поступления атмосферного воздуха для разогрева топки (1 – газовый редуктор, 2 – топка)

Регулирование температуры в топке осуществляется изменением потока воздуха. Для построения САР и получения представлений о свойствах объекта, был осуществлен метод эксперимента, с помощью которого возможно достаточно точно определить свойства объекта. С этой целью печь оснащают аппаратурой для внесения входных типовых возмущений и определения его ответной реакции во времени.

Для снятия временных характеристик достигается постоянство температуры в топке, затем вносится на вход возмущающее воздействие – ступенчатое увеличение расхода потока природного газа ($\Delta x = 1,3$), т.к. клапан был на 15 % увеличился. Реакция объекта на это возмущение, кривая разгона, регистрируется в координатах: выходная величина – температура, преобразованная в относительные координаты, изменяющиеся в диапазоне от 650 °С до 800 °С, и время.

Изменение выходной величины регистрируется до тех пор, пока объект управления не примет новое установившееся значение в 800 °С (рис. 2.2). По полученным значениям определяется коэффициент усиления объекта - k и строится «кривая разгона» [7].

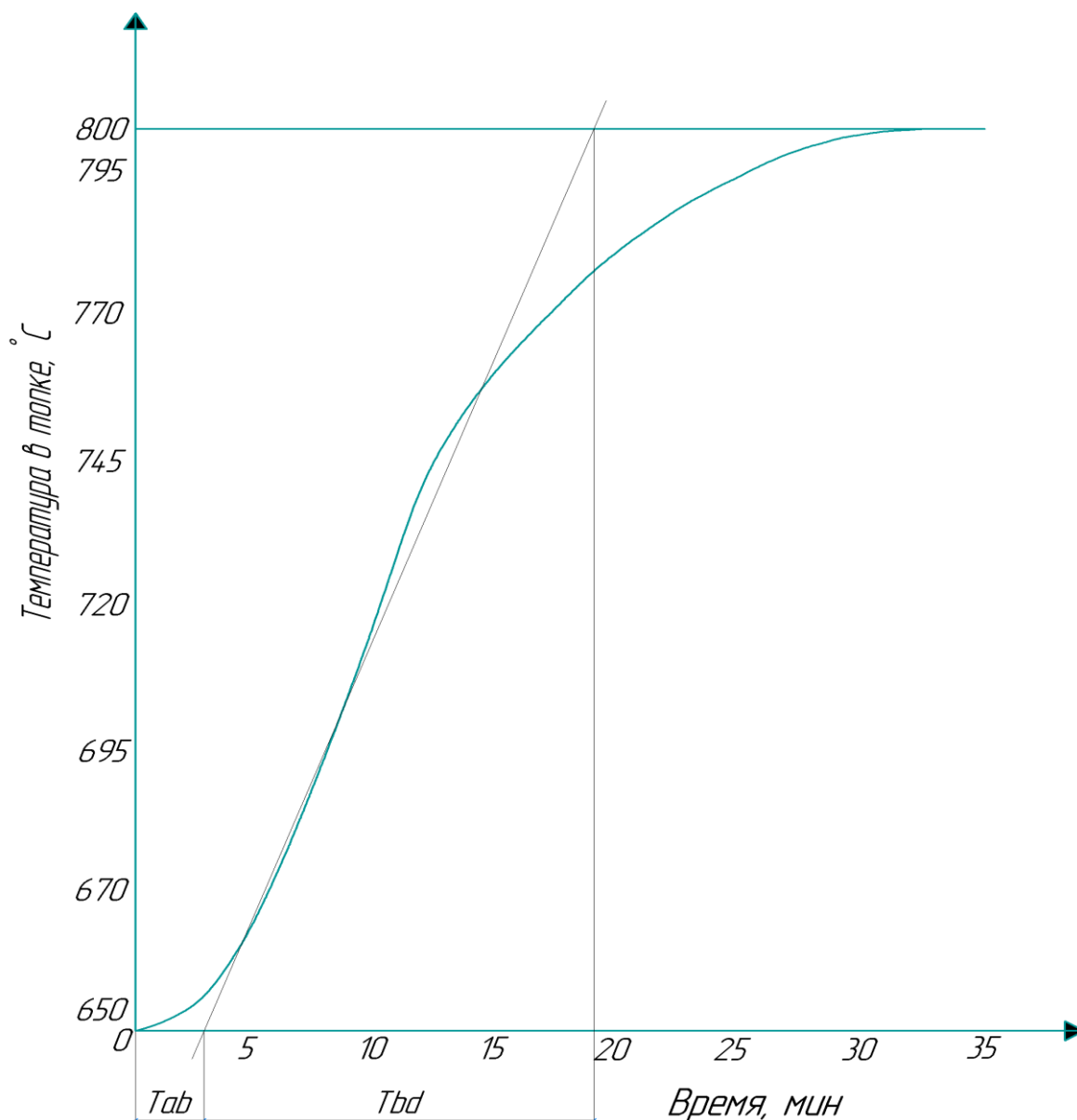


Рисунок 2.2 – Определение передаточной функции объекта управления

Численное значение коэффициента усиления k определяется по формуле:

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x'}$$

где: Δy - изменение температуры в топке,

$\Delta x'$ - степень открытия клапана для атмосферного воздуха

$$k = \frac{\frac{800 - 645}{800} \cdot 100\%}{15\%} = 1.3.$$

К точке перегиба, которая отмечает место перехода вогнутой части графика в выпуклую, строится касательная и отсекает на оси абсцисс отрезки времени $T_{ab}=2,8$; $T_{bd}=16,1$.

По отношению из таблицы 1 определяется порядок. При этом выбирается ближайшее меньшее к рассчитанному значению число [7].

Таблица 1 – Значения вспомогательных коэффициентов k_1 и k_2 объектов различного порядка

	n	k_1	k_2
0	1	1	0
0,104	2	2,718	0,282
0,218	3	3,695	0,805
0,319	4	4,463	1,425
0,41	5	5,119	2,1

Отношение T_{ab}/T_{bd} равно 0,16 что соответствует объекту управления, имеющему третий порядок. Передаточная функция объекта определяется выражением [6]:

$$W(p) = \frac{k}{(T_p + 1)^n} \cdot e^{-p\tau},$$

$$T = \frac{T_{bd}}{k_1},$$

$$T = \frac{16,1}{2,718} = 5,9;$$

где: T – постоянная времени объекта (мин);

$$\tau = T_{ab} - \tau_y,$$

τ_y – условное время запаздывания (мин);

$$\tau = T_{ab} - \tau_y,$$

τ – время запаздывания(мин),

$$\tau = 5,9 \cdot 0,282 = 1,6;$$

$$\tau = 2,7 - 1,6 = 1,1.$$

Таким образом, полученная передаточная функция объекта имеет вид:

$$W(p) = \frac{1.3}{34.81p^2 + 11.8p + 1} \cdot e^{-1.1p}.$$

По рассчитанной передаточной функции объекта в программном средстве VisSim строится график переходного процесса (рис. 2.3)

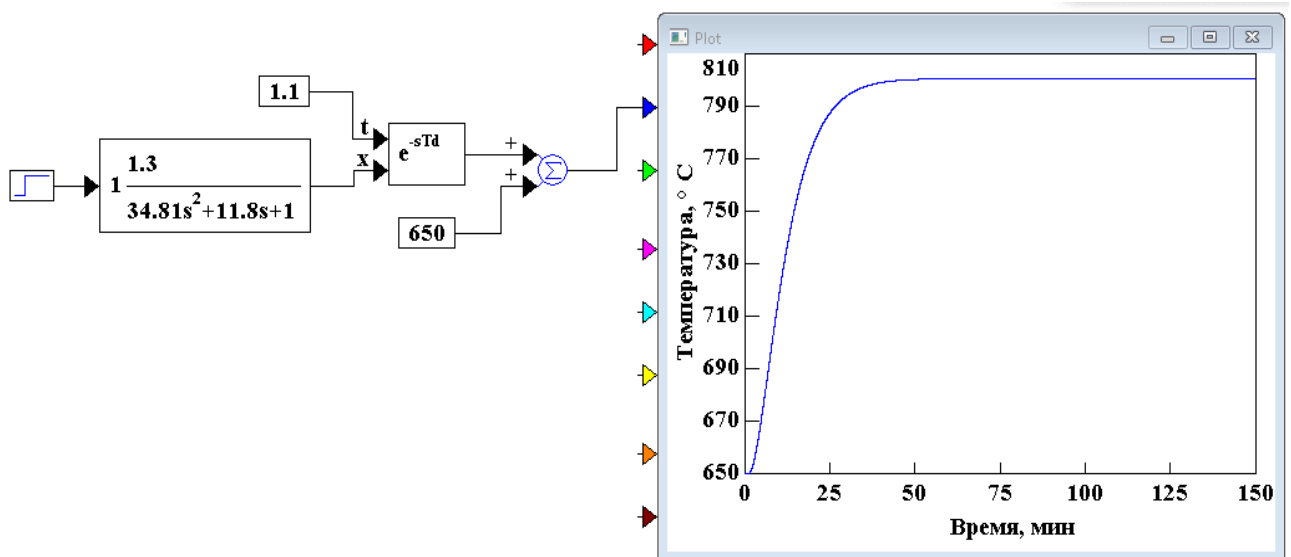


Рисунок 2.3 – Графическое изображение переходного процесса передаточной функции второго порядка

По данным изменения температуры во времени окисления неочищенного газа в топке была определена математическая модель объекта управления. Объект имеет второй порядок и обладает временем запаздывания 1,1 мин. По графику, построенному в программном средстве VisSim, выяснено, что объект управления является устойчивым и за 54 мин достигает заданного значения.

