

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Система контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органоводоугольных топлив УДК 681.518.2:621.311.22.002.5:621.182.2-6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Дорохов Вадим Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Стрижак Павел Александрович	д.ф.-м.н., профессор		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШФВП	Няшина Галина Сергеевна	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Сотникова Анна Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель профиля ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Стрижак Павел Александрович	д.ф.-м.н., профессор		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.

P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

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
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ И.Н. Бутакова

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
П.А. Стрижак
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5В	Дорохову Вадиму Валерьевичу

Тема работы:

Система контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органоугольных топлив	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019, 3503/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.19
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом проектирования является система контроля антропогенных выбросов ТЭС. Основное топливо – органоугольная топливная композиция, приготовленная на основе влажного отхода углеобогащения и жидкого горючего компонента нефтяного происхождения. При разработке системы контроля антропогенных выбросов предусмотреть использование современных микропроцессорных технических средств автоматизации для реализации функций автоматического контроля параметров.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Исследовательские изыскания. 2 Проектирование системы контроля антропогенных выбросов. 3 Разработка щита управления системы контроля антропогенных выбросов. 4 Расчет параметров настройки регулятора. 5 Мнемосхема проекта. 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7 Социальная ответственность.
Перечень графического материала	1 Схема функциональная. 2 Схема электрическая соединений. 3 Схема монтажная. 4 Общий вид щита управления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Сотникова Анна Александровна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Стрижак Павел Александрович	д.ф.-м.н., профессор		
Ассистент ИШФВП	Няшина Галина Сергеевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Дорохов Вадим Валерьевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 78 с., 10 рис., 18 табл., 27 источников.

Ключевые слова: котлоагрегат, сжигание, уголь, водоугольное топлива, органоводоугольное топливо, отходы углепереработки, дымовые газы, оксиды серы и азота, система контроля антропогенных выбросов, микропроцессорные технические средства автоматизации.

Объектом автоматизации является система контроля антропогенных выбросов ТЭС.

Цель работы – проектирование системы контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органоводоугольных топлив, используя микропроцессорные средства автоматизации.

В процессе выполнения работы проводились экспериментальные исследования, 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 исследования разработана автоматизированная система контроля антропогенных выбросов 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

ОВУТ – органоводогольное топливо;

ВУТ – водоугольное топливо;

Фильтр-КЕК –типичные отходы углепереработки;

КЕК «К» – отходы углеобогащения каменного угля марки К.

Содержание

Введение.....	10
1 Исследовательские изыскания.....	15
2 Проектирование системы контроля антропогенных выбросов.....	23
2.1 Разработка структурной схемы	25
2.2 Разработка функциональной схемы.....	26
2.3 Выбор технических средств системы контроля антропогенных выбросов.....	27
2.3.1 Выбор датчиков температуры	28
2.3.2 Выбор технических средств измерения расхода питательной воды	29
2.3.3 Выбор технических средств измерения расхода дымовых газов	31
2.3.4 Выбор технических средств измерения состава дымовых газов	32
2.3.5 Выбор исполнительного механизма	33
2.3.6 Выбор регулирующего устройства	34
3 Разработка щита управления системы контроля антропогенных выбросов	36
3.1 Проектирование схемы соединений	36
3.2 Проектирование монтажной схемы	37
3.3 Разработка чертежа общего вида шкафа системы контроля антропогенных выбросов	38
4 Расчет параметров настройки регулятора	40
4.1 Идентификация объекта управления	40
4.2 Расчет параметров настройки регулятора	42
5 Мнемосхема проекта.....	49
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	53
6.1 Планирование работ и оценка времени выполнения	53
6.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	56
6.2.1 Расчет затрат на материалы	56
6.2.2 Расчет заработной платы.....	57
6.2.3 Расчет затрат на социальный налог	58
6.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	58

6.2.5 Расчет амортизационных расходов.....	59
6.2.6 Расчет прочих расходов	60
6.2.7 Расчет общей себестоимости разработки.....	61
6.2.8 Расчет прибыли	61
6.2.9 Расчет НДС	61
6.2.10 Цена разработки НИР	61
6.2.11 Определение экономического эффекта проекта.....	62
7 Социальная ответственность	64
7.1 Производственная безопасность	66
7.1.1 Анализ вредных и опасных факторов.....	66
7.1.2 Защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.....	67
7.2 Экологическая безопасность.....	68
7.2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду.....	68
7.2.2 Влияние производственного процесса на окружающую среду	69
7.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	69
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
7.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	71
7.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	71
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
7.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	73
7.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	73
7.5 Заключение по разделу «Социальная ответственность»	73
Заключение	75
Список использованных источников	76
Графический материал:	на отдельных листах
ФЮРА.421000.006 С2	Схема функциональная
ФЮРА.421000.006 Э3	Схема электрическая соединений
ФЮРА.421000.006 С4	Схема монтажная
ФЮРА.421000.006 ВО	Общий вид щита автоматизации

Введение

Потребление ископаемых ресурсов в мире увеличивается с каждым годом. Это является прямым следствием роста электрификационных мощностей в большинстве развивающихся и развитых стран. Доля использования угля в общемировом производстве электроэнергии составляет 40%. Наибольший рост потребления угля зарегистрирован в Индии, Южной Корее, России и Китае. В России лидирующие позиции в сфере производства электрической энергии занимают тепловые электрические станции (ТЭС). Доля вырабатываемой ими энергии в структуре электроэнергетики России составляет 67% [1].

Широкое использование ископаемого топлива для производства электрической и тепловой энергии привело к значительному загрязнению окружающей среды и изменению климата. Применение угля и мазута в качестве основных топлив в энергетическом секторе приводит к образованию больших объемов загрязняющих веществ. В процессе сжигания данных топлив в атмосферу вместе с дымовыми газами поступают значительные объемы вредных веществ. К ним относятся летучая зола, оксиды серы и азота, углекислый газ, водяные пары и другие опасные вещества. Выбросы загрязняющих веществ предприятиями энергетического комплекса приводят к проблемам экологической деградации и опасности для здоровья и жизни людей. В частности, увеличивается число онкологических заболеваний и заболеваний дыхательных путей у людей, проживающих вблизи крупных котельных и станций. Крупные города России, Индии, Китая и других стран уже столкнулись с данными проблемами, следовательно, решение которых требует особого внимания. На данный момент на тепловых станциях устанавливаются различные фильтрационные установки и агрегаты, но они достаточно дорогостоящие и требуют надлежащего технического обслуживания. Мероприятия по уменьшению выбросов данных веществ в атмосферу при производстве энергии применяются во многих странах.

Наиболее известными примерами являются «Киотский протокол» и «Парижское соглашение по климату», направленные на снижение выбросов парниковых газов в атмосферу и оперативное реагирование на угрозу изменения климата.

Но не только образование загрязняющих веществ при сжигании топлив представляет опасность для окружающей среды. Не меньшую опасность несут отходы, образующиеся при добыче и обработке топлив, а также в ходе работы энергетических установок. Например, в результате обогащения угля только в Кемеровской области ежегодно образуется более 2 млрд. тонн фильтр-кеков (отходов флотации угля) и угольных шламов [2]. Данные отходы складываются в специальных бункерах или хранятся открытым способом, нанося значительный вред окружающей среде, загрязняя атмосферу и подземные воды. Помимо этого, под такие хранилища отводятся значительные площади земельных участков, которые можно использовать другим образом. Кроме того, объекты энергетики являются источниками различных промышленных отходов, таких как турбинные и трансформаторные масла, которые накапливаются в значительных объемах по всему миру. В связи с этим особенно остро стоит задача по эффективной утилизации перечисленных отходов.

Одним из вариантов, позволяющих одновременно снизить образование загрязняющих веществ при сжигании топлив и утилизировать накопившиеся объемы отходов угольной промышленности, является использование последних в составе (БУТ) и органоводоугольных (ОВУТ) топлив. Данные топлива представляют интерес с экологической, экономической и энергетической точек зрения. Выгода с экологической точки зрения заключается в том, что данные топлива содержат в своем составе воду, присутствие которой снижает количество оксидов серы и азота, выбрасываемых с дымовыми газами в атмосферу. Кроме того, в составе суспензионных топлив в качестве твердых горючих компонентов можно использовать угольные шламы и фильтр-кеки, а также добавлять жидкие

горючие отходы промышленности (отработанные турбинные, трансформаторные масла, нефтешламы), тем самым утилизируя накопившиеся отходы. С экономической точки зрения выгода заключается в том, что топливные компоненты, используемые для приготовления данных топлив, имеют низкую стоимость, что положительно сказывается на стоимости итогового топлива. С энергетической точки зрения использование данных топлив представляет интерес из-за расширения топливной и сырьевой базы данной отрасли.

На данный момент проведено достаточно исследований в сфере приготовления и сжигания ВУТ и ОВУТ. Например, исследования особенностей приготовления и применения ВУТ провела группа ученых, в состав которой входили сотрудники института теплофизики СО РАН, ООО «ПРОТЭН», г. Новосибирск, ОАО «СКЭК», г. Кемерово (Мальцев Л.И., Кравченко И.В., Лазарев С.И., Лапин Д.А.). Множество исследований в данной области проводится в Исследовательской школе физики высокоэнергетических процессов Томского Политехнического Университета [2-3]. За рубежом тематика суспензионных водоугольных топлив активно развивается в Китае, Польше, Японии [4-7].

Результаты экспериментов [3-7] дают четкое представление о преимуществах, связанных с использованием ВУТ и ОВУТ. Однако, следует отметить, что большинство исследований в данной области направленно прежде всего на изучение процессов приготовления и горения таких топлив, в то время как экологической составляющей уделяется меньше внимания. В ряде работ [8-11] была показана возможность снизить концентраций NO_x и SO_x в несколько раз при применении ВУТ. В тоже время в качестве основных причин, сдерживающих широкое применение ВУТ, принято считать:

1. пониженную теплоту сгорания по сравнению с углем в пылевидном состоянии вследствие содержания воды;
2. малый срок хранения топлива вследствие расслаиваемости.

Указанные проблемы можно эффективно решить при применении ОВУТ вместо ВУТ [8-11]. ОВУТ содержат различные органические примеси, например, отработанные технические масла, шламы, продукты нефтехимической промышленности, смолы и другие добавки. Каждая из них оказывает свое влияние на процессы горения и зажигания топлив, а также на продукты их сгорания.

Снижение концентраций антропогенных выбросов обеспечивается не только за счет замещения основного угольного компонента водой (нейтральной по отношению к NO_x и SO_x), но и тем, что она в процессе нагрева и испарения вступает в химическое реагирование с другими компонентами газовой смеси, влияя на динамику образования оксидов серы и азота. Так, взаимодействие суспензий с разогретым окислителем сопровождается процессом испарения воды. Образующиеся пары в ходе термического разложения под действием высоких температур высвобождают молекулы кислорода и водорода. Водород, выступающий в качестве восстановителя, способствует уменьшению концентраций оксидов азота и серы в дымовых газах, дополнительный кислород поддерживает процесс горения. Из-за наличия в фильтр-кеках воды, температура и скорости их сгорания снижаются, что также приводит к уменьшению образования основных антропогенных выбросов [8-11].

Также возможно использование различных добавок, которые напрямую влияют на состав продуктов сгорания. Поскольку добавление в состав топлива горючих промышленных отходов влечет за собой увеличение концентраций оксидов серы и азота, целесообразно использовать добавки, способные скомпенсировать этот эффект. Например, в ходе экспериментальных исследований, проводимых в рамках данной работы, было отмечено, что использование некоторых дополнительных компонентов (в частности, древесных опилок) позитивно сказывается на экологических показателях топлива. Кроме того, в ходе экспериментов установлена прямая

зависимость между концентрациями образующихся загрязняющих веществ (в первую очередь, оксидов серы и азота) и температурой в камере сгорания.

Как уже отмечалось ранее, одной из проблем использования твердых и жидких топлив в котлоагрегатах является образование множества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами. Кроме того, представляется возможным использование теплоты уходящих дымовых газов для подогрева питательной воды. Это позволит не только снизить энергетические затраты на подогрев питательной воды, но и уменьшить тепловое загрязнение, создаваемое ТЭС. Снижение температуры дымовых газов является важной задачей, поскольку для эффективной работы электрофильтров дымовых газов необходимо, чтобы температура дымовых газов на входе в электрофильтр была не более 150 °С.

Цель настоящей работы – экспериментальное изучение экологических характеристик органоводоугольных топлив, полученных на основе фильтро-кеков, отработанных масел и других компонентов, а также проектирование системы контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органоводоугольных топлив.

1 Исследовательские изыскания

Результаты исследований характеристик горения водоугольных и органоводоугольных топлив демонстрируют преимущества данных топливных композиций перед традиционными котельными топливами с экологической точки зрения [3-7]. Они не только позволяют уменьшить количество антропогенных выбросов от предприятий энергетического комплекса, но и утилизировать накопившиеся отходы угольной промышленности, такие как фильтр-кек и угольный шлам. Кроме того, использование ОВУТ, содержащих в своем составе различные горючие промышленные отходы, способствует масштабной утилизации этой группы отходов.

Анализ литературы [8-11] по данной тематике показывает, что в качестве компонентов для органоводоугольных топлив может использоваться широкая группа отходов из разных отраслей промышленности. В качестве твердых горючих компонентов могут служить угли различных марок, отходы переработки и обогащения угля (фильтр-кек, угольный шлам), остаток пиролиза автомобильных шин, торф, опилки и др. В роли жидких горючих компонентов могут выступать различные промышленные и индустриальные отработанные масла, нефтешламы и нефтяные отложения, легковоспламеняющиеся жидкости и др. Для замедления расслоения данных топлив часто используются различные пластификаторы и эмульгаторы [12-14].

