

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Электронного обучения
Специальность: 140101 Тепловые электрические станции
Кафедра: Атомных и тепловых электростанций

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Проект модернизации системы теплоснабжения объектов газового промысла от газопоршневой электростанции.

УДК 697.34:622.324.013048.35(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6300	Смокотнин Владимир Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	В.И. Беспалов	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	А.А. Фигурко	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	А.А. Сечин	к.т.н., доцент		

По разделу «Автоматизация технологических процессов и производств»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель автоматизации технологических процессов	Ю.К. Атрошенко	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры атомных и тепловых электростанций	М.А. Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Специальность подготовки **140101 Тепловые электрические станции**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН
А.С. Матвеев

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-6300	Смокотнину Владимиру Сергеевичу

Тема работы:

Проект модернизации системы теплоснабжения объектов газового промысла от газопоршневой электростанции.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

30 мая 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Целью обзора является сбор и обобщение информации об опыте применения, современном уровне развития и потенциале технологий раздельной выработки тепла и электроэнергии на базе КГУ. Объектом исследования в работе является совокупность способов и установок получения тепла от утилизации тепла через газоводяной теплообменник и использование тепла от контура охлаждения.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Постановка задач и характеристика объекта2. Расчёт расхода тепла на отопление и ГВС3. Расчёт газоводяного подогревателя4. Расчёт водоводяного теплообменника5. Гидравлический расчёт участка ГВС, отопления6. Расчёт сметы затрат на проектирование7. Социальная ответственность8. Заключение

Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фронтальный вид отапливаемого здания 2. Чертеж газоводяного подогревателя 3. Чертеж водоводяного подогревателя 4. Генплан 5. АСР
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Фигурко А.А., к.э.н., доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Сечин А.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Автоматизация технологических процессов	Атрошенко Ю.К., ст. преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25 ноября 2015 года
---	----------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	Беспалов В.И.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6300	Смокотнин Владимир Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-6300	Смокотнину Владимиру Сергеевичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Инженер	Направление/специальность	140101 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

	<p><i>1. Описание рабочего места Машиниста ДВС на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, освещение, шумы, вибрации, эл – магнитные поля,) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, эле – ктрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

	<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем - индивидуальные защитные средства)
	<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);
	<ul style="list-style-type: none"> - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
-	<p><i>3. Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на

	<i>НТД по охране окружающей среды.</i>
	<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
	<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	А.А. Сечин	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6300	Смокотнин Владимир Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-6300	Смокотнину Владимиру Сергеевичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	инженер	Направление/специальность	140101 Теплоэнергетика и теплотехника

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

	<i>Капитальные вложения</i>
	<i>Норма амортизации 10%</i> <i>Расход топлива 0,44 тыс.м³/час</i> <i>Общий режим налогообложения</i>
	<i>Ставка дисконтирования 10%</i> <i>Отчисления во внебюджетные фонды 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

	<i>Определение капитальных вложений в проект</i> <i>Определение ЧДД</i> <i>Определение периода окупаемости</i>
	<i>Расчет годовых эксплуатационных издержек</i> <i>Определение показателей экономической эффективности</i>

Перечень графического материала	<i>Диаграмма Гантта</i> <i>График ВВД</i>
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Фигурко А.А.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6300	Смокотнин В.С.		

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА	11
1.1 Потребители тепла и электроэнергии.....	11
1.2 Актуальность выбора газопоршневой установки	12
1.3 Анализ потребления электроэнергии.....	11
1.4 Выбор оборудования и местоположения для установки новой ГПУ.....	13
2 РАСЧЕТ РАСХОДА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ГВС	16
2.1 АБК с производственными помещениями.....	16
2.2 Расход сетевой воды на отопление и вентиляцию	17
2.3 Тепловая нагрузка системы ГВС.....	17
3 РАСЧЕТ ГАЗО-ВОДЯНОГО ПОДОГРЕВАТЕЛЯ	19
3.1 Расчет объема сгораемого топлива	20
3.2 Тепловой расчет газоводяного экономайзера	20
4 РАСЧЕТ ВОДОВОДЯНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА	29
5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УЧАСТКА ГВС И НА ОТОПЛЕНИЕ	35
6 АСР УРОВНЯ КОНДЕНСАТА В ПОДОГРЕВАТЕЛЕ ХОВ.....	37
6.1 Системный анализ объекта автоматизации	37
6.2 Выбор структуры АСР уровня	38
6.3 Разработка функциональной схемы АСР уровня	39
6.4 Выбор технических средств АСР уровня и составление заказной спецификации	42