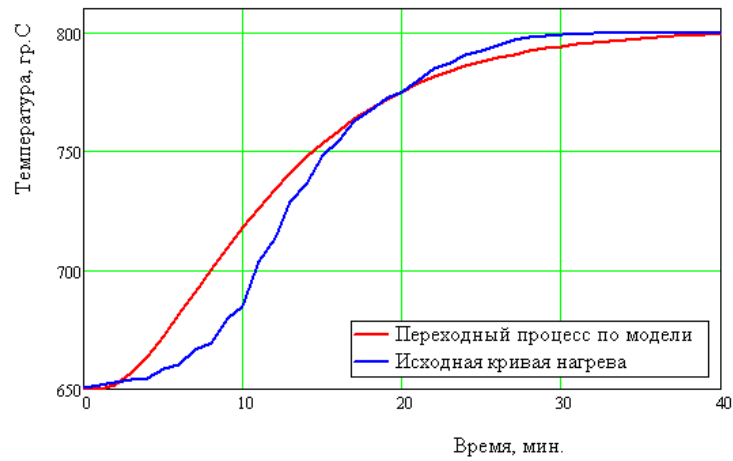


Рисунок 2.4 – Переходный процесс системы и исходная кривая нагрева

Исходя из рисунка 2.4 можно сделать вывод, что исходная кривая нагрева и переходный процесс по модели практически совпадают.

2.2. Определение настроечных коэффициентов регулятора

Для регулирования расхода пара выбирается пропорционально-интегральный закон регулирования, так как он обеспечивает высокую точность и качество переходного процесса.

Расчёт ПИД регулятора производится по методу Зиглера–Никольса, преимуществами которого являются простая и быстрая настройка регулятора, с последующей дополнительной подстройкой параметров.

Путем подбора коэффициента пропорциональности k_0 в управляющем устройстве, при каком система находится на границе устойчивости, найдено значение (рис.2.5) [3].

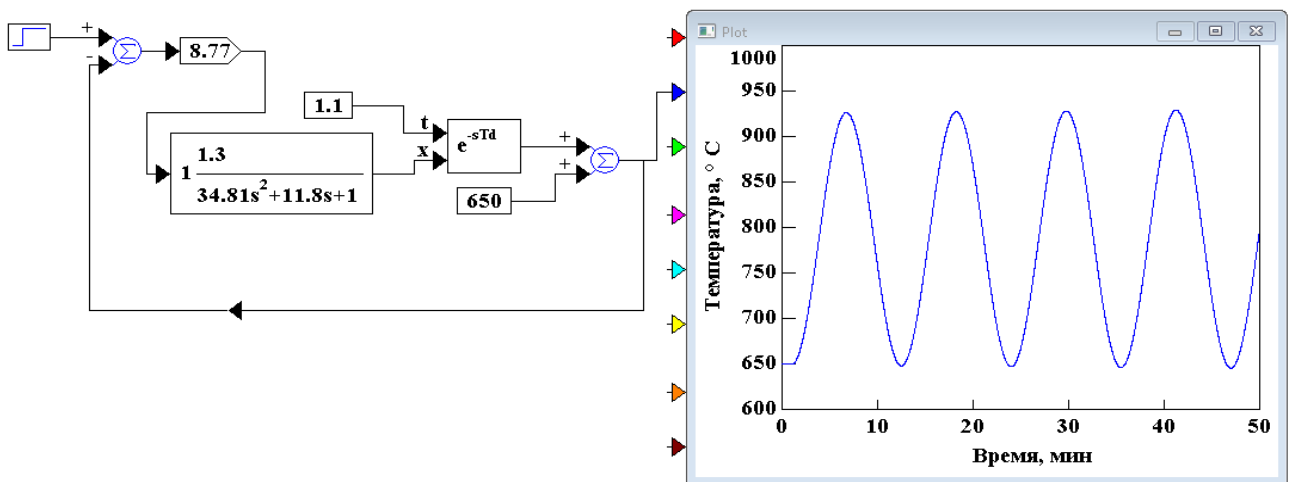


Рисунок 2.5 – Переходный процесс системы с коэффициентом пропорциональности

Расчет для нахождения коэффициентов ПИД-регулятора:

$$k_1 = 0,6 \cdot k_0 = 5,2 - \text{П часть};$$

$$k_2 = \frac{2}{T} = 0,17 - \text{И часть};$$

$$k_3 = \frac{T}{8} = 1,43 - \text{Дчасть}$$

В программном средстве VisSim осуществляется проверка коэффициентов регулятора (рис.2.6).

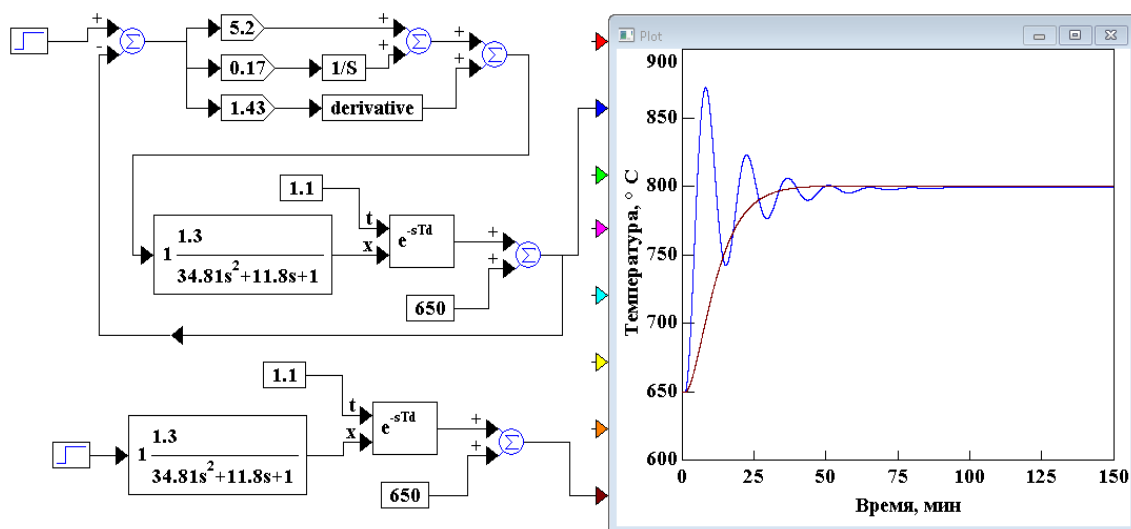


Рисунок2.6 – Переходный процесс системы с ПИД-регулятором

Большое перерегулирование требует ручной подстройки коэффициентов (рис.2. 7).

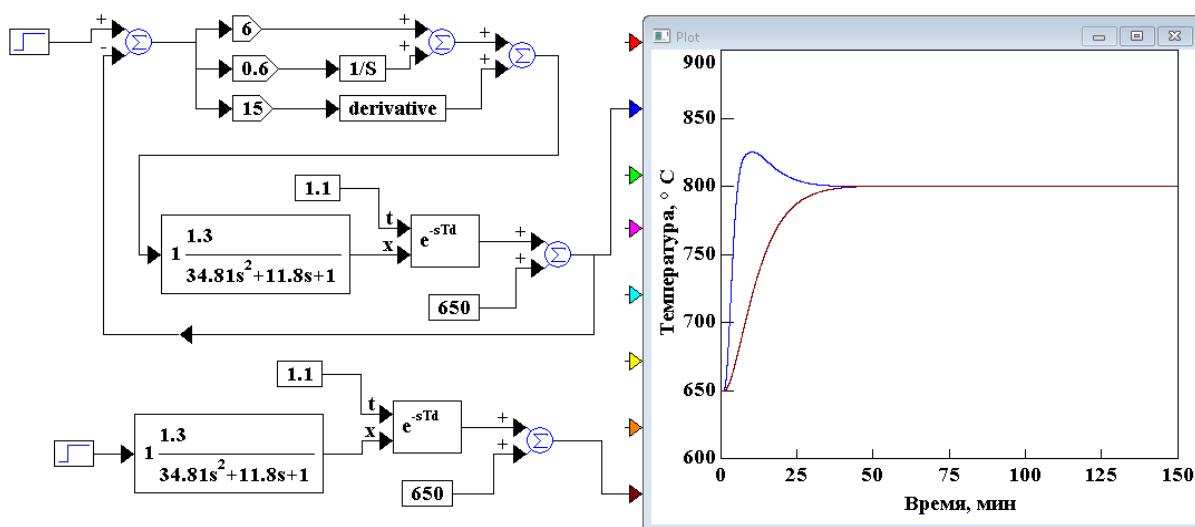


Рисунок 2.7 – Переходный процесс системы ПИД-регулятора, соответствующий заданному качеству

Подбор коэффициентов ПИД регулятора позволил улучшить вид переходной характеристики. Оптимальные коэффициенты:

$k_1 = 6$ – пропорциональная составляющая;

$k_2 = 0.6$ – интегральная составляющая;

$k_3 = 15$ – дифференцирующая составляющая.