Поскольку одним из преимуществ ОВУТ является потенциальное снижение антропогенных выбросов в атмосферу, а также утилизация промышленных и индустриальных отходов, представляет интерес экспериментальное изучение различных составов данных топлив на предмет содержания в дымовых газах загрязняющих веществ, в первую очередь, оксидов серы и азота. Так как проведение таких исследований на промышленных энергетических установках несет значительные

материальные затраты, а также сопровождается определенными сложностями, связанными с наличием сразу множества влияющих на конечный результат факторов, целесообразно проводить данные исследования на экспериментальном стенде, схема которого приведена на рисунке 1.1.

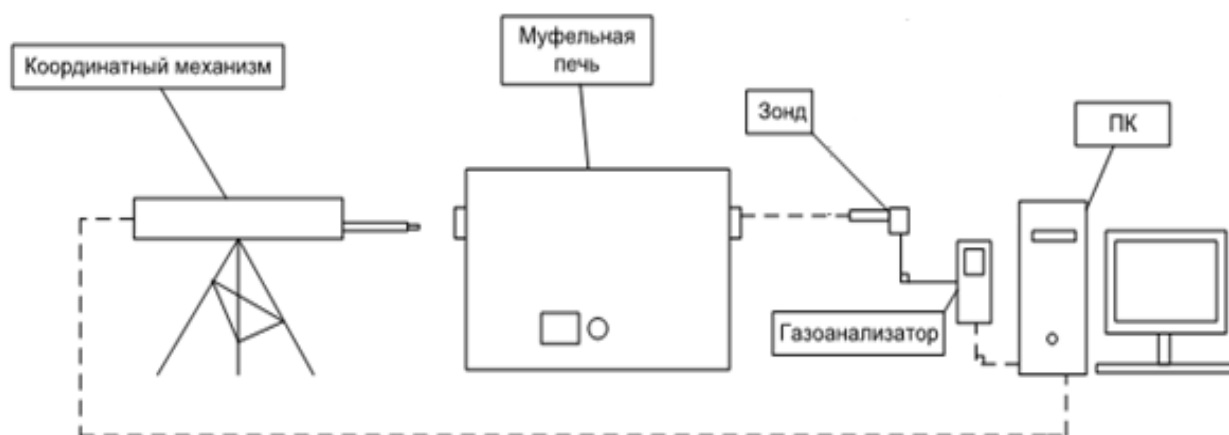


Рисунок 1.1 – Схема экспериментальной установки

Концентрации антропогенных выбросов (NO_x и SO_x) определялись с помощью газоанализатора Testo 340, оснащённого следующими электрохимическими сенсорами: O_2 (диапазон измерений 0...21%, погрешность 0,1%), CO (диапазон измерений 0...10000 ppm, погрешность 100 ppm), CO_2 (диапазон измерений 0...20%, погрешность 0,1%), NO_x (диапазон измерений 0...2000 ppm, погрешность 10 ppm), SO_x (диапазон измерений 0...2000 ppm, погрешность 10 ppm). Для зажигания топлива использовалась муфельная печь (диапазон температур 0–1300 °С, внутренний диаметр керамической трубки нагрева 0.04 м).

Методика определения антропогенных выбросов, образующихся при сжигании ВУТ и ОВУТ состояла в следующем. В керамической трубке муфельной печи температура воздуха задавалась в пределах 700 – 1000 °С. Наименьшая температура (700 °С) соответствует технологиям низкотемпературного зажигания суспензий ВУТ и ОВУТ, тогда как диапазон температур 900...1000 °С аналогичен тому, который используется на

практике при сжигании водоугольных топлив [15-16]. Кроме того, данный температурный диапазон обеспечивает адекватное функционирование главных элементов стенда – муфельной печи и газоанализатора, без повреждения внутренних элементов последних в результате высоких температур (керамической трубки печи и электрохимических сенсоров газоанализатора). Защита внутренней трубы муфельной печи от длительного воздействия высоких температур осуществлялась путем помещения внутрь нее дополнительной трубки меньшего диаметра, изготовленной из жаропрочного материала. Отверстия, через которые осуществлялась подача топлива в модельную камеру сгорания и отбор пробы дымовых газов зондом газоанализатора, герметично закрывались минеральной ватой с целью предотвращения подсосов воздуха.

Образец топлива помещался в подложку из нержавеющей стали, которая с помощью координатного механизма вводилась в муфельную печь. Образующиеся при горении топлива дымовые газы поступали к чувствительному элементу зонда газоанализатора, после чего по газоотборному шлангу поступали к сенсорам газоанализатора. Сам газоанализатор подключался к ПК, где программное обеспечение “*easyEmission*” позволяло осуществлять непрерывный мониторинг образующихся при горении топлива компонентов дымовых газов.

Методика приготовления топлива состояла из нескольких этапов [3]. На первом этапе измельчался твердый горючий компонент. Для этого использовалась роторная мельница Pulverisette 14 (скорость вращения ротора 6000–20000 об/мин). Навески отдельных компонентов топлива подготавливались с помощью аналитических весов ViBRA HT 84RCE (дискретность измерения – 10^{-5} г.), основываясь на расчете массы готового состава и массовых долей компонентов. После этого топливо перемешивалось в несколько этапов. Сперва в емкость добавлялись жидкие компоненты и перемешивались в течении 3 минут, после чего добавлялись

твердые компоненты, и получившаяся композиция перемешивалась еще 10 минут.

В качестве твердого горючего компонента в составе ОВУТ использовался типичный отход углепереработки – фильтр-кек марки «К» (на основе каменного коксующегося угля). Используемый отход получен с обогатительной фабрики, расположенной в Кемеровской области (Россия). Он образуется при промывке угольной породы водой с использованием поверхностно-активных веществ. После того, как угольная фракция отделилась, промывочная вода поступает в специальные емкости, где осаждаются частицы угля. Влажный остаток (смесь угля и воды) представляет фильтр-кек. Размеры твердых частиц фильтр-кека составляют около 80...140 мкм, что исключает этап дополнительного измельчения. Также для проведения экспериментов были использованы древесные опилки. Добавление этого компонента способно улучшить экологические характеристики топливной композиции.

В качестве жидкого горючего компонента было выбрано отработанное турбинное масло. Данный промышленный отход ежегодно аккумулируется в значительных объемах, что позволяет говорить о возможности его применения в реальных условиях. Кроме того, отработанное масло способно значительно улучшить параметры зажигания и горения итоговой топливной смеси.

Для сопоставления результатов, которые были получены в ходе экспериментальных исследований при сжигании ОВУТ, с концентрациями оксидов серы и азота, образующихся при сжигании традиционного котельного топлива, целесообразно провести эксперименты с одним из таких топлив. В качестве традиционного котельного топлива был выбран уголь марки «К», который измельчался до размера частиц порядка 80...140 мкм при помощи роторной мельницы.

При идентичных начальных условиях проводились 7...10 экспериментов в рамках одной серии измерений. После этого результаты

экспериментов усреднялись и определялись случайные погрешности. В данной работе приведены средние для серии экспериментов значения зарегистрированных выбросов оксидов серы и азота. Средние концентрации вычислялись с использованием метода прямоугольников. Данный метод основан на разбиении площади под кривой на несколько прямоугольников, ширина которых соответствует временному интервалу, а длина соответствует концентрациям рассматриваемого газа. Далее вычисляются произведения ширины и длины для каждого прямоугольника, после чего путем сложения определяется суммарная площадь для тренда рассматриваемого газа. Среднее значение рассчитывается как отношение найденной площади к временному интервалу, в течение которого проводилась регистрация выбросов [17].

Экспериментальные определения концентраций оксидов серы (SO_x) и азота (NO_x) проводились для следующих топлив:

1. КЕК «К» 100%;
2. КЕК «К» 90% + отработанное турбинное масло 10%;
3. КЕК «К» 80% + отработанное турбинное масло 10% + опилки 10%;
4. Уголь «К» 100%.

Навески всех исследуемых топлив имели массу 1 грамм. Результаты экспериментов по определению концентраций NO_x и SO_x при сжигании топливных образцов в муфельной печи приведены на рисунках 1.2 – 1.3.

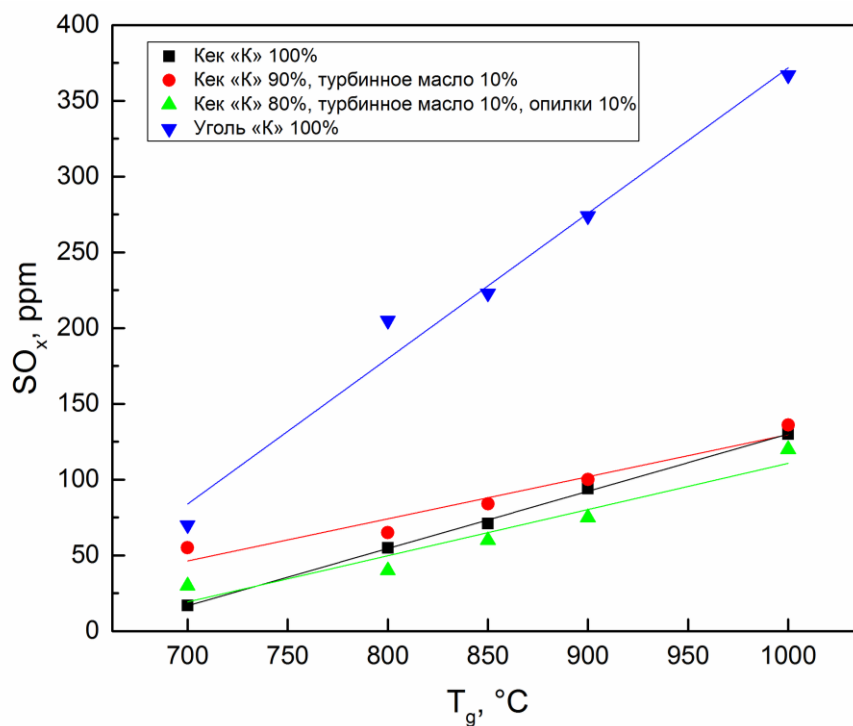


Рисунок 1.2 – Экспериментальные зависимости концентраций выбросов SO_x от температуры

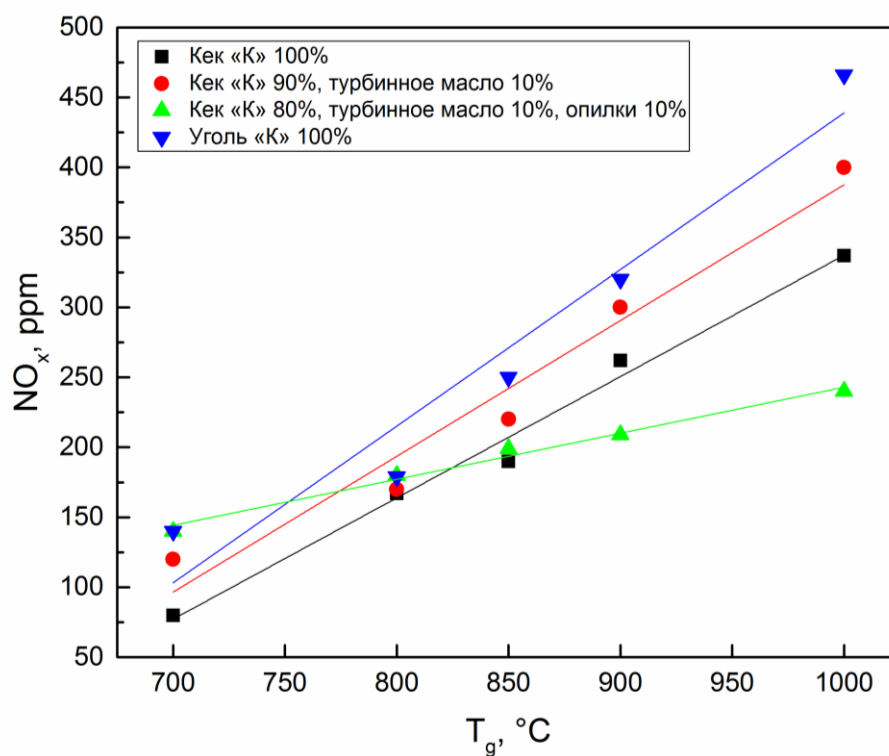


Рисунок 1.3 – Экспериментальные зависимости концентраций выбросов NO_x от температуры

Проведенные эксперименты позволили установить зависимости концентраций антропогенных выбросов (SO_x и NO_x), образующихся при сжигании различных топлив, от температуры в муфельной печи. Установлено, что при увеличении температуры окислителя, повышаются концентрации SO_x и NO_x в дымовых газах.

Исходя из результатов, представленных на рисунке 1.2, можно сделать вывод о том, что использование суспензий органоводоугольных топлив является более экологичным решением с точки зрения образования SO_x при сжигании топлива, чем использование угля. Рассмотренные жидкие топлива демонстрируют меньшие в 1,5 – 3 раза концентрации оксидов серы в продуктах сгорания, чем у угля марки «К». Это связано с наличием воды в данных топливных композициях. При высоких температурах происходит химическое реагирование продуктов разложения воды ($2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$) с оксидами серы: $\text{SO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$) [17]. Наименьшими концентрациями оксидов серы среди всех топливных суспензий характеризуется состав с добавлением опилок. Это связано, в первую очередь, с тем, что часть фильтр-кека марки «К» была замещена древесными опилками, имеющими в своем составе меньше серы, чем данный отход угольной промышленности. Значимость снижения выбросов SO_x заключается не только в уменьшении загрязнения атмосферы продуктами сгорания угля, но и с точки зрения управления процессами коррозии элементов котла. Высокие концентрации SO_x в дымовых газах приводят к сульфированию щелочных и щелочноземельных хлоридов с понижением температуры дымовых газов. Это приводит к освобождению хлора. Если эти реакции происходят в частицах золы, осажденных на поверхности труб теплообменника, выделившийся хлор способствует коррозии с образованием FeCl_2 или ZnCl_2 на поверхностях теплообменника [15].