Графический материал:

ФЮРА.311153.005.ГП- Генплан

ФЮРА.311154.007.МЧ- водоводяной подогреватель

ФЮРА.302154.007.МЧ-План АБК 2 этаж

ФЮРА.302154.007.МЧ- План АБК 1 этаж

ФЮРА.311154.008.СБ-Экономайзер

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент в сфере добычи угля, нефти и газа аспекты строительства тепловых и электрических источников на месторождении, оптимизация в области теплоэнергоснабжения, обеспечивающие наивысшие технико-экономические показатели имеют наибольшую значимость.

Сейчас как таковых альтернатив энергосберегающим технологиям не существует. Поэтому, энергетический дефицит можно покрывать за счет возобновляемых источников электроэнергии. Они экологичны, чисты, экономически целесообразны. К возобновляемым источникам относятся солнечные электрические станции, ветряные станции, станции на биомассе, приливные станции, геотермальные станции.

Однако наряду с возобновляемыми источниками аспекты энергосберегающих технологий нужно рассматривать более шире и стремиться к эффективности работы существующих технологий, путем распределения теплоносителей и принятия альтернативных решений в существующих условиях.

Конкуренция на внутреннем и внешнем рынках заставляет предприятия искать пути снижения издержек производства. В себестоимости производимой продукции определенную часть занимают потребляемые энергоресурсы (электроэнергия, тепло, горячее водоснабжение). Один из способов снижения этих затрат - производство электроэнергии и тепла на собственной ГПЭС.

Среди малых электростанций стоит выделить газопоршневые электростанции (когенераторы) единичной мощностью от 100 кВт до 4 МВт, суммарная мощность не ограничена.

Газопоршневые установки идеально преобразуют энергию природного газа, в электрическую и тепловую, обеспечивая общий КПД до 90%.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

В зависимости от стоимости газа и степени утилизации тепла себестоимость 1 кВт/час электроэнергии составляет 40 - 60 коп, а срок окупаемости – 2 – 3 года.

Кроме того, собственная электростанция позволит обеспечить предприятие электроэнергией (резервирование) при аварии на внешних электрических сетях.

Помимо электроэнергии, электростанция производит тепло, утилизация которого позволяет снизить себестоимость электроэнергии и разгрузить котельную.

Установка энергоцентра на предприятии требует значительных затрат. Поэтому, до начала строительства, целесообразно определиться с мощностью и комплектностью оборудования электростанции, ее адаптацией и интеграцией в существующую систему энергоснабжения предприятия.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

1.1 Потребители тепла и электроэнергии

ООО «Газпром добыча Кузнецк» является 100% дочерним Обществом ОАО «Газпром». Общество реализует совместный инновационный проект ОАО «Газпром» и Администрации Кемеровской области по добыче метана угольных пластов в Кузбассе. В связи с этим предприятие на источнике остро нуждается в автономном источнике тепло и энергоснабжении.

В настоящем проекте запланированы следующие работы:

- определить месторасположение электростанции, позволяющее с наименьшими затратами выполнить подключение газопоршневой электростанции к существующим газовым, электрическим и тепловым сетям;
- определить оптимальную комплектацию оборудования электростанции;
- разработать основные схемы адаптации электростанции;
- определить общие затраты на реализацию проекта электростанции;
- произвести расчеты экономической эффективности.

Целью проекта является составление представления о сложности, стоимости, сроках реализации и окупаемости строительства газопоршневой электростанции для ООО «Газпром добыча Кузнецк».

1.2 Актуальность выбора газопоршневой установки

При разнообразных способах выработки электроэнергии и тепла для индивидуальных целей, все больше и больше уходят от традиционных методов теплоэнергоснабжения.