2.3 Показатели качества регулирования

Исследованная выше устойчивость системы обеспечивает затухание переходных процессов с течением времени, т.е. обеспечивает принципиальную возможность прихода системы в некоторое установившееся состояние при любом внешнем возмущении.

Однако требуется чтобы это установившееся состояние было достаточно близко к заданному.

Поэтому после обеспечения устойчивости системы нужно позаботиться о требуемом качестве процесса управления, в понятие которого входят, в частности точность системы в установившемся состоянии и качество переходного процесса, исходя из некоторых оценочных характеристик качества, таких как длительность переходного процесса, величина перерегулирования, длительность переходного процесса (рис.2.8).

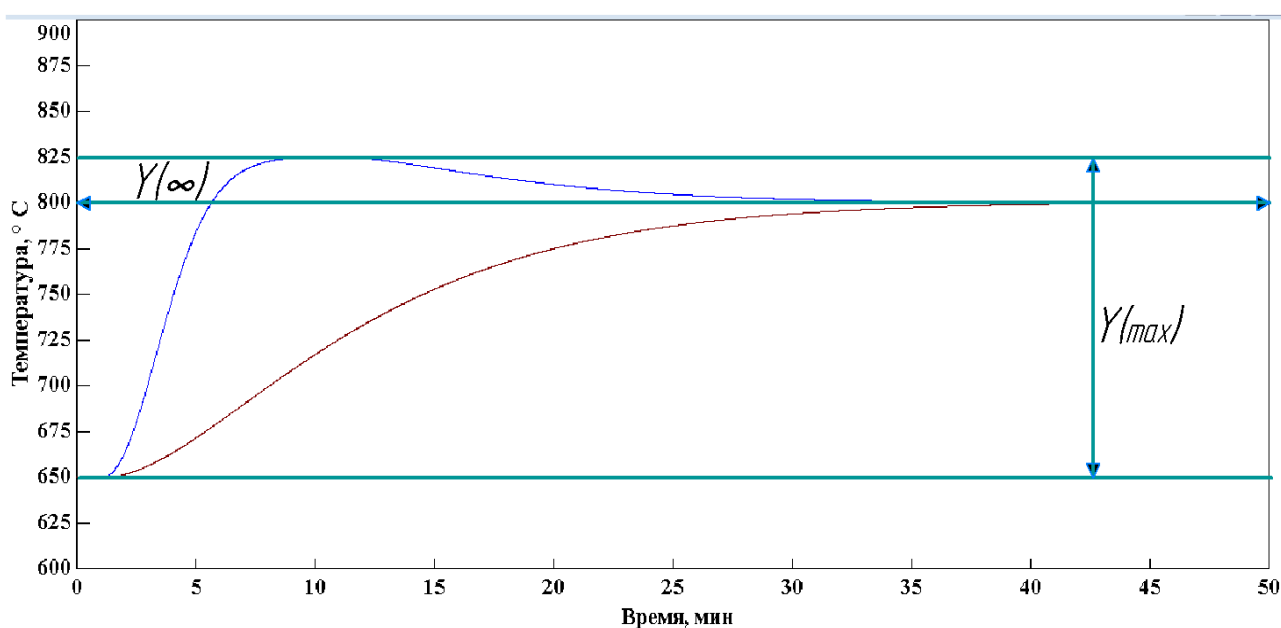


Рисунок 2.8 – Переходный процесс системы с ПИД-регулятором

Основные показатели качества управления системы с ПИД-регулятором:

Перерегулирование рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{Y_{max} - Y_{\infty}}{Y_{\infty}} \cdot 100\%,$$

$$\sigma = \frac{175 - 150}{150} \cdot 100\% = 16\%.$$

Время регулирования рассчитывается $T_p = 40$ мин.

Полученные основные показатели качества управления ПИД-регулятором являются приемлемыми.

2.4 Выводы по разделу

Исходя из полученных данных, была рассчитана передаточная функция объекта управления, согласно которой объект имеет второй порядок с запаздыванием 1,1 минуты. Сформированы и решены основные задачи оптимизации системы управления, составлена математическая модель объекта управления. Произведен анализ качества управления объектом.

Произведен расчет настроечных коэффициентов ПИД-регулятора, проведено моделирование процесса управления.

Полученная САУ обеспечивает качественное регулирование и поддержание температуры окисления в топке на значениях, установленных технологическим регламентом.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

3.1 Выбор технических средств и их описание

3.1.1 Программируемый логический контроллер

Modicon M580 ePAC современные контроллеры АСУТП, соответствующие самым требовательным стандартам. Они построены на основе шасси Ethernet для оптимизации возможностей подключения и обмена данными. Поддержка широко распространённых модулей ввода/вывода X80 позволяет легко интегрировать их в свою архитектуру. Мощные процессоры обеспечивают исключительно высокую эффективность сетей обмена данными, решения задач визуализации и управления.



Рисунок 3.1 – Конструкция контроллера Modicon M580 ePAC

Преимущества:

- Информационная безопасность
- Встроенные функции безопасности в соответствии со стандартом IEC 62443
- Аппаратная платформа M580:
- Неиспользуемые сервисы могут быть заблокированы

- Можно контролировать удалённый доступ к ПЛК
- Безопасность обмена данными между сетью управления (Control Network) и сетью ПЛК обеспечивается протоколом IPSEC
- Среда программирования M580 Unity Pro с проверкой целостности исполняемых файлов
- Прослеживаемость всех событий безопасности
- ПЛК и Unity PRO реализуют SYSLOG клиента
- Мегабитная и гигабитная синхронизация между ЦПУ горячего резервирования [17].

Таблица 3.1 – Технические характеристики Modicon M580 ePAC

Интерфейс	Ethernet; RS - 485
Производительность	более 5000 в м/сек операций
Объем памяти	64 Мбайт
Среда программирования	EcoStruxure Control Expert

В качестве процессора был выбран: ВМЕР582040

Таблица 3.2 – Технические характеристики процессора ВМЕР582040

Питание	Внутреннее электропитание через шасси
Возможности процессора по дискретному вв/выв.	2048 вх/вых.
Возможности процессора по аналоговому вв/выв.	512 вх/вых.
Проверки	Управление процессом
Каналы управления	Программируемые циклы
Потребляемый ток	270 мА 24 V пост. ток
Рабочая температура окружающей среды	0...60 °С
Температура окружающей среды при хранении	Минус 40...85 °С
Относительная влажность	5...95 %
Степень защиты IP	IP20

3.1.2 Модули ввода и вывода

3.1.2.1 Модуль дискретных входов ВМХДДІ3202К

Предназначен для подключения дискретных датчиков [17].



Рисунок 3.2 – Модуль дискретных входов BMXDDI3202K

Таблица 3.3 – Технические характеристики модуля дискретных входов BMXDDI3202K

Наименование параметра	Значение
Входы	32
Тип входа	Приемник тока
Номинальное напряжение	24 В
Номинальный ток	2,5 mA
Питание датчика	24 В
Рабочая температура	0...60 °С

3.1.2.2 Модуль дискретных выходов BMXDDO1602

Предназначен для подключения исполнительных механизмов [17].



Рисунок 3.3 – Модуль дискретных выходов BMXDDO1602

Таблица 3.4 – Технические характеристики модуля дискретных выходов BMXDDO1602

Наименование параметра	Значение
Выходы	16
Тип	Выход постоянного тока
Номинальное напряжение	24 В
Номинальный ток	500 mA
Максимальный ток на модуль	10 А
Рабочая температура	0...60 °С

3.1.2.3 Модуль аналоговых входов ВМХАТ0814

Предназначен для подключения аналоговых датчиков [17].



Рисунок 3.4– Модуль аналоговых входов ВМХАТ0814

Таблица 3.5 – Технические характеристики модуля ВМХАТ0814

Наименование параметра	Значение
Входы	8
Напряжение питания	$\pm 40 \dots \pm 1,28$ В
Входное сопротивление	10 МОм
Рабочая температура	0...60 °С

3.1.2.4 Модуль аналоговых выходов ВМХАМО0410

Предназначен для подключение исполнительных устройств с аналоговым управлением [17].



Рисунок 3.5 – Модуль аналоговых выходов ВМХАМО0410

Таблица 3.6 – Технические характеристики модуля ВМХАМО0410

Наименование параметра	Значение
Выходы	4
Напряжение питания	± 10 В
Выходной сигнал	4...20 мА
Рабочая температура	0...60 °С

3.1.3 Панель оператора SL HMIGXU5500

Панель оператора, предназначена для оптимизации управления, а также мониторинга состояния устройств и производственных линий [17].



Рисунок 3.6 – Внешний вид панели оператора

Таблица 3.7 – Технические характеристики панели оператора

Тип продукта	Усовершенств. сенсорная панель
Тип дисплея	ЖК сенсорный экран
Номинальное напряжение сети	24 В пост. ток
Тип встроенных клемм	RS485 протокол
Рабочая температура	0...50 °С
Степень защиты IP	IP65 (передняя панель)

3.1.4 Термопреобразователь ТХАУ-205

Термопреобразователь ТХАУ-205 предназначен для преобразования значения температуры различных сред в различных отраслях промышленности теплоэнергетической, химической, металлургической в унифицированный токовый выходной сигнал 4...20 мА. Термопреобразователь используют для работы с жидкими, твердыми и газообразными средами.