На основе экспериментальных данных, представленных на рисунке 1.3, можно сделать вывод о снижении концентрации оксидов азота, образующихся при сжигании ОБУТ, по сравнению со сжиганием угля марки «К». Этому, в первую очередь, способствует наличие воды в рассматриваемых жидких топливах. Кислород, образующийся в ходе реакции, интенсифицирует процесс горения, а водород действует как восстановитель, помогая снизить содержание оксидов азота в дымовых газах ($2\text{NO} + 4\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$). Кроме того, важным фактором, влияющим на образование NO_x , является содержание азота в топливе [15]. Снижение общего азотосодержания водосодержащих топливных композиций является еще одной причиной снижения концентрации NO_x в продуктах сгорания ОБУТ, по сравнению с углем. Именно по этой причине ОБУТ с добавлением опилок, имеющих наименьшее содержание азота среди всех рассмотренных компонентов, демонстрирует самые маленькие концентрации оксидов азота в продуктах сгорания.

Основываясь на экспериментальных данных, можно сделать несколько выводов. Во-первых, все рассмотренные ОБУТ имеют меньшие концентрации SO_x и NO_x в дымовых газах, чем угольная пыль. Во-вторых, при внесении в состав топливной композиции отработанного турбинного масла происходит увеличение концентраций оксидов серы и азота в продуктах сгорания. В-третьих, добавление некоторых компонентов, в частности, древесных опилок, может значительно улучшить экологические характеристики итоговой топливной композиции.

2 Проектирование системы контроля антропогенных выбросов

В качестве объекта автоматизации был выбран тракт дымовых газов ТЭС, оснащенный теплообменным аппаратом. Основной целью внедрения систем контроля антропогенных выбросов является снижение негативного влияния ТЭС на экологическую обстановку за счет обеспечения непрерывного контроля уровня выбросов в окружающую среду и проведения мер по их снижению. Кроме того, данные системы способствуют уменьшению штрафов за вредные выбросы в окружающую среду. Основными задачами таких систем являются:

- непрерывный контроль и учет химического состава и объемов дымовых газов, выбрасываемых в окружающую среду;
- контроль за соблюдением установленных для ТЭС предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых концентраций (ПДК).

Существует несколько вариантов осуществления мониторинга дымовых газов на ТЭС:

- контроль и учет объемов выбросов дымовых газов на дымовой трубе;
- контроль и учет концентраций вредных веществ в составе дымовых газов в газоходах котлов;
- комбинированный способ, заключающийся в измерении концентраций вредных веществ и объемов выбрасываемых в атмосферу дымовых газов.

В данной работе выбран комбинированный способ для осуществления контроля дымовых газов, поскольку он позволяет получать наиболее полную информацию о реальном уровне загрязнений, производимых ТЭС. Существует ряд факторов, влияющих на достоверность измерений:

- непостоянство концентрации загрязняющих веществ в составе дымовых газов во времени;

- неравномерное распределения температур и концентраций дымовых газов в сечениях газового тракта;
- присосы воздуха в газовый тракт.

Исходя из перечисленных выше факторов было принято решение, что измерения температуры дымовых газов необходимо проводить в нескольких точках для получения наиболее полной картины, а измерения концентраций загрязняющих веществ в составе дымовых газов будут проводиться непосредственно перед попаданием дымовых газов в дымовую трубу.

Кроме основной задачи системы контроля дымовых газов, заключающейся в измерении и учете химического состава и объемов дымовых газов, выбрасываемых в окружающую среду, спроектированная система способна охлаждать дымовые газы перед попаданием их в систему очистки. Это сделано по той причине, что для высокой эффективности очистки дымовых газов в электрофильтре необходимо, чтобы их температура на входе в очистительное оборудование не превышала 150 °С.

Снижение температуры дымовых газов достигается за счет теплообмена с водой, находящейся в питательном тракте котла, в поверхностном теплообменном аппарате. Температура дымовых газов регулируется посредством поворота задвижки, регулирующей расход питательной воды и находящейся на ответвлении питательного трубопровода, по которому вода поступает в теплообменный аппарат. Это решение позволяет снизить не только температуру дымовых газов, но и затраты на подогрев питательной воды в подогревателях.

Основываясь на свойствах данных систем и предъявляемых к ним требованиях, в данной выпускной квалификационной работе осуществлялось проектирование системы контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органоводоугольных топлив.

2.1 Разработка структурной схемы

Объектом управления является поверхностный теплообменный аппарат. В разработанной системе производится регулирование расхода воды через теплообменный аппарат. Чем выше расход питательной воды, тем ниже температура дымовых газов перед фильтрационной установкой. Структурная схема системы контроля антропогенных выбросов приведена на рисунке 2.1.

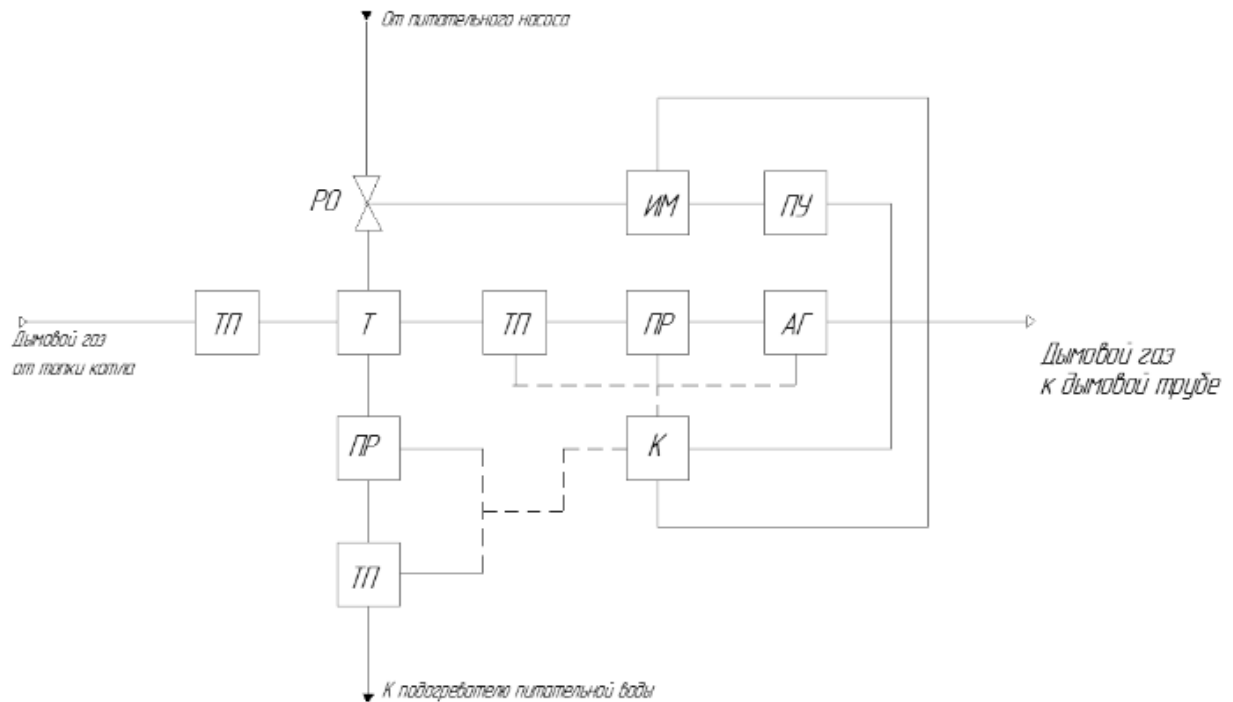


Рисунок 2.1 – Структурная схема системы контроля антропогенных выбросов
(ТП – термоэлектрический преобразователь; К – контроллер; ПР – преобразователь расхода; Т – теплообменный аппарат; ПУ – пусковое устройство; РО – регулирующий орган; ИМ – исполнительный механизм)

2.2 Разработка функциональной схемы

На функциональных схемах изображают оборудование, трубопроводы, приборы и средства автоматизации, органы управления, а также взаимодействие технологического оборудования и средств автоматики.

При разработке функциональной схемы системы контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органоводоугольных топлив должны быть решены следующие задачи:

- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- стабилизация технологических параметров процесса;
- контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования

Функциональная схема автоматизированной системы управления газообразными выбросами, разработанная в данном курсовом проекте, представлена на листе ФЮРА.421000.006 С2.

В верхней части листа изображается технологическая схема, позволяющая показать местоположение точек контроля, первичных преобразователей, а также нумерацию измерительных и управляющих каналов. В нижней части чертежа располагаются щит управления, изображенный в виде прямоугольника.

Первичные измерительные преобразователи, регулирующие органы и исполнительные механизмы изображаются на функциональной схеме в виде окружности. От них выводятся линии связи с номером измерительного или управляющего канала.

Далее линии связи идут к прямоугольнику с названием «Щит управления», на котором изображен контроллер.

Из котлоагрегата дымовые газы поступают к поверхностному подогревателю, где охлаждаются до температур, допустимых для работы фильтрационной установки. Средой, поглощающей тепло дымовых газов,

выступает питательная вода, проходящая через теплообменный аппарат от насоса питательной воды к подогревателю питательной воды. Температуру дымовых газов можно регулировать посредством изменения количества питательной воды, проходящей через поверхностный подогреватель. Перед выбросом в атмосферу определяется температура дымовых газов после фильтрации, их количество, а также состав продуктов сгорания.

Измерительные каналы 1 и 2 формируют сигналы о величине температуры дымовых газов до и после охлаждения соответственно. Измерительный канал 3 формирует сигнал о величине температуры питательной воды после теплообменного аппарата. Измерительный канал 4 формирует сигнал о величине температуры дымовых газов после фильтрации. Измерительные каналы 5 и 6 формируют сигналы о величине расхода питательной воды и дымовых газов соответственно. По измерительному каналу 7 в ПЛК поступают данные о качественном составе дымовых газов. Основываясь на показаниях температуры дымовых газов, контроллер формирует дискретный регулирующий сигнал, который поступает на пусковое устройство, где сигнал усиливается и приводит в действие электрический привод исполнительного механизма.

2.3 Выбор технических средств системы контроля антропогенных выбросов

В ходе проектирования системы контроля антропогенных выбросов ТЭС отдавалось предпочтение оборудованию и средствам автоматизации, которые выпускаются серийно отечественными предприятиями. Это упрощает закупку оборудования, обеспечивает наиболее полную поддержку со стороны производителя. Кроме того, предпочтение отдавалось унифицированным техническим средствам, так как это обеспечивает взаимозаменяемость, упрощает подключение друг с другом и формирование комплекта запасного имущества и принадлежностей.

При выборе оборудования необходимо учитывать предельные значения измеряемых параметров, а также условия, в которых возможна эксплуатация

выбираемого оборудования. Кроме того, важно учитывать характеристики выходных сигналов выбранных технических средств.

2.3.1 Выбор датчиков температуры

В разработанной системе контроля антропогенных выбросов ТЭС измеряется температура дымовых газов до и после охлаждения в теплообменном аппарате, температура дымовых газов после фильтрационной установки, а также температура питательной воды после теплообменного аппарата. Компания «ОВЕН» предлагает большой выбор датчиков для измерения температуры. Рассмотрим некоторые из них подробнее.

А) ДТП-И – датчик с чувствительным элементом типа «термопара». Датчики ДТП предназначены для непрерывного измерения температуры жидких и газообразных сред, сыпучих материалов и твердых тел в различных отраслях промышленности [18]. Выпускается в двух исполнениях: ДТПЛ с преобразователем типа ТПЛ (ХК) и ДТПК с преобразователем типа ТПК (ХА). Рабочий диапазон для типа ТПЛ составляет $-40...+600$ °С, для типа ТПК рабочий диапазон составляет $-40...+800$ °С.

Б) ДТС-И – датчик с чувствительным элементом типа «термопреобразователь сопротивления». Датчики предназначены для непрерывного измерения температуры жидких и газообразных сред, сыпучих материалов и твердых тел в различных отраслях промышленности, а также в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Датчики преобразуют изменение температуры в изменение электрического сопротивления постоянному току [18].

Для измерения температуры дымовых газов и питательной воды был выбран преобразователь термоэлектрический ДТПЛ545М-0100.160.1,0.И8 со встроенным нормирующим преобразователем. Связь с контроллером осуществляется посредством аналогового унифицированного токового сигнала $4...20$ мА. Основные характеристики выбранного термоэлектрического преобразователя представлены в таблице 1 [18].

Таблица 1 – Основные характеристики термоэлектрического преобразователя ДТПЛ545М-0100.160.1,0.И8

Наименование характеристик	Значение
Диапазон измеряемых температур, °С	от -50 до +180
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	± 1,0
Класс допуска	2
Номинальное значение напряжения питания (постоянного тока), В	24
Степень защиты (по ГОСТ 14254)	IP54

2.3.2 Выбор технических средств измерения расхода питательной воды

Для измерения количества питательной воды, проходящей через теплообменный аппарат, необходимо установить расходомер. В данной работе проведем сравнение трех устройств, изготовленных различными производителями и работающих по разным принципам:

- электромагнитный расходомер фирмы «Endress+Hauser» типа Promag 53P;
- кориолисовый расходомер фирмы «Endress+Hauser» типа Proline Promass 80F;
- ультразвуковой расходомер фирмы «Эй-Си Электроник» типа US800.

Технические характеристики электромагнитного расходомера типа Promag 53P представлены в таблице 2 [19].

Таблица 2 – Технические характеристики электромагнитного расходомера типа Promag 53P

Наименование	Значение
Токовый выход	0...20 или 4...20 мА
Импульсный частотный выход	верхнее значение частоты 2...1000 Гц,
Питание	220 В АС или 24 В DC
Нормальные рабочие условия	температура среды: +80 °С
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	±0,5
Измерение расхода	до 9600 м ³ /ч

Технические характеристики кориолисового расходомера типа Proline Promass 80F представлены в таблице 3 [19].