Одно из важных направлений повышения эффективности систем теплофикации и топливозакономии является строительство систем

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

теплоэнергоснабжения газопоршневой установкой.

При решении строительства газопоршневой станции, следует руководствоваться преимуществами ГПС в сравнении с мини-ТЭЦ на базе ПТУ или ГТУ, а именно:

- себестоимость выработки электрической и теплоэнергии
- наивысший коэффициент полезного действия
- низкие капиталовложения
- наименьшее время строительства
- легко воспринимает переменные нагрузки
- низкая стоимость распределения между тепловой и электрической нагрузкой
- эксплуатационная простота
- низкие эксплуатационные издержки

1.3 Анализ потребления электроэнергии

В связи с снижением затрат на ТО и ТР, запуска скважины РН-10, строительства газопровода со скважин РН 4-7, повышена эффективность работы электростанций в 2014г в сравнении с 2013г на Талдинской и Нарыкско-Осташкинской площади:

1. Увеличено количество выработанной электрической энергии с 3 млн. 954 тыс. до 7 млн. 546 тыс. кВт/час. (+3 млн 591,81 тыс. кВт/час.).
2. Увеличена реализация электрической энергии с 2 млн. 152 тыс. до 4 млн. 519 тыс. кВт/час. (+ 2 млн 367 тыс. кВт/час.), соответственно в денежном выражении с 2,31 млн. руб. до 5,26 млн. руб. (+ 2,95 млн. руб.).

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

3. Увеличено потребление электрической энергии из собственной выработки с 1 млн. 802 тыс. до 3 млн. 26 тыс. кВт/час. (+ 1 млн. 224,73 тыс. кВт/час.).
4. Снижена покупка электрической энергии с 1 млн. 275 тыс. до 179 тыс. кВт/час. (- 1 млн 095 тыс. кВт/час. соответственно в денежном выражении с 3,65 млн.руб. до 0,56 млн.руб. (- 3,09 млн.руб.).
5. Снижена себестоимость переработки электроэнергии по Талдинскому промыслу с 7,92 до 4,86 руб. кВт/час. (-3,06 руб. кВт/час.).
6. Снижена себестоимость переработки электроэнергии по Нарыкско-Осташкинскому промыслу с 18,82 руб. до 8,82 руб. кВт/час. (-10,00 руб. кВт/час.

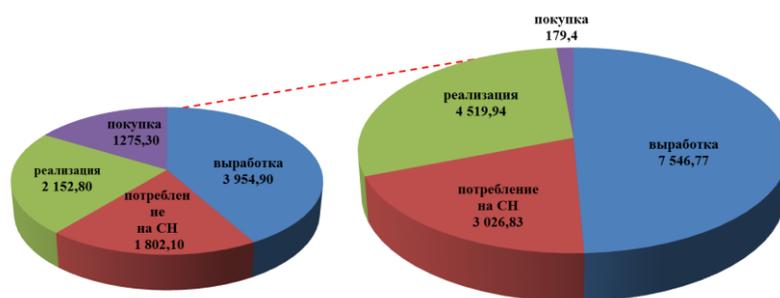


Рисунок 1- Анализ выработки электроэнергии в 2013-2014 году кВт/час.

1.4 Выбор оборудования и местоположения для установки новой ГПУ

Критерии выбора оборудования газопоршневой установки:

1. Надежность оборудования. С целью обеспечения бесперебойного электроснабжения лучше рассматривать приобретение оборудования ведущих зарубежных заводов.
2. Комплектность. Для эффективной и бесперебойной работы электростанции необходимо заказывать полный комплект оборудования:

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

силовой модуль, тепловой модуль, выносную сухую градирню, шкафы управления, шкафы силовые, комплект ЗИП, глушители.

3. Резервирование. Количество агрегатов подбирается с учетом максимальной и минимальной нагрузок электропотребления, а также категории электроснабжения потребителя.

4. Минимальный срок окупаемости. Срок окупаемости электростанции зависит от стоимости оборудования, его подключения, эксплуатации, а также стоимости электрической и тепловой энергии поставляемой предприятию от городских сетей. Снижение срока окупаемости достигается максимально-полным использованием вырабатываемой электростанцией электрической и тепловой энергии.