Термопреобразователи состоят из первичного преобразователя температуры и измерительного преобразователя. В качестве первичных преобразователей температуры используются термопреобразователи сопротивления ХА [11].



Рисунок 3.7– Внешний вид панели термопреобразователя ТХАУ-205

Таблица 3.8 – Технические характеристик термопреобразователя ТХАУ-205

Выходной сигнал	4...20 мА
Диапазоны температур	0...+400 °С 0...+1200 °С
Класс точности	0,25
Напряжение питания	12...36 В
Потребляемая мощность	не более 0,8 В
Степень защиты от пыли и влаги	IP65;
Номинально статические характеристики	ХА;
Взрывозащищенное исполнения:	Ex (ExiaCT6 X)

3.1.5 Датчик избыточного давления ЭМИС-БАР

Данный датчик предназначен для непрерывных измерений давления и преобразования измеренного давления в унифицированный выходной постоянного тока от 4 до 20 мА с наложенным на него цифровым сигналом в стандарте HART.

Принцип действия датчиков реализован на пьезорезистивном методе измерения давления, основанном на измерении разности напряжений на электрических сопротивлениях мостовой схемы интегрального чувствительного элемента из монокристаллического кремния при механическом воздействии на него. Чувствительный элемент закреплен на подложке из кремния, которая, в свою очередь, закреплена на измерительной мембране. При изменении давления

рабочей среды меняются геометрические размеры и электрические сопротивления пьезорезисторов моста Уитстона. Разность потенциалов на выходах моста Уитстона зависит от текущего давления. После двойного преобразования напряжения выхода моста (аналогоцифрового и цифроаналогового), усиления, фильтрации, модуляции формируется выходной сигнал датчика [12].



Рисунок 3.8 – Внешний вид датчика избыточного давления ЭМИС-БАР

Таблица 3.9 – Технические характеристики датчика избыточного давления ЭМИС-БАР

Чувствительный элемент:	подложка из кремния;
Измеряемая среда	Газ;
Диапазон измеряемых давлений, МПа	0..2 МПа;
Напряжение питания, В	24 В;
Погрешность, %	±0,04;
Взрывозащищенное исполнения:	Exd;
Рабочая температура	Минус 40...+120°С;
Температура окружающей среды для датчиков взрывозащищенного исполнения	Минус 60...+85 °С;
Выходные сигналы	4-20мА

3.1.6 Преобразователь переменного тока Т201DC100

Данное устройства может преобразовывать в аналоговый сигнал 0...10 В или 4...20 мА как уровень переменного, так и постоянного тока в проводнике, протекшего через него. Преобразователи прекрасно подходят для задач мониторинга тока потребления двигателей, нагревателей и других активных и индуктивных нагрузок, работающих как на постоянном, так и на переменном токе.

Принцип работы: для обеспечения преобразования необходимо пропустить проводник с измеряемым током через преобразователь. С помощью DIP переключателей на плате преобразователя устанавливается верхний предел преобразования и подключение встроенного фильтра. Для увеличения чувствительности преобразователя допускается наматывание нескольких витков вокруг преобразователя. При наматывании чувствительность увеличивается кратно $N+1$ количеству витков [28].



Рисунок 3.10– Внешний вид преобразователя переменного тока T201DC100

Таблица 3.11 – Технические характеристики преобразователя переменного тока T201DC100

Выходные сигналы	4-20мА
Напряжение	24 В
Степень защиты	IP20
Частота	20...1000 Гц
Рабочая температура	20...+70 °С
Температура хранения	Минус 40...+85 °С
Максимальный ток	100 А
Перегрузочная способность	2000А (импульсно)
Время фильтрации	500мс (без фильтра) 1000мс (с фильтром)
Относительная влажность	10...90% (без конденсации)

3.1.7 Вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200

ЭМИС-ВИХРЬ 200 предназначен для измерения объема и объемного расхода жидкостей, газов, (природного газа, попутного нефтяного газа, кислорода, воздуха и др. газов), насыщенного и перегретого пара, агрессивных сред при рабочем давлении и рабочей температуре в различных отраслях промышленности и

в системах коммерческого учета, в составе счетчиков газа и пара. Преобразователь расхода состоит из проточной части и электронного блока. Проточная часть представляет собой полый цилиндр, в поперечном сечении которого установлено тело обтекания, которое может иметь съемное исполнение. За телом обтекания расположен чувствительный элемент (сенсор).

Электронный блок крепится на цилиндре проточной части с помощью трубчатой стойки. Электронные платы размещены в электронном блоке.

В преобразователе реализован метод измерения расхода, основанный на измерении частоты вихрей. В цилиндре проточной части установлено тело обтекания, которое вызывает образование вихрей в набегающем потоке измеряемой среды. Вихри распространяются попеременно вдоль и сзади каждой из сторон тела обтекания. Частота срыва вихрей с тела обтекания пропорциональна скорости потока среды, а, следовательно, пропорциональна объемному расходу измеряемой среды. Эти завихрения вызывают колебания давления измеряемой среды по обе стороны крыла сенсора. Крыло передает пульсации давления на пьезоэлемент, который преобразует их в электрические сигналы, поступающие в электронный блок. Электронный блок формирует выходные сигналы преобразователя после усиления, фильтрации, преобразований и цифровой обработки сигнала [12].



Рисунок 3.11 – Внешний вид вихревого расходомера ЭМИС-ВИХРЬ 200

Таблица 3.12 – Технические характеристики вихревого расходомера ЭМИС-ВИХРЬ 200

Погрешность, %	до $\pm 1\%$
Типоразмеры	от 15 до 300 мм
Давление измеряемой среды	1 МПа -1,05 МПа
Температура измеряемой среды	Минус 60°C до +450°C
Выходные сигнал	аналоговый токовый 4-20 мА
Температура окружающей среды	Минус 60°C до +70°C

3.1.8 Датчик скорости ST420-LT

Данный датчик обнаруживает проходящие магниты установленные на валу пульсационного диска и выводит плавный непрерывный аналоговый сигнал 4-20 мА прямо пропорционально скорости вращения вала [13].



Рисунок 3.12 – Внешний вид вихревого датчика скорости ST420-LT

Таблица 3.13 – Технические характеристики датчика скорости ST420-LT

Выходные сигналы	4-20мА
Напряжение питания	24 В
Диапазон температуры	минус 20 °С ...+80 °С
Степень защиты	IP65
Тип движения	Вращение
Чувствительный элемент	Индуктивный

3.1.9 Устройство контроля пламени СНП ОЭ-1 «П»

СНП ОЭ-1 «П» - предназначен для контроля наличия или отсутствия пламени в горелочных устройствах, сжигающих газ, мазут или дизельное топливо. Состоит из трех частей: датчика пламени, сигнализатора горения, кабеля.

Метод измерения заключается: оптическая ось датчика пламени совпадает с его продольной геометрической осью. Имеет встроенную автоматическую систему самотестирования. Выходные сигналы – контакты реле «Пламя» и «Неисправность» [20].



Рисунок 3.13 – Внешний вид устройства контроля пламени СНП ОЭ-1 «П»

Таблица 3.14 – Технические характеристики устройство контроля пламени СНП ОЭ-«П»

Время срабатывания при появлении, пропадании пламени или при обнаружении неисправности	2сек
Сохраняет работоспособность и не выдают сигнал «Пожар» при максимальном значении фоновой освещенности	от электролюминесцентных источников – 2500 лк от ламп накаливания – 250 лк, при наличии в поле нагретых тел до 1000 °С
Напряжение питания	24 В
Ток потребления	не более 100 мА
Максимальный постоянный ток, коммутируемый контактами реле	при напряжении 24 В – 2 А,
Степень защиты оболочкой	IP54
Диапазон рабочих температур	Минус 40 до +55°С.

3.1.10 Прямоходный привод REGADA REMATIC ST 1

ST 01 - это электромеханическое изделие с высокой мощностью, предназначенные для автоматической позиционной регуляции арматур с прямолинейным движением с ходом от 10 до 50 мм, методом двухпозиционного и трехпозиционного регулирования.

Выходная часть прибора (тяги) осуществляет прямолинейное движение в направлении "открывает" и в направлении "закрывает". Движение тяги в направлении "открывает" и "закрывает" обеспечивается вводом электрических импуль-

сов на соответствующие клеммы. Приводной частью прибора является электродвигатель, питаемый и управляемый посредством двух силовых выключателей. Силовые выключатели выключаются пальцем. Позиционные выключатели выключаются движением кулачков. На панели управления находится тепловое сопротивление с термическим выключателем. В зависимости от вида заказа, в управляемой части может находиться также датчик сопротивления, служащий в качестве обратной связи на сопротивлениях или в качестве дистанционного датчика по положению. В случае недоотпуска электрической энергии или повреждения выключателей прибором можно управлять вручную [22].