Таблица 3 – Технические характеристики расходомера Proline типа Promass 80F

Наименование	Значение
Токовый выход	4...20 мА;
Питание	220 АС или 24 DC
Диапазон измерения	до 3200 т/ч
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	по массе: ±0,35
Рабочая температура	от минус 50 до плюс 350 °С
Рабочее давление	0–300 бар

Технические характеристики ультразвукового расходомера типа US-800 представлены в таблице 4 [20].

Таблица 4 – Технические характеристики ультразвукового расходомера фирмы «Эй-Си Электроник» типа US-800

Наименование	Значение
Токовый выход	4...20 мА
Питание	24 В
Рабочие условия	-40...+180 °С
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	По массе: ±1
Измерение расхода	до 6500 м ³ /ч

На основе анализа технических характеристик был выбран ультразвуковой расходомер типа US-800, выпускаемый компанией «Эй-Си Электроник». Данный расходомер наиболее подходит для проектируемой системы по диапазону рабочих температур.

2.3.3 Выбор технических средств измерения расхода дымовых газов

К оборудованию, предназначенному для работы с дымовыми газами, предъявляются особые требования. Главным из них является способность работать в условиях повышенных концентраций топливных оксидов. На российском рынке представлено два расходомера дымовых газов, произведенных отечественными предприятиями. Проведем сравнение двух устройств, изготовленных различными производителями и работающих по разным принципам:

- ультразвуковой расходомер дымовых газов фирмы «Теплоприбор» типа ИС-14.М;
- инфракрасный расходомер дымовых газов фирмы «ПЕРГАМ» типа РАСК5100.

Таблица 5 – Технические характеристики ультразвукового расходомера дымовых газов типа ИС-14.М [21]

Наименование	Значение
Токовый выход	4...20 мА
Питание	220 В
Температура дымовых газов	От 70 °С
Диапазон измерения	0...50 м/с
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	±3
Измерение расхода	до 15700 м ³ /с

Таблица 6 – Технические характеристики инфракрасного расходомера дымовых газов типа РАСК5100 [22]

Наименование	Значение
Токовый выход	4...20 мА
Питание	48 В
Температура дымовых газов	От 70 °С
Диапазон измерения	0...50 м/с
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	±2
Измерение расхода	до 20000 м ³ /с

На основе анализа технических характеристик был выбран инфракрасный расходомер дымовых газов типа РАСК5100, выпускаемый компанией «ПЕРГАМ», г. Москва. Причинами выбора данного расходомера послужили меньшая погрешность измерения и больший диапазон измерений расхода дымовых газов.

2.3.4 Выбор технических средств измерения состава дымовых газов

Существует несколько принципов измерения состава дымовых газов:

- термокондуктометрический;
- пневматический;
- магнитный;
- инфракрасный;
- ионизационный;
- ультрафиолетовый;
- люминесцентный.

По исполнению газоанализаторы делятся на стационарные, переносные и портативные. При выборе газоанализатора для системы контроля дымовых газов необходимо также учитывать количество каналов измерения и измеряемых компонентов. Кроме того, важно уделить внимание диапазонам измерений для каждого компонента газовой смеси. Поскольку дымовые газы

являются многокомпонентной смесью, необходимо выбирать многоканальный газоанализатор.

В рамках данной работы был выбран стационарный газоанализатор SWG 300, выпускаемый ООО «МРУ Рус», г. Москва. Технические характеристики газоанализатора SWG 300 представлены в таблице 7 [23].

Таблица 7 – Технические характеристики газоанализатора SWG 300

Наименование	Значение
Токовый выход	4...20 мА
Температура дымовых газов	До 650 °С
Каналы измерения	O ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , SO ₂ , NO, NO ₂

2.3.5 Выбор исполнительного механизма

Исполнительный механизм – это устройство, преобразующее выходной сигнал регулятора в перемещение регулирующего органа. Обычно исполнительные механизмы состоят из трех основных частей: привод, прибор для управления приводом и регулирующий орган.

За счет подвода энергии извне исполнительный механизм развивает усилие и мощность, достаточные для перемещения регулирующего органа в положение, соответствующее командному сигналу. Например, исполнительный механизм может использоваться, чтобы изменить степень открытия клапана для увеличения или уменьшения загрузки, или изменить положение заслонки или жалюзи.

Выбор типа ИМ (однооборотный – МЭО, однооборотный фланцевый – МЭОФ, прямоходный постоянной скорости – МЭП, прямоходный кривошипный переменной скорости – МЭПК) определяется типом трубопроводной арматуры.

Исполнительный механизм выбирается не только из вида регулирующего органа, но и от крутящего момента.

Максимальный крутящий момент МЭО для трубы диаметром 140 мм равняется 626,6 Н·м. При выборе ИМ типа МЭО должно выполняться условие $M_H > M_{max}$, поэтому по каталогу завода-изготовителя «АБС ЗЭИМ Автоматизация» выбираем механизм электроисполнительный однооборотный фланцевый с номинальным значением момента на выходном валу 630 Н·м, номинальное значение времени полного хода 25 с, в составе с индуктивным блоком сигнализации положения выходного вала. Тип МЭОФ–630/25–0,25Н-97.

2.3.6 Выбор регулирующего устройства

Микропроцессорный контролер выступает в качестве регулирующего устройства. На сегодняшний день существует множество контроллеров, выпускаемых отечественными производителями. В рамках данной работы рассмотрим продукцию фирм «ОВЕН», «ВЭСТ» и «ЭлеСи». Технические характеристики контроллеров приведены в таблице 8 [18, 24, 25].

Таблица 8 – Технические характеристики рассматриваемых ПЛК

Тип контроллера	ПЛК63	ВЭСТ-02	Элсима-М01
Напряжение питания	~220 В, 50 Гц; 24 В	~220 В, 50 Гц	24 В
Потребляемая мощность, для переменного тока, ВА	18	3	–
Параметры встроенного вторичного источника питания, выходное напряжение, В	24±3	–	24±3
Количество дискретных входов	8	8	20
Количество аналоговых входов	8	5	4

При проектировании системы контроля антропогенных выбросов ТЭС был выбран программируемый логический контроллер Элсима-М01, выпускаемый АО «ЭлеСи», г. Томск.

Реализация системы контроля антропогенных выбросов подразумевает наличие у контроллера 13 аналоговых входов, поэтому необходимо установить два модуля удаленного аналогового ввода-вывода Элсима-А01. Каждый модуль добавляет 8 аналоговых входов, тем самым обеспечивается наличие необходимого количества аналоговых входов.

Выбранные технические средства, необходимые для реализации проектируемой системы, приведены в заказной спецификации, представленной на ФЮРА.421000.006. СО1

3 Разработка щита управления системы контроля антропогенных выбросов

3.1 Проектирование схемы соединений

Схема соединений определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображаются все устройства и элементы, входящие в схему, а также соединения между ними. Устройства изображаются в виде прямоугольников, элементы – в виде условных графических изображений, установленных в ЕСКД. Около условных графических обозначений устройств и элементов указывают позиционные обозначения. На схеме необходимо указывать обозначения выводов (контактов) элементов, нанесенные на изделие или установленные в документации изделия. Проводам, жгутам, кабелям на схеме присваиваются порядковые номера.

Для разработки схемы соединений 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.

Линии связи состоят только из горизонтальных и вертикальных отрезков и имеют минимальное число взаимных пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями не менее 5 мм.

Разработанная в данном разделе схема соединений системы контроля антропогенных выбросов при сжигании органоводоугольных топлив представлена на ФЮРА.421000.006.ЭЗ.

3.2 Проектирование монтажной схемы

На схемах внешних электрических и трубных проводок изображают прокладываемые вне щитов электрические провода, кабели, импульсные, командные, питающие, защитные трубы, короба, лотки и металлорукава с указанием их номера, типа (марок) и длин. На чертежах этих схем в виде условных обозначений изображаются:

1. отборные устройства и первичные преобразователи, встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы;
2. приборы и средства автоматизации, устанавливаемые вне щитов и пультов;
3. щиты, пульты и т.п.;
4. вспомогательные устройства (соединительные и протяжные коробки, фитинги, коробки свободных концов термопар и т.п.);
5. устройства заземления щитов, приборов и других токоприемников.

В верхней части схемы расположена таблица с обозначениями измеряемых параметров, измеряемой среды, мест установки и позиционного обозначения измерительных приборов. Ниже расположены условно изображенные датчики, от которых отходят кабели, обозначенные на чертеже линиями, прописано название кабеля, его сечение и количество жил, а также протяженность. Линии, проведенные от датчиков, соединены с прямоугольником, обозначающим шкаф автоматизации. Условно изображены и пронумерованы клеммы, к которым подходят линии от датчиков. В правой части чертежа расположены устройства и механизмы, предназначенные непосредственно для регулирования технологического параметра, путем подачи на них дискретных сигналов. Также проведены линии до шкафа автоматизации, обозначающие кабели, прописаны их характеристики.

Для электропроводок систем автоматизации применяются изолированные провода и кабели с алюминиевыми и медными жилами. В

цепях измерения, управления, питания, сигнализации и т.п. (в том числе в цепях телемеханических устройств) допускается применять провода и кабели с медными жилами.

Для прокладки в пластмассовых и стальных защитных трубах (в металлических рукавах) должны применяться провода с сечением медных жил не менее 1 мм², алюминиевых - 2 мм², обладающих достаточной механической прочностью, необходимой для выполнения затяжки этих проводов в трубы.

Помимо требований к материалу проводников (медь и алюминий) и допустимым сечениям при выборе проводов и кабелей особое внимание должно уделяться соответствию их технических данных условиям окружающей среды. Необходимо, чтобы изоляция, защитные оболочки и наружные покровы проводов и кабелей отвечали условиям окружающей среды и принятому способу выполнения электропроводки. При выборе проводов и кабелей необходимо учитывать резерв жил.

Монтажная схема соединений внешних проводов проектируемой системы представлена на ФЮРА.421000.006.С4.

3.3 Разработка чертежа общего вида шкафа системы контроля антропогенных выбросов

В шкафах систем автоматизации размещают средства контроля и управления технологическим процессом, контрольно-измерительные приборы, сигнальные устройства, аппаратуру управления, автоматического регулирования, защиты и блокировки линий связи между ними. Шкафы систем автоматизации устанавливают в производственных и специализированных помещениях: операторских, диспетчерских, аппаратных и т.д. Общие виды шкафов должны быть выполнены в объеме, позволяющем изготовить оборудование на специализированных заводах со всеми вырезами и креплениями, необходимыми для установки приборов, средств автоматизации и вводов проводов. Исходные материалы для проектирования

общих видов: 1) функциональные схемы систем автоматизации; 2) принципиальные схемы электрические, пневматические автоматического регулирования, управления и сигнализации.

В данной работе был выбран одиночный щит шкафной с задней дверью ИЩШ-ЗД-2200х600х600. Чертеж общего вида одиночного щита содержит вид спереди, вид на внутренние плоскости, перечень составных частей.

Общий вид шкафа представлен на листе с шифром ФЮРА.42100.006 ВО.

4 Расчет параметров настройки регулятора

4.1 Идентификация объекта управления

Идентификация предназначена для получения математических моделей объекта управления. Существует активная и пассивная, в инженерной практике применяют активную идентификацию (на объект подается специализированное входное воздействие и по реакции объекта при обработке результатов получают математическую модель).

В данной работе для получения кривой разгона была использована динамическая модель изменения температуры в теплообменном аппарате. Модель составлена на базе экспериментальных исследований, проведенных на реальном объекте [39]. Кривая разгона приведена на рисунке 4.1.

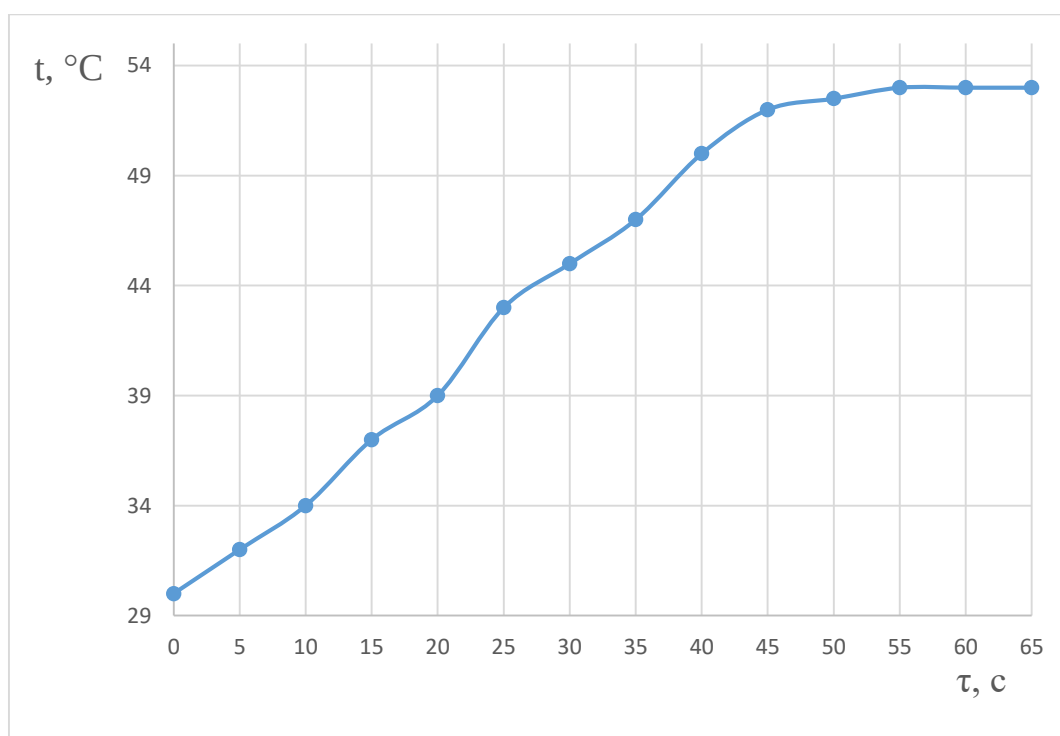


Рисунок 4.1 – Кривая разгона объекта управления, где τ – время,
 t – температура

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

Передаточная функция для кривой представляет собой апериодическое звено с запаздыванием:

$$W(P) = \frac{k}{(TP+1)} e^{-P\tau}, \quad (4.1)$$

где k – коэффициент усиления;

P – оператор Лапласа;

τ – время запаздывания;

T – постоянная времени.