5. Сервисное обслуживание. Важным критерием выбора оборудования является наличие сервисной службы с квалифицированным персоналом, для проведения своевременного обслуживания и ремонта оборудования.

Модель:	TBG 620V16K
Двигатель:	MWM
Электрическая мощность агрегата:	1400 кВт , 0,4 кВ
Кол-во:	1 агрегат

Таблица 1. Выбор оборудования для энергоцентра.

Рабочая схема установки такая: газовый ДВС передает механическую энергию генератору, а генератор преобразует механическую энергию в электрическую.

Производимая теплоэнергия от утилизации тепла уходящих газов через газоводяной подогреватель идет на отопление, а тепло от контура охлаждения двигателя идет на ГВС через водоводяной теплообменник.

2 РАСЧЕТ РАСХОДА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

2.1 АБК с производственными помещениями.

2.1.1 Количество теплоты на отопление АБК:

q_0 – удельная отопительная характеристика для отопления здания, Вт/м³ · К

$V_{зд}$ – объём здания (наружный), м³

$t_{н.в.}$ – наружная температура воздуха, °С= -39 °С

$t_{п}$ – температура внутри помещения, °С=+18°С

$$V_{зд} = 18\text{м} \cdot 48,4\text{м} \cdot 10,15\text{м} = 8842,68 \text{ м}^3$$

$a=0,9$ поправочный коэффициент

$$Q_{0\text{МАХ.АБК.ОТ}} = a \cdot q_0 \cdot V_{зд} (t_{п} - t_{н.в.}) = 0,9 \cdot 0,442 \cdot 8842,68 \cdot (20 - (-39)) = 207539 \text{ Вт} = 207,5 \text{ кВт} [1]$$

2.1.2 Количество теплоты на вентиляцию АБК

q_0 – удельная отопительная характеристика для вентиляции здания, Вт/м³ · К

$V_{зд}$ – объём здания (наружный), м³

$t_{н.в.}$ – наружная температура воздуха, °С= -39 °С

$t_{п}$ – температура внутри помещения, °С=+18°С

$$V_{зд} = 18\text{м} \cdot 48,4\text{м} \cdot 10,15\text{м} = 8842,68 \text{ м}^3$$

$a=0,9$ поправочный коэффициент

$$Q_0^{\text{max}} Q_{0\text{МАХ.АБК.ВЕНТ}} = a \cdot q_0 \cdot V_{зд} (t_{п} - t_{н.в.}) = 0,9 \cdot 0,093 \cdot 8842,68 \cdot (20 - (-39)) = 43667 \text{ Вт} = 43,66 \text{ кВт} [1]$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

Суммарное количество теплоты на отопление и вентиляцию:

$$Q_0 = Q_{0\text{МАХ.АБК.ВЕНТ}} + Q_{0\text{МАХ.АБК.ОТ}} = 207,5 + 43,66 = 251,16 \text{ кВт}$$

2.2 Расход сетевой воды на отопление и вентиляцию

$$G_{\text{СВ.АБК}} = \frac{Q_{0\text{МАХ.АБК}}}{(t_{\text{пс}} - t_{\text{ос}}) \cdot c_p} = \frac{251,16}{(90 - 70) \cdot 4,2} = 2,99 \text{ кг/с.}$$

где,

$$c_p = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \text{ -теплоемкость воды;}$$

$$t_{\text{пс}} = 90^{\circ} \text{C} \text{ -температура прямой сети;}$$

$$t_{\text{ос}} = 70^{\circ} \text{C} \text{ -температура обратной сети;}$$

2.3 Тепловая нагрузка системы ГВС

Средняя тепловая мощность $\Phi_{\text{г.в.}}^{\text{ср.}}$, кВт системы горячего водоснабжения общественных зданий определяется по формуле

$$\Phi_{\text{г.в.}}^{\text{ср.}} = 2,7 \cdot m \cdot a \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

Где $m=111$ человек расчетное количество людей ,

суточная норма расхода воды в общественных зданиях из расчета на одного работающего человека, л/сутки.