Рисунок 3.14 – Внешний вид прямоходного привода ST 1

Таблица 3.15 – Технические характеристики прямоходного привода ST1

Входные сигналы	4-20мА
Нагрузочная сила	1600 - 6300 Н
Напряжение питания	380В/50Гц
Диапазон температур	Минус 25°С до +55°С
Степень защиты	IP 67
Скорость линейного перемещения	16 мм/сек
Рабочий ход	32 мм

3.1.11 Электромагнитный клапан EVPC25 008

Автоматические нормально закрытые двухпозиционные электромагнитные клапаны, которые открываются при поступлении напряжения на катушку и закрываются при его отсутствии. Предназначены для использования в системах дистанционного управления газогорелочных устройств паровых и водогрейных

котлов, теплогенераторов, бытовых отопительных установок и технологических системах для управления потоком газа в качестве запорно- регулирующих органов и органов безопасности.

Клапаны серии EVP/NC могут работать в системе автоматического контроля герметичности газогорелочных устройств [27].



Рисунок 3.15 – Внешний вид электромагнитного клапана

Таблица 3.16 – Технические характеристики электромагнитного клапана

Напряжение питания	220 В пост. тока;
Частота тока	50 Гц
Температура рабочей среды	Минус 30 °С до + 70 °С
Время открытия / закрытия	не более 1 с
Исполнение	Нормально-закрытый

3.1.12 Электромагнитное реле RXM4AB1BDPVM

Данное реле предназначено для коммутации электрических цепей, цепей сигнализации и управления.

На лицевой панели реле расположены:

- Кнопка для тестирования контактов;
- Выдвижная пластина для принудительного удержания контактов во время тестирования или техобслуживания (рабочее положение - задвинутое);
- Этикетка для маркировки реле;
- Реле имеет 4 перекидных контакта (4CO), материал контактов AgNi [18].



Рисунок 3.16 – Внешний вид электромагнитного клапана

Таблица 3.17 – Технические характеристики электромагнитного реле

Тип контактов	4 переключающ.
Напряжение	24 В
Тип привода	Блокируемая тестовая кнопка
Номинальный рабочий ток	6 А
Рабочая частота	<= 1200 циклов/час под нагрузкой <= 18000 циклов/час холостой ход
Электрическая прочность изоляции	1300 В Переменный ток между контактами с микровыключение изоляция
Степень защиты	IP20

3.1.13 Преобразователь частоты ATV212H075M3X

Преобразователи частоты Altivar ATV212H075M3X предназначены для управления электродвигателями. Регулирует давление в подаваемый ректор [18].



Рисунок 3.17 – Внешний вид преобразователя частоты

Таблица 3.18 – Технические характеристики преобразователя частоты

Мощность	22 кВт
Число фаз сети	3
степень защиты IP	IP21
Напряжение	380 В
Номинальный ток	5,1 А
Частота сети	50 Гц

3.1.14 Устройство плавного пуска ATS01N106FT

Устройство плавного пуска предназначено для ограничения пускового момента, плавного пуска и торможения асинхронных двигателей. Использование данного устройства улучшает пусковые характеристики асинхронных двигателей, обеспечивая контролируемый, безударный, плавный пуск. Оно позволяет исключить механические удары, в следствии чего двигатель защищен от преждевременного износа, что уменьшает затраты на ремонт и сокращает простой оборудования. Прибор серии Altistart 01 ограничивает момент и броски тока при пуске механизмов, для которых не требуется большой пусковой момент [18].



Рисунок 3.19 – Внешний вид электромагнитного клапана

Таблица 3.20 – Технические характеристики электромагнитного реле

Мощность	3 кВт
Число фаз сети	3
Напряжение	380 В
степень защиты IP	IP20
Частота сети	50 Гц
Потребляемый ток	30 А

3.2 Проектирование шкафов управления

3.2.1 Шкаф

Система линейных шкафов VX 25 из листовой стали благодаря симметричному профилю по ширине и глубине обеспечивает значительный выигрыш в пространстве, а также простой внутренний монтаж. При этом также гарантируется возможность соединения в линейку со всех сторон. Кроме того, встроенное автоматическое выравнивание потенциалов всех плоских деталей и трехступенчатая обработка поверхности обеспечивают оптимальную безопасность [19].

В данной работе был выбран шкаф: VX 8886.000



Рисунок 3.20 – Внешний вид шкафа

Таблица 3.21– Характеристики линейного шкафа

Каркас шкафа: листовая сталь 1,5 мм	листовая сталь 1,5 мм
Крыша	листовая сталь 1,5 мм
Дверь	листовая сталь, 2,0 мм
Задняя стенка	листовая сталь, 1,5 мм
Панели основания	листовая сталь 1,5 мм
Монтажная панель	листовая сталь, 3,0 мм
Степень защиты IP	IP 55
Ширина	800 mm
Высота	1800 mm
Глубина	600 mm

3.2.2 Автоматический выключатель GV3P18

Автоматический выключатель GV3P18 с комбинированным расцеплением специально предназначен для управления и защиты электродвигателей. Выключатель оборудован зажимами с винтами BTR (с внутренним шестигранником), которые затягиваются торцевым ключом No4. Новая запатентованная технология присоединения Everlink обеспечивает постоянное качество зажима кабелей. Даже в случае текучести проводников сила сжатия кабелей остается неизменной благодаря действию пружины силового соединителя [17].



Рисунок 3.21 – Внешний вид автоматического выключателя GV3P18

Таблица 3.22– Технические характеристики автоматического выключателя GV3P18

Тип сети	Переменный ток
Число полюсов	3
Номинальное рабочее напряжение, В	690 В
Номинальный ток, А	18 А
Диапазон рабочих температур, °С	Минус 20...60 °С
Мощность	3 кВт
Степень защиты	IP20

3.2.3 Автоматический выключатель GV3P406

Предназначен для защиты электродвигателей от перегрузок и коротких замыканий [17].



Рисунок 3.23 – Внешний вид автоматического выключателя GV3P406

Таблица 3.24 – Технические характеристики автоматического выключателя GV3P406

Тип сети	Переменный ток
Число полюсов	3
Мощность	22 кВт
Номинальное рабочее напряжение, В	690 В
Номинальный ток, А	40А
Диапазон рабочих температур, °С	Минус 20...60 °С
Степень защиты	IP20

3.2.4 Автоматический выключатель A9F73101

Автоматические выключатели Acti9 отвечают требованиям нескольких стандартов и сочетают в себе следующие функции:

- защита цепей от токов короткого замыкания;
- защита цепей от токов перегрузки;
- возможность секционирования в промышленных электроустановках в соответствии со стандартом МЭК/EN 60947-2;
- индикация аварийного отключения посредством красного механического индикатора состояния, расположенного на передней панели автоматического выключателя [17].



3.24 – Внешний вид автоматического выключателя A9F73101

Таблица 3.25 – Технические характеристики автоматического выключателя A9F73101

Число полюсов	3
Номинальное рабочее напряжение, В	230 В
Номинальный ток, А	1 А
Рабочая температура	Минус 35...70 °С
Степень защиты	IP20

3.5 Автоматический выключатель NS80HMA28106

Автоматический выключатель осуществляют защиту от коротких замыканий и гарантированное разъединение. Полная защита электродвигателя от перегрузок может обеспечиваться, на выбор, автоматическим выключателем или тепловым реле Telemecanique. Электродвигатель может иметь различные схемы управления: прямой пуск, с реверсом или без него, схему управления «звезда треугольник» [17].



Рисунок 3.25 – Внешний вид автоматического выключателя A9F7310

Таблица 3.26 – Технические характеристики автоматического выключателя А9F73101

Число полюсов	3
Мощность	30 кВт
Номинальное рабочее напряжение, В	750 В
Номинальный ток, А	40А
Рабочая температура	Минус 25...70 °С
Степень защиты	IP40

3.2.6 Блок питания датчиков

Блоки питания Метран – 608 предназначены для преобразования сетевого напряжения 220В в стабилизированное напряжение 24 или 36 В и питания датчиков с унифицированным выходным сигналом

Блок питания постоянного тока состоит из первичного импульсного источника питания и четырех независимых каналов, каждый из которых является линейным стабилизированным источником питания (СИП) со схемой электронной защиты и встроенным преобразователем "напряжение - частота" [25].



Рисунок 3.26 – Внешний вид блока питания

Таблица 3.27 – Технические характеристики блока питания

Выходное напряжение	24 В пост.
Количество каналов	4
Максимальный ток нагрузки на каждый канал	120 мА
Ток срабатывания защиты, не более	135 мА
Ток короткого замыкания, не более	30 мА
Монтаж	на шине DIN
Потребляемая мощность	21 В
Рабочая температура	Минус 20 °С до +70°С
Рабочая влажность	20 ~ 90 %
Габаритные размеры	40 мм x 90 мм x 100 мм

3.2.7 Светильник в шкаф управления

Светильник SZ4138.300 предназначен для освещения шкафа автоматизации [19].



Рисунок 3.27 – Внешний вид светильника

Таблица 3.28 – Технические характеристики светильника

Исполнение	без концевого выключателя двери
Напряжение питания	230 В
Рабочая температура	Минус 15 °С...+45 °С
Класс защиты	I (с защитным заземлением)
Потребляемая мощность	30 В

3.2.8 Клеммы и клеммные коробки

Клемма с ножевыми размыкателями UT 2,5-МТ ВU предназначена для надёжного электрического соединения информационных и питающих линий. Клеммы компактной конструкции отличаются/малыми конструктивными размерами при используемом расчетном поперечном сечении провода [26].