Решение уравнения 5.1 при нулевых начальных условиях представляет собой:

$$\begin{cases} h(t) = 0 & 0 \leq t \leq \tau, \\ h(t) = h(\infty) \left[1 - e^{-\frac{t-\tau}{T}} \right] & t > \tau. \end{cases} \quad (4.2)$$

Получаем два неизвестных значения время запаздывания τ и постоянную времени T . Коэффициент усиления $k = \frac{h(T_y)}{A}$, где A – выходное воздействие; при единичном воздействии $k = h(T_y)$.

Затем вычисляются постоянная времени T и время запаздывания τ :

$$\tau = 0,5(3t_A - t_B), \quad (4.3)$$

$$T = \frac{t_B - \tau}{1,2} = 1,25(t_B - t_A). \quad (4.4)$$

Определяем значения по кривой разгона:

$$\tau = 0,5(3 \cdot 8 - 17) = 7 \text{ с}, \quad (4.5)$$

$$T = 1,25(17 - 8) = 35 \text{ с}. \quad (4.6)$$

Передаточная функция имеет вид:

$$W(P) = \frac{24}{(35P+1)} e^{-7P}.$$

4.2 Расчет параметров настройки регулятора

На рисунке 4.2 представлен вид структурной схемы системы регулирования.

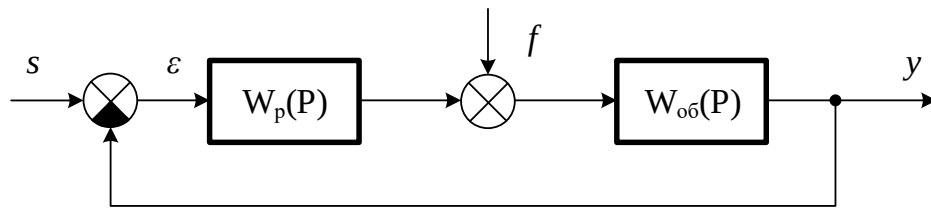


Рисунок 4.2 – Структурна схема системы регулирования

Определяем значение степени колебательности:

$$m = -\frac{1}{2\pi} \cdot \ln(1 - \psi) = -\frac{1}{2\pi} \cdot \ln(1 - 0,9) = 0,366. \quad (4.7)$$

Для расчета коэффициента передачи и постоянной интегрирования ПИ-регулятора воспользуемся формулами (4.8) и (4.9):

$$\frac{K_p}{T_u} = -\frac{\omega \cdot (m^2 + 1) \cdot \text{Im}_{\text{об}}}{A_{\text{об}}^2}; \quad (4.8)$$

$$K_p = -\frac{m \cdot \text{Im}_{\text{об}} + \text{Re}_{\text{об}}}{A_{\text{об}}^2}. \quad (4.9)$$

Пусть частота изменяется от $\omega=0$ с шагом 0,001. Для заданного диапазона изменения частоты, определим расширенную частотную характеристику объекта и настройки регулятора в заданном диапазоне частот. Результаты расчётов сведём в таблицу 10.

Таблица 9 – Расширенные частотные характеристики объекта регулирования и результаты расчета настройки ПИ-регулятора в заданном диапазоне частот

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\text{Re}_{\text{об}}(m, \omega)$	$\text{Im}_{\text{об}}(m, \omega)$	$A_{\text{об}}(m, \omega)$	K_p	$K_p / T_{\text{и}}$
0	1,5	0	1,5	0	-0,66667
0,001	1,548275	-0,17752	1,558419	8,29E-05	-0,61075
0,002	1,566101	-0,37036	1,609298	0,000324	-0,55237
0,003	1,548602	-0,57133	1,650634	0,000713	-0,49163
0,004	1,493187	-0,77151	1,680723	0,001239	-0,42863
0,005	1,400211	-0,96117	1,698366	0,001889	-0,36347

Продолжение таблицы 9

ω, c^{-1}	$Re_{ог}(m, \omega)$	$Im_{ог}(m, \omega)$	$A_{ог}(m, \omega)$	K_p	$K_p / T_{и}$
0,006	1,273174	-1,13105	1,703012	0,002653	-0,29625
0,007	1,118328	-1,27347	1,694814	0,003519	-0,22707
0,008	0,943802	-1,38328	1,674583	0,004475	-0,15602
0,009	0,758483	-1,45818	1,643648	0,005508	-0,08321
0,01	0,570924	-1,49861	1,603678	0,006608	-0,00872
0,011	0,388516	-1,50722	1,55649	0,00776	0,067334
0,012	0,217022	-1,48814	1,503884	0,008954	0,144866
0,013	0,060445	-1,44626	1,447528	0,010175	0,223777
0,014	-0,07885	-1,38665	1,388885	0,011412	0,303971
0,015	-0,19987	-1,31407	1,329187	0,012651	0,385354
0,016	-0,30267	-1,23282	1,269428	0,01388	0,467829
0,017	-0,38806	-1,14649	1,210387	0,015086	0,551302
0,018	-0,45733	-1,05805	1,152656	0,016255	0,63568
0,019	-0,51202	-0,9698	1,096663	0,017373	0,720869
0,02	-0,55381	-0,88348	1,042709	0,018429	0,806775

По полученным данным построим границу заданного запаса устойчивости системы регулирования. Данная зависимость представлена на рисунке 4.3.

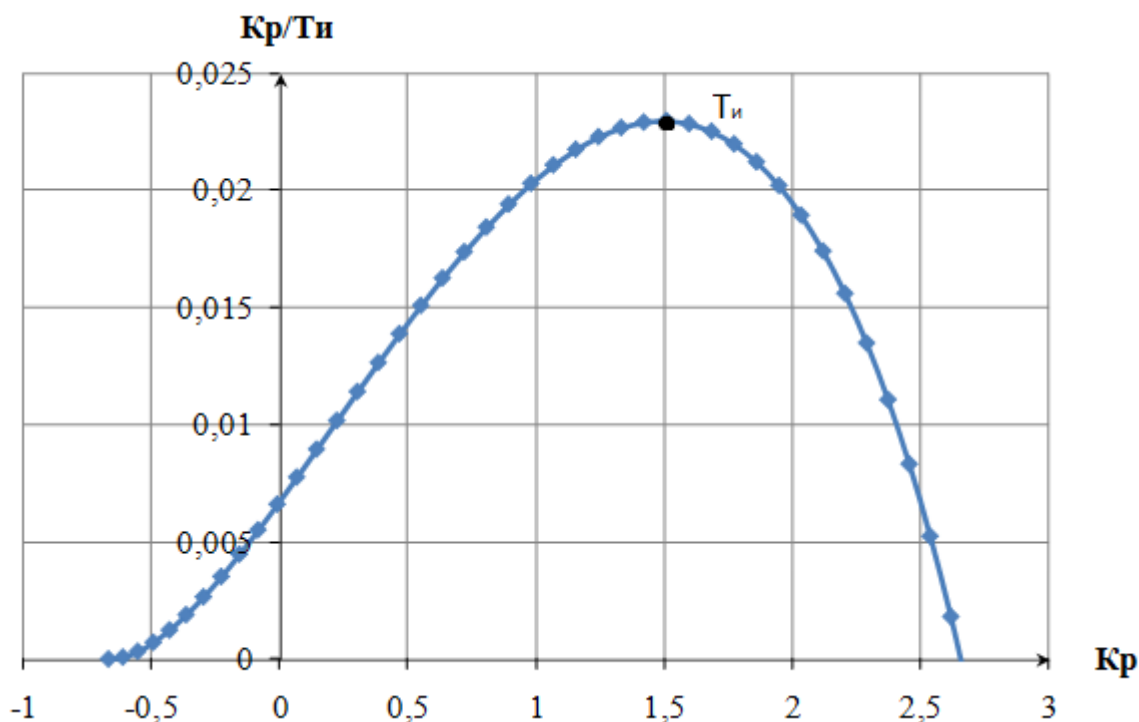


Рисунок 4.3 – Область параметров настройки ПИ-регулятора

Полученная кривая является линией заданной степени затухания $\psi=\psi_{\text{зад}}=0,9$ процесса регулирования, что соответствует степени колебательности $m=0,366$. Таким образом, все значения K_p , лежащие на этой кривой, обеспечивают определенную степень затухания (в данном случае $\psi=\psi_{\text{зад}}=0,9$). Значения K_p , лежащие внутри области, ограниченной кривой и осями координат, обеспечат процесс регулирования со степенью затухания больше заданного ($\psi>\psi_{\text{зад}}$), а лежащие вне этой области – со степенью затухания меньше заданной ($\psi<\psi_{\text{зад}}$).

Поиск оптимальных параметров настройки регулятора осуществляется вдоль границы заданного запаса устойчивости системы регулирования, представленной на рисунке 4.3, до достижения экстремума принятого критерия качества. В качестве принятого критерия качества будем использовать второй интегральный критерий.

$$I_2 = \int_0^{\infty} \varepsilon^2(t) dt. \quad (4.10)$$

Минимуму второго интегрального критерия соответствует точка $0,95 \cdot \max \frac{K_p}{T_u}$ в сторону большего значения частоты («правее максимума»).

Эта точка оптимальные параметры настройки ПИ-регулятора. Используя данные таблицы 10 и рисунка 4.3, находим, что точке максимума соответствуют значения:

$$\max \frac{K_p}{T_u} = 0,022969 \Rightarrow 0,95 \cdot \max \frac{K_p}{T_u} = 0,021821 \text{ при } \omega = 0,028 \text{ с}^{-1}; \quad (4.11)$$

$$K_p = 1,508891; \quad (4.12)$$

$$T_u = \frac{K_p}{K_p / T_u} = \frac{1,508891}{0,021821} = 65,692 \text{ с.} \quad (4.13)$$

Для одноконтурной системы регулирования, изображенной на рисунке 4.2, определим передаточную функцию замкнутой АСР по каналу задания S-Y по формуле:

$$W_{S-Y}(P) = \frac{W_{об}(P) \cdot W_p(P)}{1 + W_{об}(P) \cdot W_p(P)}, \quad (4.14)$$

где $W_p(P)$ - передаточная функция ПИ-регулятора;

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

После подстановки значения в формулу (4.14), получаем окончательное выражение для передаточной функции замкнутой АСР по каналу S-Y:

$$W_{S-Y}(P) = \frac{W_{об}(P) \cdot \left(K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot P} \right)}{1 + W_{об}(P) \cdot \left(K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot P} \right)}. \quad (4.15)$$

Получим выражение для АФЧХ замкнутой системы путём замены оператора P в формуле (4.15) на $(i \cdot \omega)$, в результате получаем:

$$W_{S-Y}(i \cdot \omega) = \frac{W_{об}(i \cdot \omega) \cdot \left(K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot i \cdot \omega} \right)}{1 + W_{об}(i \cdot \omega) \cdot \left(K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot i \cdot \omega} \right)}. \quad (4.16)$$

Используя математический пакет MathCAD, предварительно задав диапазон изменения частоты, рассчитываем вещественную частотную характеристику замкнутой АСР при задающем воздействии. Результаты расчёта сведём в таблицу 11.

Таблица 10 – Расчёт ВЧХ замкнутой АСР при задающем воздействии

ω	$\text{Re}(\omega)$	ω	$\text{Re}(\omega)$
0,005	1,012	0,11	-0,067
0,01	1,041	0,115	-0,059
0,015	1,056	0,12	-0,052
0,02	0,95	0,125	-0,046
0,025	0,474	0,13	-0,041
0,03	-0,32	0,135	-0,037
0,035	-0,711	0,14	-0,033
0,04	-0,693	0,145	-0,029
0,045	-0,573	0,15	-0,026
0,05	-0,46	0,155	-0,023

Продолжение таблицы 10

ω	$\text{Re}(\omega)$	ω	$\text{Re}(\omega)$
0,055	-0,371	0,16	-0,02
0,06	-0,303	0,165	-0,018
0,065	-0,251	0,17	-0,016
0,07	-0,21	0,175	-0,014
0,075	-0,177	0,18	-0,012
0,08	-0,152	0,185	-0,01
0,085	-0,13	0,19	$-9,036 \cdot 10^{-3}$
0,09	-0,113	0,195	$-7,71 \cdot 10^{-3}$
0,095	-0,098	0,2	$-6,498 \cdot 10^{-3}$
0,1	-0,086		

По данным таблицы 11 строим переходный процесс замкнутой АСР по каналу S-Y. Данный переходный процесс изображен на рисунке 4.4.