$$\text{для АБК } 250 \text{ л/сутки} \quad (6)$$

$$\Phi_{\text{г.в.}}^{\text{ср.}} = 2,7 \cdot 111 \cdot 250 = 74925 \text{ Вт}$$

Максимальная тепловая мощность системы горячего водоснабжения

$$\Phi_{\text{г.в.}}^{\text{м}} = \beta \cdot \Phi_{\text{г.в.}}^{\text{ср.}}$$

Где β - коэффициент числовой непрерывности , принимается в зависимости от назначения системы горячего водоснабжения ,

$$\Phi_{\text{г.в.}}^{\text{м}} = 2 \cdot 74925 = 159850 \text{ Вт}$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17

Тепловая нагрузка системы горячего водоснабжения в летний период , кВт

$$\Phi_{2.6.}^{\text{л.}} = a \times \Phi_{2.6.}^{\text{ср.}} \times (55 - t_{\text{х.л.}}) / (55 - t_{\text{х.з.}}),$$

Где a - коэффициент , учитывающий изменение среднего расхода на горячее водоснабжение в неотапливаемый период;

$t_{\text{х.л.}}$ - температура холодной воды в неотапливаемый период , $^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{х.з.}}$ - температура холодной воды зимой , $^{\circ}\text{C}$

$\Phi_{2.6.}^{\text{ср.}}$ - средняя тепловая мощность ГВС , кВт

$$\Phi_{2.6.}^{\text{л.}} = 74925 \cdot (55 - 15) / (55 - 5) = 59940 \text{ Вт}.$$

2.3.1 Расчет расхода теплоносителя ГВС

Расчет расхода теплоносителя ГВС производится по соответствующим тепловым нагрузкам и температурам до и после потребителей.

Расход воды на горячее водоснабжение определяется по формулам:

- средний расход

$$M_{2.6.}^{\text{ср.}} = \frac{\Phi_{2.6.}^{\text{ср.}}}{c_{\text{в}} \cdot (t_{2.} - t_{\text{х.з.}})},$$

- максимальный расход

$$M_{2.6.}^{\text{м.}} = \frac{\Phi_{2.6.}^{\text{м.}}}{c_{\text{в}} \cdot (t_{2.} - t_{\text{х.з.}})},$$

Где $\Phi_{2.6.}^{\text{ср.}}$ и $\Phi_{2.6.}^{\text{м.}}$ - средняя и максимальная мощность соответственно ,

$c_{\text{в}}$ - удельная теплоемкость воды , Дж/кгК

$t_{2.}$ - температура горячей воды , $^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{х.з.}}$ - температура холодной воды зимой , $^{\circ}\text{C}$

$$M_{2.6.}^{\text{ср.}} = \frac{74925}{4190 \cdot (55 - 5)} = 0,357 \text{ кг} / \text{с}$$

$$M_{2.6.}^{\text{м.}} = \frac{159850}{4190 \cdot (55 - 5)} = 0,749 \text{ кг} / \text{с}$$

В случае подпитывающей линии

$$M_{2.6.}^{\text{м.}} = \frac{159850}{4190 \cdot (55 - 52)} = 12,7 \text{ кг} / \text{с}$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

3 РАСЧЕТ ГАЗО-ВОДЯНОГО ПОДОГРЕВАТЕЛЯ

3.1 Расчет объема сгораемого топлива

Состав органического топлива: $\text{CH}_4=94,46\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=0,366\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=0,156\%$;
 $\text{CO}_2=4,511\%$; $\text{N}_2=0,478\%$; $\text{H}_2=0,029\%$; $Q_p=35500$ кДж/м³.

Расчет ведем по методике [2]

При сжигании природного газа расчет теоретических объемов воздуха и продуктов сгорания производится на основании процентного состава компонентов, входящих в него:

Теоретический объем воздуха:

$$\begin{aligned} V_H^o &= 0,0476 \cdot [\sum (m + 0,25 \cdot n) \cdot C_m H_n + 0,5 \cdot (CO + H_2) + 1,5 \cdot H_2S - O_2] = \\ &= 0,0476 \cdot [(1 + 0,25 \cdot 4) \cdot 94,46 + (2 + 0,25 \cdot 6) \cdot 0,366 + (3 + 0,25 \cdot 8) \cdot 0,156 + \\ & (0,029) \cdot 0,5] = 9,091 \text{ м}^3 / \text{м}^3; \end{aligned} \quad (3.1)$$