Рисунок 3.28 – Внешний вид клемм

Таблица 3.29 – Технические характеристики клемм и клеммных коробок

Тип подключения	Винтовые зажимы
Номинальный ток	20 А
Номинальное напряжение	400 В
Температура окружающей среды	Минус 60 °С ... 85 °С

3.2.9 Клеммы силовые

UT 35 – 3044225 – имеет возможность простой и быстрой подачи питания и распределения потенциалов сильных токов, а также использования проводов с поперечным сечением до 35 мм² с помощью переходной перемычки.

Переходная перемычка позволяет объединять клеммы с различными типами соединения, например, винтовые клеммы UT 35 и клеммы 2,5 с технологией Push-in в блоки питания [26].

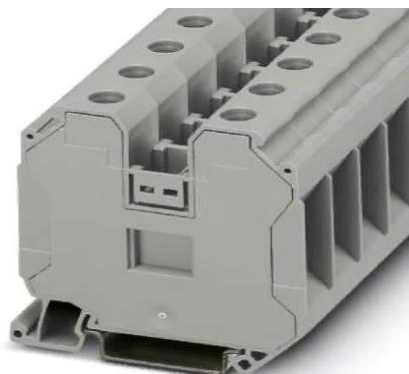


Рисунок 3.29 – Внешний вид клемм

Таблица 3.30 – Технические характеристики силовых клемм

Тип подключения	Винтовые зажимы
Номинальный ток	125 А
Номинальное напряжение	1000 В
Температура окружающей среды	Минус 60 °С ... 85 °С

3.2.10 Выключатель концевой

Выключатель концевой SZ 2500.470 предназначен включения светильника при открытии дверцы шкафа автоматизации [19].



Рисунок 3.30 – Внешний вид концевой выключателя

Таблица 3.31 – Технические характеристики концевого выключателя

Исполнение	с кабелем подключения
Напряжение питания	230 В
Номинальный ток	1 А

3.2.11 Вентилятор с фильтром TopTherm – SK

Вентилятор с фильтром EN2150K обеспечивает приток отфильтрованного холодного воздуха внутрь щита, что способствует охлаждению микропроцессорного и преобразовательного оборудования [19].



Рисунок 3.31 – Внешний вид вентилятора с фильтром

Таблица 3.3 – Технические характеристики вентилятора

Мощность воздушного потока	120 м ³ /ч
Степень защиты	IP 54
Номинальное рабочее напряжение	230 В
Диапазон температур окружающей среды	Минус 15°С...+55°С
Габаритные размеры	204x204x80

3.2.12 Сигнальные лампы

Светодиодная лампа XB7EV06BP - предназначена для световой сигнализации технологических процессов [17].



Рисунок 3.32 – Внешний вид сигнальных ламп

Таблица 3.33 – Технические характеристики сигнальной лампы

Тип подключения	Винтовое соединение
Степень защиты	IP65
Напряжение	24 В
Рабочая температура	Минус 25...70 °С
Диаметр	22 мм

3.2.13 Кнопка управления круглая

Кнопка обеспечивает простое и надежное управление процессами. Визуально заметна благодаря яркому цвету и маркировке, тем самым минимизируя ошибки при монтаже и последующем техническом обслуживании. Кнопка механически устойчива к ударам, пыленепроницаема, водонепроницаема. [17].



Рисунок 3.33 – Внешний вид круглой кнопки



Рисунок 3.34 – Внешний вид круглой кнопки

Таблица 3.34 – Технические характеристики кнопок управления

Название	ХВ4ВА42 (красная), ХВ7НА31(зеленая)
Тип подключения	Винтовое соединение
Степень защиты	IP67
Напряжение	24 В
Рабочая температура	Минус 25...70 °С
Диаметр	22 мм

3.3 Выводы по разделу

В исследуемой работе был выполнен анализ оборудования, которое обеспечивает контроль и регулирование технологического процесса получения термического окислителя легколетучих компонентов органических соединений. Был выбран программируемый логический контроллер с модулями ввода-вывода, различные датчики и исполнительные механизмы. Подобрано коммутационное оборудование для обеспечения безопасности приборов внутри шкафа управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что разработанная автоматизированная система термического окислителя легколетучих компонентов органических соединений работает достаточно эффективно. Благодаря выбранным датчикам удалось повысить скорость и качество выпускаемого продукта.

В ходе работы были решены следующие задачи:

- 1) проведен анализ научно-технической литературы и технических средств автоматизации для исследуемого технологического процесса;
- 2) разработано математическое описание для нагрева воздуха топки и осуществлено моделирование переходного процесса АСУ;
- 3) была спроектирована АСУ регенерирующего термического окислителя легколетучих органических соединений.

Таким образом, основную цель работы по повышению качества очистки газа, за счет модернизации системы управления можно считать достигнутой

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ эффективности термохимической регенерации в высокотемпературных установках (Попов С.К., Свистунов И.Н., Конопелько Е.Д.- 2014. № 3 (89). С. 52-56.)
2. Афонин, А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. – М.: Форум, 2011. – 192с.
3. Вадутов, О.С. Настройка типовых регуляторов по методу Циглера–Никольса: метод.указания к выполнению лаб. работы для студентов, обучающихся по направлениям 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 201000 «Биотехнические системы и технологии» / О.С. Вадутов –Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. – 10 с.
4. Ветошкин, А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во ПГАСА, 2002. - 290 с. Калачев, Ю.Н
5. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах–Введ.2014-12-01. –М.: Стандартинформ, 2014. - 15 с.
6. ГОСТ 21.408-2013 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов – Введ.2014-11-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 38 с.
7. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов/ А.М. Гумеров, Н.Н Валеев, А.М. Гумеров, В.М. Емельянов. 2013г. – 53 с.
8. Ерофеева, Е.В. Проектирование автоматизированных систем: методические указания к выполнению самостоятельной работы для студентов специальности «Автоматизация технологических процессов и производств»/ - Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – М.: Иваново, 2008. – 39 с.

9. Зеленин, К.Н. Органические вещества атмосферы. // Соросовский образовательный журнал - 1998. - № 4- С. 39-44
10. Каталог продукции «ОВЕН» [Электронный ресурс] // Компания «ОВЕН». URL: <https://www.se.com/ru/ru/> (Дата обращения 09.06.20)
11. Каталог продукции «Элемер» [Электронный ресурс] // Научно-производственное предприятие «Элемер» URL: <https://www.elemer.ru/> (Дата обращения 09.06.20)
12. Каталог продукции «ЭМИС» [Электронный ресурс] // Группа промышленных компания «ЭМИС» URL: <https://emis-kip.ru/> (Дата обращения 09.06.20)
13. Каталог продукции Electro-Sensors [Электронный ресурс] // Компания Electro-Sensors URL: <https://www.electro-sensors.com//> (Дата обращения 09.06.20)
14. Каталог продукции «ВЕСТ-ЭЛ» [Электронный ресурс] // Группа промышленных компания «ВЕСТ-ЭЛ» URL: <https://www.west-l.ru/> (Дата обращения 09.06.20)
15. Каталог продукции «SIEMENS» [Электронный ресурс] // Группа промышленных компания «SIEMENS» URL: <https://siemens.a-k-c.su/> (Дата обращения 09.06.20)
16. Каталог продукции «Агрострой» [Электронный ресурс] // Группа промышленных компания «Агрострой» URL: <http://agrostroy.ru/> (Дата обращения 09.06.20)
17. Каталог продукции «Schneider Electric» [Электронный ресурс] // Компания «Schneider Electric». URL: <https://www.se.com/ru/ru/> (Дата обращения 09.06.20)
18. Каталог продукции «АБС ЗЭиМ Автоматизация» [Электронный ресурс] // Группа промышленных компания «АБС ЗЭиМ Автоматизация» URL: <https://www.masterprom.ru/> (Дата обращения 09.06.20)
19. Каталог продукции «Rittal» [Электронный ресурс] // Компания «Rittal» URL: <https://www.rittal.com/ru> (Дата обращения 09.06.20)
20. Каталог продукции «Набат» [Электронный ресурс]// компания «Набат» [http:// http://nabat-detector.ru/](http://nabat-detector.ru/) (Дата обращения 09.06.20)