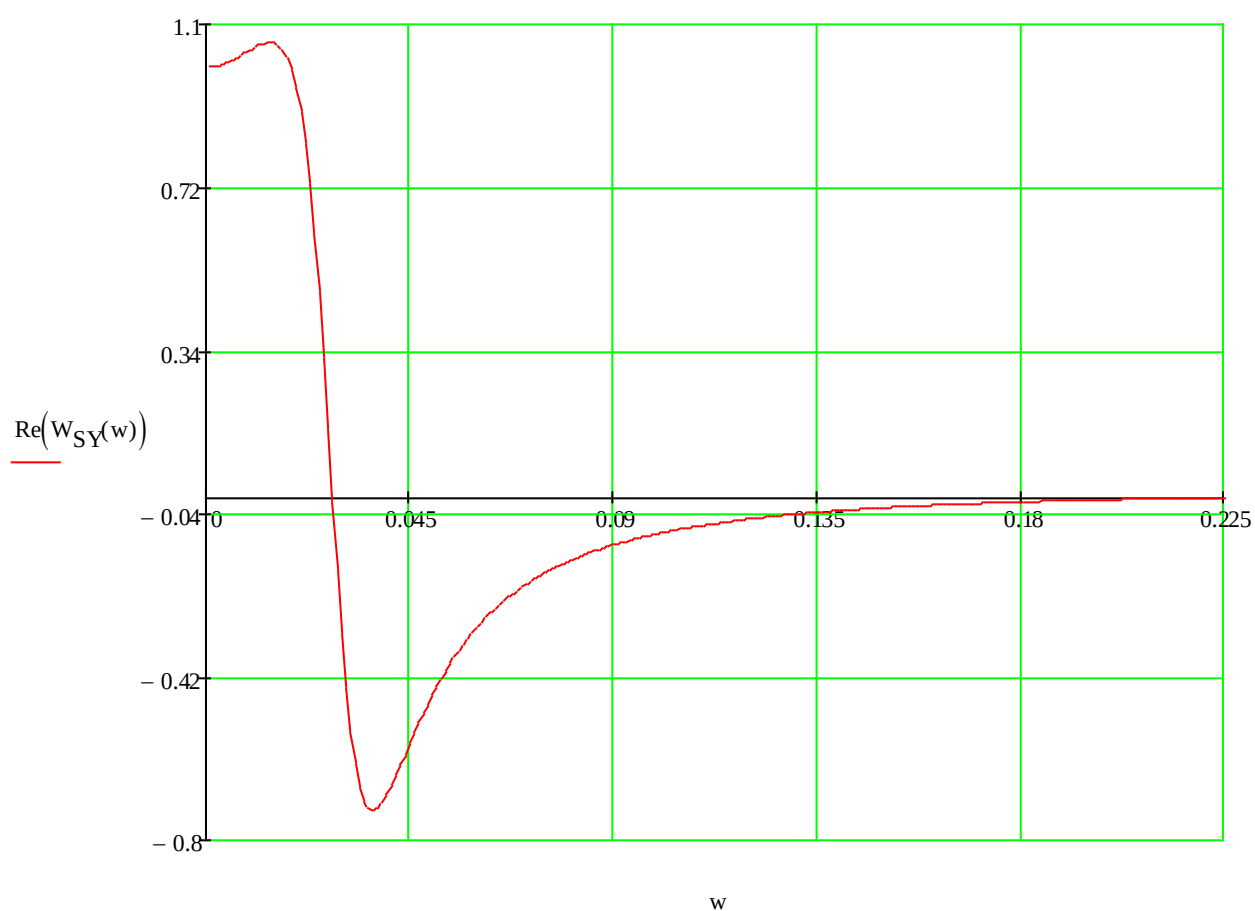


Рисунок 4.4 – ВЧХ замкнутой АСР при задающем воздействии s

Переходный процесс в замкнутой АСР по каналу S-Y можно рассчитать по методу трапеций, используя график ВЧХ замкнутой АСР при задающем воздействии (рисунок 4.4).

Внешний вид связи переходной характеристики и ВЧХ системы:

$$y_{S-Y}(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\omega_{CP}} \frac{\text{Re}(\omega)}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d\omega. \quad (4.17)$$

Для более точного расчёта в качестве верхнего предела интеграла для $y(t)$ принимают значение частоты, при которой график $\text{Re}(\omega)$ стремится к 0. По графику, представленному на рисунке 4.4, определяем $\omega_{CP} = 0,225 \text{ c}^{-1}$

Таблица 11 – Расчет переходного процесса замкнутой АСР по каналу S-Y

t, с	y(t)	t, с	y(t)
0	0	260	0,928
20	0,069	280	0,966
40	0,368	300	1,001
60	0,747	320	1,024
80	1,072	340	1,032
100	1,269	360	1,029
120	1,325	380	1,018
140	1,27	400	1,006
160	1,158	420	0,997
180	1,039	440	0,991
200	0,95	460	0,99
220	0,905	480	0,992
240	0,902	500	0,996

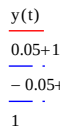


Рисунок 4.5 – Переходный процесс в замкнутой АСР по каналу S-Y

На рисунке 4.5 представлен переходный процесс замкнутой системы по каналу задающего воздействия. С помощью этого переходного процесса была произведена оценка качества регулирования. Данная оценка позволит сделать вывод о том, насколько система удовлетворяет предъявленным требованиям при предъявленных к системе ограничениях. Проведем оценку качества переходного процесса:

- $A_1 = 0,303$;
- $\sigma = \frac{A_1 \cdot 100\%}{y(\infty)} = \frac{0,303}{1} = 0,303$;
- $\psi = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = \frac{0,303 - 0,027}{0,303} = 0,91$;
- $\varepsilon_{CT} = S - y(\infty) = 1 - 1 = 0$;
- $t_p = 265$ с, при величине $\delta = 0,05 \cdot y(\infty) = 0,05$.

5 Мнемосхема проекта

Мнемосхема представляет собой графическое изображение функциональной схемы управляемого или контролируемого объекта. Таким образом, схема может описывать технологический процесс с программным управлением. Мнемосхема предназначена для работы оператора с производственным процессом, в процессе управления мнемосхема является источником информации о текущем состоянии системы, характере и структуре протекающих в ней процессов.

Требования, предъявляемые к мнемосхеме, устанавливает предприятие, для которого она предназначена. В данной работе схема разрабатывалась в соответствии с общими требованиями:

- 1) мнемосхема должна содержать только те элементы, которые необходимы оператору для контроля и управления объектом;
- 2) отдельные элементы или группы элементов, наиболее существенные для контроля и управления, должны выделяться размерами, формой, цветом;
- 3) форма и размеры панели должны обеспечивать оператору однозначное зрительное восприятие всех необходимых ему информационных элементов.

В соответствии с вышеизложенными требованиями была разработана мнемосхема системы контроля дымовых газов ТЭС при сжигании органомаслоугольных топлив, которая приведена на рисунке 5.1.

При нормальной работе котлоагрегата дымовые газы имеют температуру порядка 120 °С. Для работы очистительной установки максимальной температурой дымовых газов является 150 °С. Температура питательной воды зависит от выбранного режима.

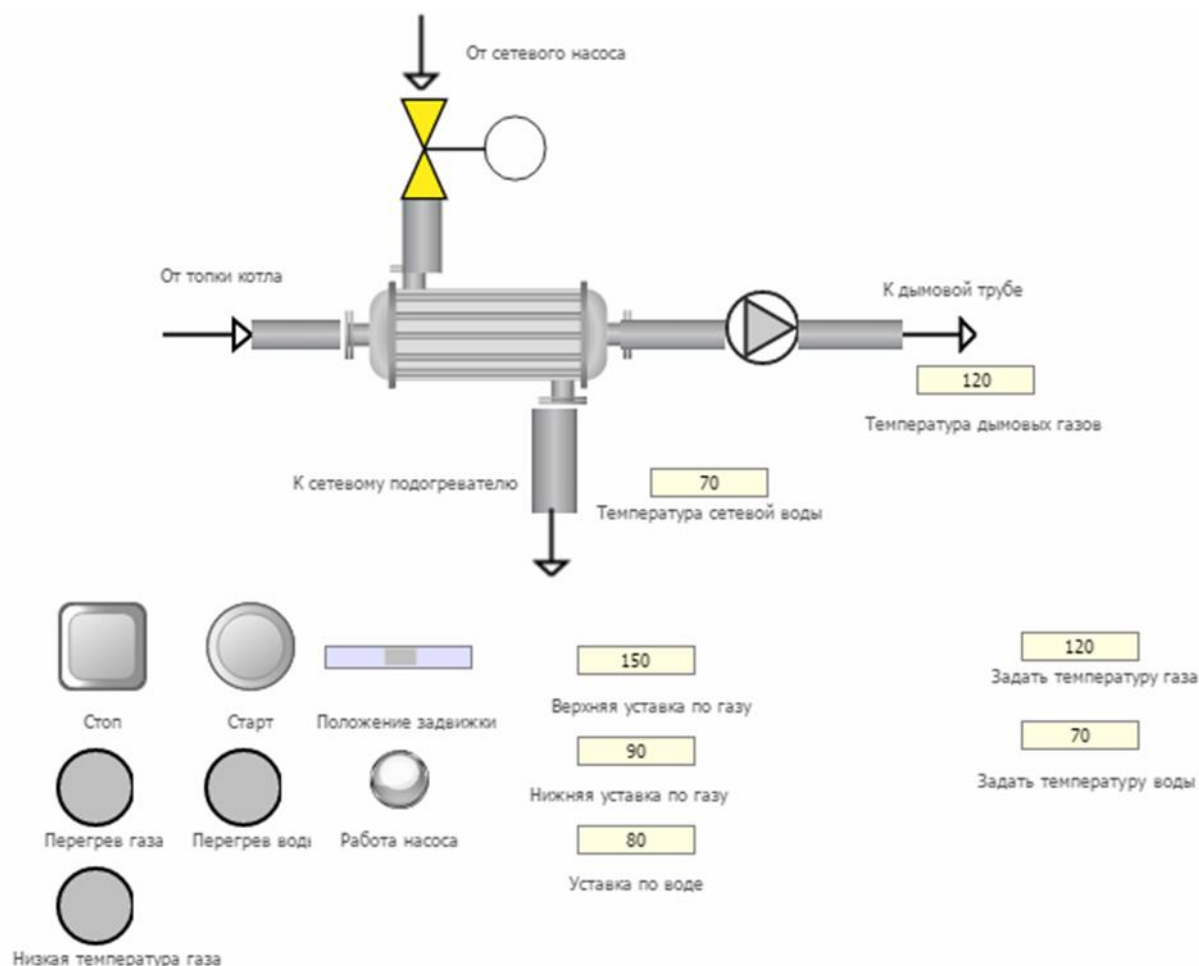


Рисунок 5.1 – Мнемосхема системы контроля антропогенных выбросов

В случае превышения температуры дымовых газов загорается соответствующий индикатор. В случае низкой температуры дымовых газов загорается соответствующий индикатор. В случае превышения температуры воды загорается индикатор. Работа насоса отображается на мнемосхеме соответствующим индикатором. Задвижка имеет три положения (закрыта, открыта наполовину, открыта). Её положение отображается ползунковым индикатором. Цвет задвижки зависит от ее положения (серый – закрыта, желтый – открыта наполовину, зеленый – открыта). Уставки задаются на панели оператора в соответствующих окнах. На рисунке 5.2 изображена индикация высокой температуры дымовых газов.

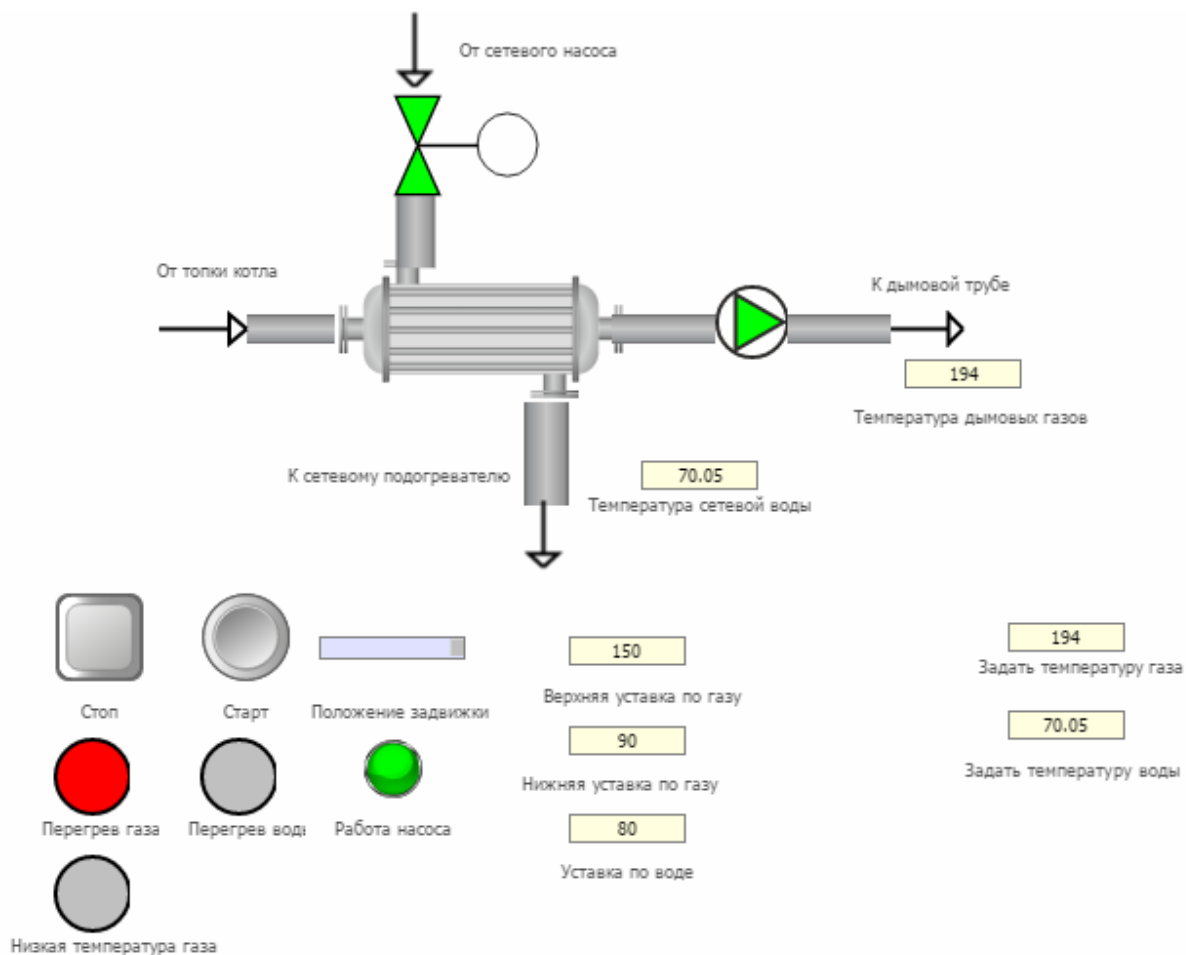


Рисунок 5.2 – Мнемосхема системы контроля антропогенных выбросов при срабатывании индикации о превышении температуры дымовых газов

В данном разделе работы приведены результаты разработки мнемосхемы процесса сжигания ОВУТ в котлоагрегате.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5В	Дорохову Вадиму Валерьевичу

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 научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Принять по действующим ценам
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы амортизации ПК – 40% Нормы амортизации принтера – 40% Нормы амортизации газоанализатора – 25% Нормы амортизации муфельной печи – 10%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставки НДС и социального налога

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	–
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Выполнить
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Выполнить

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Дорохов Вадим Валерьевич		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью написания данного раздела является расчет экономической эффективности разработки автоматизированной системы технического и коммерческого учета потребляемой электроэнергии распределенным объектом.

Для выполнения данной задачи необходимо:

- 1) составить перечень работ и оценить время их выполнения;
- 2) составить смету затрат на проект;
- 3) определить экономическую эффективность проекта.

6.1 Планирование работ и оценка времени выполнения

В таблице 13 представлены все виды выполняемых работ.

Таблица 12 – Перечень работ

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Обзор работ, связанных с органоводоугольным топливом	И	И – 100%
Проведение экспериментальных исследований	НР, И	НР – 30% И – 100%
Анализ результатов исследования	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка необходимых схем и подбор оборудования	НР, И	НР – 30% И – 100%
Проектирование мнемосхемы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

Трудозатраты на выполнение работ отражены в таблице 14. Учитывая трудозатраты, построим линейный график работ, представленный в таблице 15.

Таблица 13 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,36	–	4,07	–
Обзор работ, связанных с органоводоугольным топливом	И	6	8	6,8	–	6,8	–	8,194
Проведение экспериментальных исследований	НР, И	15	23	18,2	5,46	18,2	6,58	21,93
Анализ результатов исследования	НР, И	4	6	4,8	1,44	4,8	1,73	5,78
Разработка необходимых схем и подбор оборудования	НР, И	17	22	19	5,7	19	6,87	22,9
Проектирование мнемосхемы	НР, И	5	7	5,8	1,74	5,8	2,1	7
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	5	8	6,2	–	6,2	–	7,47
Оформление графического материала	И	5	8	6,2	–	6,2	–	7,47
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	3,72	6,2	4,48	7,47
Итого:				76	21,42	73,2	25,81	88,21

Таблица 14 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	4,07	–									
2	–	0,194									
3	6,58	21,93									
4	1,73	5,78									
5	6,87	22,9									
6	2,1	7									
7	–	7,47									
8	–	7,47									
9	4,48	7,47									
											

НР – ; И – .

6.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

6.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20%. Смета затрат на материалы представлена в таблице 16.

Таблица 15 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	150	1 уп.	150
Картридж для принтера	750	1 шт.	750
Фильтр для газоанализатора	50	10	500
Итого:			1400

Допустим, что ТЗР составляют 5% от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 1400 \cdot 1,05 = 1470$ руб.

6.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25,083 \quad (6.1)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе). Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{пр}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,62$. Смета затрат на заработную плату приведена в таблице 17.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дди	Коэффициент	Фонд з/платы, руб
НР	49664	1979,99	22	1,699	74008,07
И	15470	616,75	74	1,699	76172,33
Итого:					150180,4

6.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, в нашем случае:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3 = 45054,12 \text{ руб.}$$

6.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (6.2)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $C_{\text{э}} = 5,748 \text{ руб/кВт·час}$ (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется из расчета, что продолжительность рабочего дня инженера составляет 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (6.3)$$

где $K_{\text{т}} \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени.

В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном} \cdot K_c, \quad (6.4)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности равен 1. Смета затрат на электроэнергию приведена в таблице 18.

Таблица 17 – Расчет затрат на технологическую электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования, час	Потребляемая мощность, кВт	Затраты, руб.
Персональный компьютер	219,6*0,9	0,3	340,81
Струйный принтер	2	0,1	1,15
Муфельная печь	40	3	689,76
Газоанализатор	40	0,5	114,96

6.2.5 Расчет амортизационных расходов

В данной статье рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{ам} = \frac{H_a \cdot Ц_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d}, \quad (6.5)$$

где H_a – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования (для шестидневной рабочей недели 2408 часов);

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Стоимость персонального компьютера составляет 60000 руб., время использования 712 часов, годовая норма амортизации оборудования 40 %, тогда амортизационные отчисления составляют:

$$C_{ам.пк} = \frac{0,4 \cdot 60000 \cdot 197,4}{2384}.$$

Стоимость струйного принтера составляет 2500 руб., время использования 60 часов, годовая норма амортизации оборудования 50 %, тогда амортизационные отчисления составляют:

$$C_{\text{ам.лп}} = \frac{0,4 \cdot 2500 \cdot 2}{2384}.$$

Стоимость муфельной печи составляет 300000 руб., время использования 40 часов, годовая норма амортизации оборудования 10 %, тогда амортизационные отчисления составляют:

$$C_{\text{ам.лп}} = \frac{0,1 \cdot 300000 \cdot 40}{2384}.$$

Стоимость газоанализатора составляет 85000 руб., время использования 40 часов, годовая норма амортизации оборудования 25 %, тогда амортизационные отчисления составляют:

$$C_{\text{ам.лп}} = \frac{0,25 \cdot 85000 \cdot 40}{2384}.$$

Итого начислено амортизации 2850,4 руб.

6.2.6 Расчет прочих расходов

Прочие затраты принимаются как 10 % от суммы материальных затрат от суммы всех предыдущих расходов:

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1. \quad (6.6)$$

В данном случае:

$$C_{\text{проч}} = 19085,03 \text{ руб.}$$

6.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Таблица 18 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1470
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	150180,4
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	45054,12
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	1146,68
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	2850,4
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	19985,03
Итого:		220686,63

Таким образом, затраты на разработку $C = 220686,63$ руб.

6.2.8 Расчет прибыли

Поскольку мы не располагаем данными для применения сложных методов расчета прибыли примем её в размере 20 % от полной стоимости проекта: 44137,33 руб.

6.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это 52964,79 руб.

6.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае цена составляет $C = 317788,75$ руб.

6.2.11 Определение экономического эффекта проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта.

Экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = I_{до} - I_{после} , \quad (6.7)$$

где $I_{до}$ – издержки производства тепловой энергии при использовании угля;
 $I_{после}$ – издержки производства тепловой энергии при использовании ОВУТ.

$$I_{до} = B \cdot Ц , \quad (6.8)$$

$$I_{после} = B \cdot Ц , \quad (6.9)$$

где B – расход топлива; $Ц$ – цена топлива за кг.

Для котла КВГМ-50-150 годовой расход топлива составляет 50 370 т. При переходе на композиционные водосодержащие топливные суспензии, расход составляет 70518 т. в год, увеличение расхода связано с меньшей теплотворной способностью топлива. Цена одной тонны мазута М-100 составляет 18000 руб., а ОВУТ 8000 руб.

$$I_{до} = 50370 \cdot 18000 = 906660000 \text{ рублей в год,}$$

$$I_{после} = 70518 \cdot 7500 = 564144000 \text{ рублей в год,}$$

$$\mathcal{E} = 906\,660\,000 - 564\,144\,000 = 342\,516\,000 \text{ рублей в год.}$$

В данном разделе был определен экономический эффект проекта. На основе данных, полученных в ходе выполнения этого раздела, можно сделать вывод о том, что данный проект является экономически эффективным. Данная оценка носит лишь приблизительный характер, для более точной оценки экономического эффекта требуется проведение дополнительных исследований на реальных энергетических установках.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5В	Дорохову Вадиму Валерьевичу

Школа	ИШЭ	НОЦ	И.Н. Бутакова
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является процесс создания системы контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органоводоугольных топлив
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	– анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.
2. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – разработка решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.04.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотникова Анна Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Дорохов Вадим Валерьевич		

7 Социальная ответственность

Вопросам социальной ответственности предприятия уделяется серьезное внимание. Социальную ответственность различные представители менеджмента трактуют неодинаково. Существует взгляд на эту проблему, согласно которому организация должна заботиться об эффективности использования своих ресурсов, максимизировать прибыль, предоставлять обществу необходимые товары и услуги. Таким образом, организация – это экономическая целостность, и ее главная цель – прибыль. Реализуя экономические цели (давая работу людям, дивиденды – акционерам, товары – обществу), организация ведет себя ответственно.

Согласно другой точке зрения, организация – это сложная часть внешнего окружения, от которого зависит само существование организации. К составляющим этого окружения относятся потребители, поставщики, местное население, средства информации и др. Эта общественная среда может сильно влиять на достижение предприятием своих целей, поэтому организации приходится уравнивать чисто экономические цели с экономическими и социальными интересами этих составляющих среды.

Следовательно, социальная ответственность – это действия организации, предпринимаемые во благо общества добровольно, а не по требованию закона. Организации должны направлять часть своих ресурсов и усилий по социальным каналам. Они должны жертвовать на благо и совершенствование общества. Более того, они должны ответственно действовать в сферах защиты окружающей среды, здравоохранения и безопасности, защиты интересов потребителей. Ответственно действующему предприятию общество будет доверять.

Можно выделить три компонента стратегии предприятия для завоевания общественного доверия:

1. Ответственное поведение:

- решение задачи удовлетворения определенных потребностей общества через обменные отношения рынка;

- решение задачи научно-технического развития общества;
- несение ответственности за все действия и их последствия, причиной которых предприятие является само. Например, если компания допустила загрязнение водного бассейна, то она отвечает за его очистку и несет расходы за причиненный ущерб.

2. Коммуникативное поведение, или «диалог с обществом».

3. Инновационное поведение – это поиск оптимального решения проблем, связанных с инновациями, которые должны находить одобрение со стороны общества.

Существуют аргументы в пользу социальной ответственности:

- предприятие является членом общества, поэтому нормы морали должны управлять его поведением;
- благоприятные для бизнеса долгосрочные перспективы.

Социальные действия организации, улучшающие жизнь местного сообщества, могут приносить им определенные выгоды. В обществе благополучном и условия для бизнеса формируют более привлекательный образ предприятия; наличие ресурсов для оказания помощи в решении социальных проблем.

Существуют препятствия для социальной ответственности:

- нарушение принципа максимизации прибыли, ибо часть ресурсов корпорации «отвлекается» на решение проблем общества;
- расходы на социальную вовлеченность являются для предприятия издержками, которые в конечном счете переносятся на потребителей в виде завышенных цен, снижают конкурентоспособность продукции, в том числе и на мировом рынке;
- недостаточный уровень отчетности широкой публике.

К социальным вопросам на производстве относятся работы по охране труда, окружающей среды и в чрезвычайных ситуациях.

Охрана труда – система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-

профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. В данной работе спроектирована система контроля дымовых газов ТЭС при сжигании органомаслоугольных (ОВУТ) топлив, которая может быть внедрена на предприятия энергетического комплекса, в частности, на тепловые электрические станции. Использование данной системы является выгодным с экологической точки зрения, поскольку использование ОВУТ позволит снизить количество выбрасываемых в атмосферу вредных летучих веществ, к числу которых относятся оксиды серы и азота, летучая зола и другие. Данная система работает в полуавтоматическом режиме, т.е. для ее функционирования требуется оператор. В процессе работы, на него могут воздействовать следующие вредные факторы:

- повышенная температура воздуха в помещении;
- повышенная влажность воздуха в помещении;
- повышенная загазованность воздуха в помещении;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- физические перегрузки;

7.1 Производственная безопасность

7.1.1 Анализ вредных и опасных факторов

При работе котельной на угле или мазуте создается большой объем дымовых газов. Они, в свою очередь, наносят большой вред здоровью персонала при отсутствии должных систем очистки и защиты от них. К числу последствий влияния дымовых газов можно отнести увеличение числа онкологических заболеваний, увеличение смертности, учащение заболеваний дыхательных путей, Использование ОВУТ вместо традиционных котельных топлив способствует снижению давления, оказываемого предприятиями энергетического комплекса на здоровье персонала.

Эксплуатация котлоагрегата всегда сопровождается высокими температурами воздуха и влажности в цеху. Для обеспечения комфортных

условий для работы персонала предусматривается вентиляционная система, решающая эти проблемы. Кроме того, для защиты от высоких температур при проведении профилактических мероприятий в непосредственной близости от котлоагрегата персоналу выдается специальная экипировка.

Шумовое загрязнение в цеху присутствует в допустимых пределах, но для персонала, работающего в зонах повышенного шумового загрязнения, предусмотрены специальные защитные средства.

7.1.2 Защита персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Для предотвращения поражения электрическим током при монтаже системы контроля дымовых газов, а также при ее эксплуатации, следует соблюдать следующие правила:

- при производстве монтажных работ использовать только исправные инструменты, аттестованные службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов заземлить;
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели запрещены;
- все работы по устранению неисправностей производить квалифицированным персоналом;
- постоянно наблюдать за исправностью электропроводки.