21. Каталог продукции ООО «Арсенал» [Электронный ресурс]// компания «Арсенал» [http:// http://www.arsenal74.ru](http://www.arsenal74.ru) (Дата обращения 09.06.20)
22. Каталог продукции [Электронный ресурс]// Завод Regada.URL: <http://www.regada.sk/sk/> (Дата обращения 09.06.20)
23. Каталог продукции ООО «КИП-Сервис» [Электронный ресурс]// КИП-Сервис–промышленная автоматика. URL: <http://kipservis.ru/> (Дата обращения 09.06.20)
24. Каталог продукции фирмы SENSOREN [Электронный ресурс]// Промышленные датчики SENSOREN URL: <https://sensoren.ru/> / (Дата обращения 09.06.20)
25. Каталог продукции МЕТРАН [Электронный ресурс]// Официальный сайт фирмы МЕТРАН URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/automation/measurement-instrumentation/metran> (Дата обращения 09.06.20)
26. Каталог продукции фирмы Phoenix contact [Электронный ресурс]// компания Phoenix contact URL: <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/pc> (Дата обращения 09.06.20)
27. Каталог продукции фирмы Теплогазприбор [Электронный ресурс]// Контрольно измерительные приборы производства Теплогазприбор URL: <https://теплогазприбор.рф/p49711551-elektromagnitnye-dvuhpozitsionnye-klarany.html> (Дата обращения 09.06.20)
- 28.Каталог продукции фирмы SENECA [Электронный ресурс]// компания SENECA URL: <https://www.seneca.it/en/> (Дата о-бращения 09.06.20)
- 29.Ротач, В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов / В. Я. Ротач. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 396 с., ил.
30. Detchanamurthy S., Gostomski P.A. Studies on the Influence of Different Metabolic Uncouplers on the Biodegradation of Toluene in a Differential Biofilter Reactor // *Biotechnology and Bioprocess Engineering.*- Springer, 2015.- PP.
31. Aydin Berenjian et al. Volatile organic compounds removal methods: a review // *American Journal of Biochemistry and Biotechnology.*- 2012.- 8 (4).- С.220-229.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СПРАВКА

о результатах проверки
выпускной квалификационной работы на наличие заимствований

Карасева Анастасия Юрьевна

Тема выпускной квалификационной работы:

Разработка автоматизированной системы управления регенерирующим термическим окислителем легколетучих органических соединений

Руководитель: Савчиц Артем Вячеславович, доцент кафедры ВАЭ.

Информация о документе:

Имя исходного файла: 15.03.04_ВАЭ_О_ВКРБ_2020_Карасева_Анастасия_Юрьевна .pdf

Тип документа: прочее (пояснительная записка к ВБР)

Результаты проверка в системе «Антиплагиат» представлены на следующей странице.

Уникальность текста: 68,6 %

<hr/> <i>подпись студента</i>	<hr/> <i>Карасева А.Ю расшифровка под- писи</i>	<hr/> <i>подпись ответственного за проверку</i>	<hr/> <i>Савчиц А.В. расшифровка подписи</i>
	<hr/> <i>16.06.2020 г. дата</i>		<hr/> <i>16.06.2020 г. дата</i>

Отчет о проверке на заимствования №1



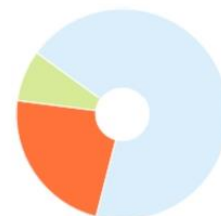
Автор: Савчиц Артем Вячеславович vae@volpi.ru / ID: 40
Проверяющий: Савчиц Артем Вячеславович (vae@volpi.ru / ID: 40)
Организация: Волгоградский государственный технический университет
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»- <http://vsturu.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 333
 Начало загрузки: 16.06.2020 21:25:42
 Длительность загрузки: 00:00:08
 Имя исходного файла: 15.03.04_ВАЭ_О_ВКБР_2020_Карасева_Анастасия_Юрьевна.pdf
 Название документа: 15.03.04_ВАЭ_О_ВКБР_2020_Карасева_Анастасия_Юрьевна
 Размер текста: 1 кБ
 Тип документа: Выпускная квалификационная работа
 Символов в тексте: 68863
 Слов в тексте: 7625
 Число предложений: 346

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
 Начало проверки: 16.06.2020 21:25:51
 Длительность проверки: 00:01:43
 Комментарии: не указано
 Модули поиска: Модуль поиска "Интернет Плюс", Коллекция РГБ, Кольцо вузов, Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU, Диссертации и авторефераты НББ, Модуль поиска общепотребительных выражений, Модуль поиска перефразирований Интернет, Коллекция eLIBRARY.RU, Сводная коллекция ЭБС, Коллекция Патенты, Модуль выделения библиографических записей, Модуль поиска ИПС "Адилет", Цитирование, Модуль поиска переводных заимствований, Модуль поиска переводных заимствований по eLibrary (EnRu), Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu), Коллекция ГАРАНТ, Коллекция Медицина, Модуль поиска "ВолГТУ"



ЗАИМСТВОВАНИЯ	САМОЦИТИРОВАНИЯ	ЦИТИРОВАНИЯ	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ
23,18%	0%	8,22%	68,6%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
 Самоцитирования — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.
 Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
 Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
 Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
 Заимствования, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
 Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	8,04%	8,04%	не указано	не указано	раньше 2011	Модуль выделения библиографических записей	1	1
[02]	2,53%	2,94%	Анализ работы расходомер...	http://elibrary.ru	16 Июл 2018	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	2	2
[03]	0,03%	2,72%	КУРСОВАЯ РАБОТА по дисци...	http://mysagni.ru	30 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	1	4
[04]	1,52%	2,13%	Сажин, С.Г. Промышленные ...	http://dpi-ngtu.ru	01 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	3	5
[05]	2,11%	2,11%	ПРИВОДЫ ДЛЯ РЕГУЛИРУЮ...	http://docplayer.ru	07 Мая 2018	Модуль поиска "Интернет Плюс"	5	5
[06]	0%	1,99%	Сажин, С.Г. Средства автома...	http://dpi-ngtu.ru	01 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	0	5
[07]	0%	1,78%	ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОД...	http://lib.knigi-x.ru	07 Ноя 2017	Модуль поиска "Интернет Плюс"	0	8
[08]	0,25%	1,56%	КУРСОВАЯ РАБОТА по дисци...	http://mysagni.ru	23 Мар 2016	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	6
[09]	1,04%	1,48%	Сигнализатор пламени СНП...	https://pb-russia.ru	16 Июнь 2020	Модуль поиска "Интернет Плюс"	8	12
[10]	0%	1,29%	Лысковец Алексей diplom_ly...	не указано	12 Июнь 2017	Кольцо вузов	0	3
[11]	1,14%	1,14%	Контроль технологических ...	http://elibrary.ru	05 Авг 2016	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	3	3

[12]	0%	1,1%	Сборник докладов конфере...	http://volpi.ru	23 Дек 2019	Модуль поиска "Интернет Плюс"	0	5
[13]	1,08%	1,08%	Исследование объекта и ра...	http://vunivere.ru	05 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	2	2
[14]	0%	0,97%	Сборник материалов конфе...	http://volpi.ru	23 Дек 2019	Модуль поиска "Интернет Плюс"	0	4
[15]	0%	0,95%	Анализ работы расходомер...	http://elibrary.ru	16 Июл 2018	Коллекция eLIBRARY.RU	0	4
[16]	0,92%	0,92%	РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИР...	http://elibrary.ru	14 Окт 2019	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	1	1
[17]	0,43%	0,92%	попов е.п.теория линейных ...	http://inethub.olvi.net.ua	раньше 2011	Модуль поиска "Интернет Плюс"	4	7
[18]	0,86%	0,86%	не указано	http://energyland.info	28 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	1	1
[19]	0,84%	0,84%	Автоматизация технологиче...	http://elibrary.ru	21 Янв 2019	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	1	1
[20]	0,82%	0,82%	Игембаев, Нурлан Кенжешо...	http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Коллекция РГБ	2	2
[21]	0,79%	0,79%	Средства Коммуникации - Ф...	http://www2.emersonprocess.co	17 Апр 2018	Модуль поиска "Интернет Плюс"	4	4
[22]	0%	0,79%	Сажин, С.Г. Средства автома...	http://dpi-ngtu.ru	06 Дек 2016	Модуль поиска "Интернет Плюс"	0	2
[23]	0,78%	0,78%	Дипломная работа: Автомат...	https://referatbank.ru	раньше 2011	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	2
[24]	0,35%	0,76%	ЧАЛОВ Р.В.	не указано	16 Июнь 2017	Кольцо вузов	1	4
[25]	0,39%	0,72%	СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ...	http://elibrary.ru	17 Дек 2019	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	2	3
[26]	0%	0,71%	ПТЭ-61 2016 диплом Катаев ...	не указано	14 Июнь 2016	Кольцо вузов	0	5
[27]	0%	0,71%	2016_14010465_1100602332_...	не указано	16 Июнь 2016	Кольцо вузов	0	5
[28]	0%	0,71%	2016_14010465_1100602332_...	не указано	16 Июнь 2016	Кольцо вузов	0	5
[29]	0,34%	0,71%	Чадаева Т.А._Очистка газов...	не указано	24 Июнь 2016	Кольцо вузов	2	5
[30]	0%	0,69%	Разработка автоматизирова...	не указано	30 Мая 2018	Кольцо вузов	0	5
[31]	0,68%	0,68%	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ...	http://elibrary.ru	11 Фев 2020	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	1	1
[32]	0%	0,67%	Методологические аспекты ...	http://elibrary.ru	16 Июл 2018	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	0	1
[33]	0,22%	0,63%	50683	http://e.janbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	1	4
[34]	0,62%	0,62%	acti9_2011.pdf	http://eom.com.ua	21 Ноя 2018	Модуль поиска "Интернет Плюс"	1	1
[35]	0%	0,62%	2018_ИЭИТУС_ЭиА_130302_Б...	не указано	06 Июнь 2018	Кольцо вузов	0	1
[36]	0,61%	0,61%	393 Курсовая Псу - копия	не указано	28 Апр 2018	Кольцо вузов	2	2
[37]	0,28%	0,61%	АСУ технологического проц...	http://revolution.allbest.ru	02 Сен 2017	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	3
[38]	0%	0,6%	Система автоматического у...	не указано	13 Июнь 2018	Кольцо вузов	0	2
[39]	0%	0,56%	Методологические аспекты ...	http://elibrary.ru	16 Июл 2018	Коллекция eLIBRARY.RU	0	2
[40]	0,22%	0,55%	Руководство по эксплуатац...	http://shkolnie.ru	01 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	1	2
[41]	0,54%	0,54%	Читать диплом по всему дру...	https://referat.co	30 Ноя 2019	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	2
[42]	0,2%	0,54%	Разработка автоматизирова...	http://elibrary.ru	10 Фев 2020	Коллекция eLIBRARY.RU	1	3
[43]	0%	0,53%	Контроль технологических ...	http://elibrary.ru	05 Авг 2016	Коллекция eLIBRARY.RU	0	3
[44]	0,3%	0,53%	Основные преимущества ис...	http://elibrary.ru	11 Мая 2018	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	1	1
[45]	0%	0,48%	Разработка гибридной сист...	http://elibrary.ru	27 Янв 2016	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	0	1
[46]	0,41%	0,45%	16 ^ Фронтальный погрузчи...	http://rudocs.exdat.com	30 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	2	2
[47]	0%	0,44%	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ...	http://elibrary.ru	11 Фев 2020	Коллекция eLIBRARY.RU	0	3
[48]	0,43%	0,43%	Руководство по эксплуатац...	http://shkolnie.ru	29 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	1	1

[49]	0,12%	0,39%	Исследование объекта и ра...	http://vunivere.ru	раньше 2011	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	3
[50]	0,32%	0,39%	Скачать	http://energyland.info	раньше 2011	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	3
[51]	0%	0,38%	Лисейкина, Ольга Вячеслав...	http://dlib.rsl.ru	22 Авг 2019	Коллекция РГБ	0	2
[52]	0,37%	0,37%	ГОСТ 7192-89 (СТ СЭВ 5983-8...	http://docs.cntd.ru	раньше 2011	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	2
[53]	0%	0,37%	Калинин, Евгений Николаев...	http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Коллекция РГБ	0	4
[54]	0,15%	0,33%	Клапан запорный газовый у...	http://bankpatentov.ru	25 Июнь 2015	Коллекция Патенты	1	2
[55]	0,32%	0,32%	Реле защиты TeSys Трехпол...	http://docplayer.ru	17 Апр 2018	Модуль поиска "Интернет Плюс"	1	1
[56]	0,32%	0,32%	Разработка автоматизирова...	http://elibrary.ru	10 Фев 2020	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	1	1
[57]	0,05%	0,3%	Автоматизация процесса вы...	http://yaneuch.ru	раньше 2011	Модуль поиска "Интернет Плюс"	1	2
[58]	0%	0,28%	ГОСТ 7192-89 (СТ СЭВ 5983-8...	http://docs.cntd.ru	05 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	0	1
[59]	0%	0,26%	Ким, Наталья Викторовна Р...	http://dlib.rsl.ru	27 Дек 2019	Коллекция РГБ	0	1
[60]	0,18%	0,26%	КЛАПАН ЗАПОРНЫЙ ГАЗОВ...	http://elibrary.ru	29 Авг 2014	Коллекция eLIBRARY.RU	1	2
[61]	0%	0,26%	Федеральное агентство по ...	http://dlib.rsl.ru	01 Дек 2014	Коллекция РГБ	0	1
[62]	0%	0,26%	Компьютерное управление ...	http://studentlibrary.ru	20 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	1
[63]	0%	0,24%	Компьютерное управление ...	http://studentlibrary.ru	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[64]	0%	0,24%	253183	http://biblioclub.ru	19 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[65]	0%	0,24%	258935	http://biblioclub.ru	19 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[66]	0%	0,24%	Управление и инноватика в...	http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	2
[67]	0%	0,23%	Разработка функциональны...	http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	2
[68]	0%	0,21%	Инструкция по эксплуатац...	https://secandsafe.ru	12 Сен 2018	Модуль поиска "Интернет Плюс"	0	2
[69]	0,15%	0,19%	Автоматизация картонодел...	http://knowledge.allbest.ru	30 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	1	1
[70]	0%	0,18%	Свистунов, Илья Николаеви...	http://dlib.rsl.ru	27 Дек 2019	Коллекция РГБ	0	1
[71]	0,18%	0,18%	не указано	не указано	раньше 2011	Модуль поиска общеупотребительных выражений	4	4
[72]	0%	0,18%	АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ ГОСТ ...	http://elibrary.ru	19 Мая 2020	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1
[73]	0%	0,18%	Судебная строительно-тех...	http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	1
[74]	0%	0,17%	Силин, Андрей Владимиров...	http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Коллекция РГБ	0	1
[75]	0%	0,16%	ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВ...	http://elibrary.ru	21 Фев 2018	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1
[76]	0,16%	0,16%	Скачать	http://worldreferat.ru	13 Мая 2020	Модуль поиска "Интернет Плюс"	1	1
[77]	0%	0,16%	Выпускная квалификационн...	http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	1
[78]	0%	0,16%	Оформление дипломных пр...	http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	1
[79]	0%	0,16%	Информационная поддержк...	http://dep.nlb.by	11 Ноя 2016	Диссертации и авторефераты НББ	0	1
[80]	0%	0,15%	Электромагнитный клапан. ...	http://findpatent.ru	24 Июнь 2015	Коллекция Патенты	0	1
[81]	0%	0,15%	273587	http://biblioclub.ru	20 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1
[82]	0%	0,15%	ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПОВ С...	http://elibrary.ru	13 Дек 2016	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1
[83]	0%	0,15%	Техническая эксплуатация к...	http://ebooks.ru	09 Дек 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1
[84]	0%	0,15%	62654	http://e.janbook.com	раньше 2011	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[85]	0%	0,15%	Рыбалкин, Леонид Алексеев...	http://dlib.rsl.ru	27 Дек 2019	Коллекция РГБ	0	1
[86]	0,05%	0,14%	Самофлюсующиеся композ...	http://dep.nlb.by	11 Ноя 2016	Диссертации и авторефераты НББ	2	1
[87]	0%	0,14%	Электромагнитная совмести...	http://studentlibrary.ru	20 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[88]	0%	0,11%	РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИР...	http://elibrary.ru	14 Окт 2019	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1

[89]	0%	0,1%	О секторных программах пр...	http://adilet.zan.kz	21 Янв 2016	Модуль поиска ИПС "Адилет"	0	1
[90]	0%	0,1%	О секторных программах пр...	http://adilet.zan.kz	21 Янв 2016	Модуль поиска ИПС "Адилет"	0	1
[91]	0%	0,1%	Об утверждении Отраслево...	http://adilet.zan.kz	21 Янв 2016	Модуль поиска ИПС "Адилет"	0	1
[92]	0%	0,1%	О Среднесрочном плане со...	http://adilet.zan.kz	21 Янв 2016	Модуль поиска ИПС "Адилет"	0	1
[93]	0%	0,1%	Вестник машиностроения. 2...	http://biblioclub.ru	20 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1
[94]	0%	0,1%	Стариков, Станислав Алекса...	http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Коллекция РГБ	0	1
[95]	0%	0,1%	Мониторинг эффективности...	http://emil.ru	20 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	1
[96]	0%	0,1%	Молекулярно-мембранные ...	http://dep.nlb.by	11 Ноя 2016	Диссертации и авторефераты НББ	0	1
[97]	0%	0,1%	Бланширование картофеля ...	http://dep.nlb.by	04 Июл 2017	Диссертации и авторефераты НББ	0	1
[98]	0%	0,1%	Определение параметров к...	http://dep.nlb.by	16 Янв 2020	Диссертации и авторефераты НББ	0	1
[99]	0%	0,1%	Синтез аппаратных средств ...	http://dep.nlb.by	16 Янв 2020	Диссертации и авторефераты НББ	0	1
[100]	0%	0,1%	Высококачественные комби...	http://dep.nlb.by	16 Янв 2020	Диссертации и авторефераты НББ	0	1
[101]	0,08%	0,08%	CNRS-INSMI - INstitut des Scie...	https://hal-mines-paristech.archi	12 Дек 2019	Модуль поиска "Интернет Плюс"	1	1
[102]	0,08%	0,08%	Сафиулина, Алия Габделфая...	http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Коллекция РГБ	1	1
[103]	0,08%	0,08%	А. В. Грищенко, В. В. Стреко...	http://dlib.rsl.ru	11 Июл 2017	Коллекция РГБ	1	1
[104]	0%	0,08%	А. А. Старостина, А. В. Лапте...	http://dlib.rsl.ru	15 Дек 2017	Коллекция РГБ	0	1
[105]	0%	0,07%	Васина, Инна Владимировн...	http://dlib.rsl.ru	01 Янв 2018	Коллекция РГБ	0	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результаты апробации работы

По результатам работы была опубликована статья в следующем журнале:

Международный научно-информационный центр Наукосфера «Техническая наука» 2020, №6.