Для уменьшения воздействия шума на организм человека ослабляется шум в самих источниках: в электрических машинах, механизмах и других устройствах. Для предотвращения ожога при работе возле котельного агрегата необходима специализированная одежда, а также соблюдение техники безопасности. Для уменьшения загазованности и влажности в помещении устанавливается вытяжная система. Помещение оборудовано

приточно-вытяжной вентиляцией с нижним и верхним отсосом, обеспечивающей равномерный приток свежего воздуха и удаление загрязненного. Приточно-вытяжная вентиляция во всех помещениях работает постоянно, кроме летнего периода времени, что связано с остановкой котельной.

7.2 Экологическая безопасность

Загрязнение (окружающей среды, природной среды, биосферы) — это привнесение в окружающую среду (природную среду, биосферу) или возникновение в ней новых, обычно не характерных физических, химических или биологических агентов (загрязнителей), или превышение их естественного среднесуточного уровня в различных средах, приводящее к негативным воздействиям.

7.2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду

Выбросы загрязняющих веществ предприятий теплоэнергетики, обусловленные процессами сгорания органического топлива, являются одним из основных источников загрязнения атмосферы. Объемы вредных выбросов связаны с качеством и количеством сжигаемого топлива, полнотой его использования, а также эффективностью в целом работы источника теплоснабжения.

Наибольшую опасность для биосферы и для здоровья человека представляют не имеющие средств очистки дымовых газов многочисленные теплоисточники малой мощности, размещаемые, как правило, в пределах небольших населенных пунктов.

7.2.2 Влияние производственного процесса на окружающую среду

Антропогенные выбросы парниковых газов и загрязняющих веществ – один из основных факторов, обуславливающих изменение химического состава атмосферы и ее теплового баланса. К последствиям выбросов загрязняющих веществ в атмосферу можно отнести рост числа онкологических заболеваний и заболеваний дыхательных путей у населения, повышение смертности скота и диких животных, заболевания растений.

Использование ОВУТ способствует снижению давления, оказываемого предприятиями энергетического комплекса на окружающую среду. Кроме того, ОВУТ содержат в своем составе отходы угольной промышленности, такие как угольный шлам и фильтр-кек, а также различные горючие промышленные отходы, например, отработанные масла, тем самым способствуя утилизации накопившихся объемов загрязняющих веществ. Еще одним преимуществом ОВУТ является пониженная температура дымовых газов, что уменьшает тепловое загрязнение окружающей среды. Также важно отметить, что существует и социальная выгода при использовании ОВУТ, поскольку данное топливо позволяет снизить цену на вырабатываемые тепловую и электрическую энергии.

7.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Для снижения количества выбросов в атмосферу проводятся специальные мероприятия: установка очистительного оборудования для дымовых газов, герметизация технологических отверстий котельного агрегата, добавление способствующих снижению концентрации выбросов компонентов в состав топлива.

Для контроля дымовых газов, выбрасываемых в окружающую среду, используется специальное оборудование, предназначенное для определения количественного и качественного состава уходящих дымовых газов. К такому оборудованию относятся газоанализаторы и расходомеры дымовых газов. Кроме того, на предприятиях энергетики используются специальные

установки, улавливающие оксиды серы в дымовых газах. Их можно разделить на три главные группы: процессы с применением жидких поглотителей – абсорбционные (мокрые) и процессы, основанные на взаимодействии газа с твердым веществом – адсорбционные и каталитические (сухие).

Таким образом, для снижения выбросов токсических веществ в атмосферу и повышения энерго-экологической эффективности теплоэнергетики реализуются несколько направлений, среди которых можно выделить выполнение природоохранных мероприятий; использование мероприятий по энергосбережению; внедрение экологического мониторинга; стимулирование развития научных исследований и практического применения новейших научных достижений и научно-технических разработок.

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие смерти, а также ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

В настоящее время основными способами защиты населения, в том числе и производственного персонала, являются:

- 1) укрытие в защитных сооружениях;
- 2) проведение эвакуационных мероприятий;
- 3) использование средств индивидуальной защиты.

При работе котельной могут возникнуть некоторые чрезвычайные ситуации. Например, воспламенение котельной и прилегающей к ней территории. Опасность представляет сам котлоагрегат и топливомагистраль.

7.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

В котельной наибольшую опасность представляет возникновение возгорания. Поскольку топливо необходимо складировать для дальнейшего сжигания, то существует вероятность воспламенения.

При эксплуатации необходимо контролировать состояние штабелей путем внешнего осмотра и измерения температуры в штабелях. Признаками самовозгорания являются повышение температуры, наличие пятен на увлажненной поверхности штабеля. Если появились признаки самовозгорания топлива, то необходимо в первую очередь начать подачу топлива из этого штабеля в бункера котлов, но без очагов огня во избежание пожара в котельном цехе.

Самой распространенной причиной возникновения пожара в котельных является нарушение противопожарных правил. Поэтому обслуживающий персонал должен эти правила хорошо знать и выполнять.

7.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Проводятся следующие противопожарные мероприятия:

- помещение оборудуется: средствами тушения пожара (огнетушителями, ящиком с песком, стендом с противопожарным инвентарем); средствами связи; проверена исправность электрической проводки осветительных приборов и электрооборудования;
- каждый сотрудник знает место нахождения средств пожаротушения и средств связи; помнит номера телефонов для сообщения о пожаре; умеет пользоваться средствами пожаротушения.

Помещение должно быть обеспечено следующими средствами пожаротушения:

- аэрозольный огнетушитель - генератор огнетушащего аэрозоля «Допинг 2» – 1 шт;
- углекислотный огнетушитель ОУ-5 - 1 шт;
- ящик с песком на 0,5 м - 1 шт;
- железные лопаты - 2 шт.

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по технике безопасности.

Ни в коем случае нельзя допускать применения при растопках котлоагрегатов керосина, бензина или других пожароопасных жидкостей, так как применение вышеуказанных жидкостей при растопках приводит к возникновению пожара. К возникновению пожара приводят неисправная электропроводка в котельной, а также оседающая на пол, стены, на котлы и в другие места топливная горячая пыль, которая может в любое время загореться, и пламя быстро распространится по всему помещению.

Признаками самовозгорания являются повышение температуры, наличие пятен на увлажненной поверхности штабеля. Если появились признаки самовозгорания топлива, то необходимо в первую очередь начать подачу топлива из этого штабеля в бункера котлов, но без очагов огня во избежание пожара в котельном цехе. Не следует заливать очаги горения в штабеле водой, так как это интенсифицирует процесс самовозгорания.

7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основой правового законодательства является Конституция, т. е. законы и правовые акты, принимаемые в РФ, не должны противоречить ей. Существуют принятые нормы в области охраны труда:

- 1) на первом месте жизнь и здоровье работника, а потом уже результат производственной деятельности предприятия;

- 2) единые нормативные требования по охране труда;
- 3) защита интересов работников, пострадавших в результате несчастных случаев на производстве.

7.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Оператор обязан проходить инструктаж по технике безопасности раз в 3 месяца, а также соблюдать правила пожарной безопасности. Предприятие, к которому относится котельная, должно обеспечить оператора спецодеждой, спец-обувью и другими средствами защиты. В конце рабочего дня оператору необходимо сдать дежурство, сделав отметку в журнале. Также, оператору должны выдаваться средства индивидуальной защиты дыхательных путей.

7.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

- 1) на рабочее место, защищенное от воздействия вредных или опасных производственных факторов;
- 2) на возмещение вреда, причиненного увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им трудовых обязанностей;
- 3) на обучение безопасным методам и приемам труда за счет работодателя и др.

Также, для комфортной работы помещение должно соответствовать нормам освещения. Рабочее место должно быть оснащено обеденным местом и средствами гигиенического ухода.

7.5 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Существует несколько преимуществ у разработанной системы контроля дымовых газов на ТЭС при сжигании органомоугольных топлив. Во-первых, система является полуавтоматической, что снижает количество персонала, необходимого для ее функционирования. Во-вторых,

используемое органоводоугольное топливо имеет весомое преимущество перед традиционными котельными топливами с экологической и социальной точек зрения.

Как итог проделанной работы по разделу «Социальная ответственность» можно отметить следующее:

- в работе рассмотрена социальная ответственность предприятия (корпоративная социальная ответственность), указаны пагубные воздействия на окружающую среду;

- выявлены и описаны вредные и опасные факторы, возникающие на производстве;

- указаны методики и средства борьбы с этими факторами;

- описаны возможные ЧС и меры по их предупреждению и оповещению, а также приведены регламентированные требования по поведению персонала при ЧС;

- отражены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности рабочего персонала.

Заключение

В рамках данного дипломного проекта была разработана система контроля антропогенных выбросов ТЭС при сжигании органомоделюгольных топлив.

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана проектная документация: схема функциональная, схема соединений электрическая, схема монтажная и общий вид щита.

Пояснительная записка к проекту содержит подробное описание основного оборудования, приборов и технических средств автоматизации, экспериментальных исследований, а также мнемосхему. При выборе приборов и средств автоматизации руководствовались каталогами и сайтами производителей.

Также выполнены разделы «Социальная ответственность» и «Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», в которых была рассчитана общая сумма затрат на реализацию проекта, эффективность проекта, а также влияние объекта на окружающую среду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. International Energy Outlook with projections to 2040. Washington: U.S. Energy Information Administration, 2013. 234 p. <http://www.eia.gov>.
2. Glushkov D.O., Shlegel N.E., Strizhak P.A., Vershinina K.Y. Heat transfer under ignition of droplet of composite liquid fuel made of coal, water and oil in an oxidant flow // *Advances and Applications in Fluid Mechanics*. – 2016. – Vol. 19. – № 1. – P. 157–168.
3. Nyashina G.S., Kosintsev A.G., Shlegel N.E., Strizhak P.A. The influence of droplet sizes of coal-water slurry containing petrochemicals on integral ignition characteristics // *JP Journal of Heat and Mass Transfer*. – 2016. – V. 13, № 2. – P. 265–276.
4. Zhu J., Zhang G., Liu G., Qu Q. Investigation on the rheological and stability characteristics of coal-water slurry with long side-chain polycarboxylate dispersant // *Fuel Processing Technology*. – 2014. – V. 118. – P. 187–191.
5. Mukherjee A., Pisupati S.V. Interparticle Interactions in Highly Concentrated Coal–Water Slurries and Their Effect on Slurry Viscosity // *Energy&Fuels*. – 2015. – V. 29, № 6. – P. 3675–3683.
6. James D.W., Krishnamoorthy G., Benson S.A., Seames W.S. Modeling trace element partitioning during coal combustion // *Fuel Processing Technology*. – 2016. – V. 126. – P. 284–297.
7. Belošević S., Tomanović I., Beljanski V., Tucaković D. Numerical prediction of processes for clean and efficient combustion of pulverized coal in power plants // *Applied Thermal Engineering*. – 2015. – V. 74. – P. 102–110.
8. Gorlov E.G. Composite water-containing fuels from coals and petroleum products // *Solid Fuel Chemistry*. – 2004. – V. 38. – P.40–50.
9. Khodakov G.S., Gorlov E.G., Golovin O.S. Coal-slurry fuel // *Solid Fuel Chemistry*. – 2005. – V. 39. – P. 12–27.

10. Няшина Г.С., Шлегель Н.Е., Стрижак П.А. Анализ антропогенных выбросов при сжигании угольных топлив и отходов углепереработки // Кокс и химия. – 2017. – №. 4. – С. 40–46.
11. Lishtvan I.I., Falyushin P.L., Smolyachkova E.A., Kovrik S.I. Fuel suspensions based on fuel oil, peat, waste wood, and charcoal // Solid Fuel Chemistry. – 2009. – V. 43. – P.1–4.
12. Glushkov D.O., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Low-Temperature Ignition of Coal Particles in an Airflow // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2015. – V. 9, № 2. – P. 242–249.
13. Glushkov D.O., Strizhak P.A., Vysokomornaya O.V. Numerical research of heat and mass transfer during low-temperature ignition of a coal particle // Thermal Science. – 2015. – V. 19, № 1. – P. 285–294.
14. Khodakov G.S. Coal-water suspensions in power engineering // Thermal Engineering. – 2007. – V. 54. – P. 36–47.
15. Wang H., Jiang X., Zhang M., Ma Y., Liu H., Wu S. A new fluidization-suspension combustion technology for coal water slurry // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2010. – V. 49. – P. 1017–1024.
16. Yang Z., Zhang Y., Liu L., Wang X., Zhang Z. Environmental investigation on co-combustion of sewage sludge and coal gangue: SO₂, NO_x and trace elements emissions // Waste Management. – 2016. – V. 50. – P. 213–221.
17. Nyashina G.S., Vershinina K.Y., Dmitrienko M.A., Strizhak P.A. Environmental benefits and drawbacks of composite fuels based on industrial wastes and different ranks of coal // Journal of Hazardous Materials. – 2018. – V. 347. – P. 359–370.
18. ОВЕН. Каталог продукции 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://owen.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
19. Каталог продукции ОАО «Endress+Hauser». – М.: Изд-во «Endress+Hauser», 2013. – 215 с.

20. Расходомер ультразвуковой US-800. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.us800.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
21. Теплоприбор. Каталог продукции 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://теплоприбор.рф> свободный. – Загл. с экрана.
22. ПЕРГАМ. Каталог продукции 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pergam.ru> свободный. – Загл. с экрана.
23. Каталог продукции ООО «МРУ Рус». – М.: Изд-во «MRU», 2015. – 215 с.
24. ВЭСТ-02 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npowest.ru/.html> свободный. – Загл. с экрана.
25. ЭлеСи. Каталог продукции 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elesy.ru> свободный. – Загл. с экрана.
26. Звенигородский И.И., Кулеш Д.Ю., Чабала А.П. Разработка методики получения передаточных функций и математической модели процесса нагрева воздуха в рекуперативном теплообменном аппарате // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – №. 3. – С. 14–27.
27. СТО ТПУ 2.5.01-2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://standard.tpu.ru/docs/standorg/ВКР_ориг1.htm свободный. – Загл. с экрана.