Теоретические объемы продуктов сгорания воздуха:

$$\begin{aligned} V_{RO_2} &= 0,01 \cdot (\sum m \cdot C_m H_n + CO_2 + CO + H_2S) = \\ &= 0,01 \cdot (1 \cdot 94,46 + 2 \cdot 0,366 + 3 \cdot 0,156 + 4,511) = 1,001 \text{ м}^3 / \text{м}^3; \end{aligned} \quad (3.2)$$

Теоретический объем азота

$$V_{N_2}^o = 0,79 \cdot V_H^o + 0,01 \cdot N_2 = 0,79 \cdot 9,091 + 0,01 \cdot 0,478 = 7,186 \text{ м}^3 / \text{м}^3; \quad (3.3)$$

Теоретический объем водяных паров

$$\begin{aligned} V_{H_2O} &= 0,01 \cdot (\sum 0,5 \cdot n \cdot C_m H_n + H_2S + H_2 + 0,124 \cdot d_{г.тл} + 1,61 \cdot V_H^o) = \\ &= 0,01 \cdot (0,5 \cdot 4 \cdot 94,46 + 0,5 \cdot 6 \cdot 0,366 + 0,5 \cdot 8 \cdot 0,156 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,03 + 0,124 \cdot 10 + \\ & + 1,61 \cdot 9,091) = 2,066 \text{ м}^3 / \text{м}^3, \end{aligned} \quad (3.4)$$

где $d_{г.тл}$ - влагосодержание газообразного топлива при расчетной температуре 10°

$$d_{г.тл} = 10 \text{ г} / \text{м}^3$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

$$V_2^0 = V_{RO_2}^0 + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 = 1,001 + 7,186 + 2,066 = 10,253 \frac{M^3}{M^3} \quad (3.5)$$

Действительные объемы продуктов сгорания при избытке воздуха в газоходах определяются по формуле:

$$V_2 = V_2^0 + 1,016 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0 \quad [3] \quad (3.6)$$

Коэффициент избытка воздуха на выходе из ГПУ

$$\alpha = 1,2 \quad [2]$$

Тогда, объем дымовых газов с одного м³ сжигаемого топлива на выходе из ГПУ составит:

$$V_2 = V_2^0 + 1,016 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0 = 10,253 + 1,016 \cdot (1,2 - 1) \cdot 9,091 = 12,1 \frac{M^3}{M^3} \quad (3.7)$$

3.2 Тепловой расчет газводяного экономайзера

Исходные данные для раздела:

Расход воды на отопление и вентиляцию:

Расход газа на установку ТВГ 620W16К: $V_p = 0,105 \text{ м}^3/\text{с}$ [3]

$$t_{вх} = 70 \text{ C} \quad t_{вых} = 90 \text{ C}$$

Объем дымовых газов:

$$V_{Г} = V_2 \cdot V_p = 0,076 \cdot 12,1 = 0,9196 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.8)$$

Температура газов на входе в ГВП:

$$t_{ГВХ} = 523 \text{ }^\circ\text{C}$$

Давление воды:

$$P_B = 0,15 \text{ МПа}$$

Температура уходящих газов с ГПУ: $523 \text{ }^\circ\text{C}$ [3]

3.2.1 Диаметр и толщина стенки труб

$$d_{взк} = 0,028 \text{ м}$$

$$\delta_{взк} = 0,004 \text{ м}$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

3.2.3 Внутренний диаметр трубы

$$d_{\text{вЭК}}^{\text{вн}} = d_{\text{вЭК}} - 2 \cdot \delta_{\text{вЭК}} = 0,028 - 2 \cdot 0,004 = 0,02 \text{ м} \quad (3.9)$$

3.2.4 Поперечный шаг труб (принимается)

$$S_1 = 0,042 \text{ м.}$$

В зависимости от беззольного топлива $\sigma_1 = 1,1 \div 1,5$ [2, стр.128].

3.2.5 Относительный поперечный шаг

$$\sigma_1 = \frac{S_1}{d} = \frac{0,042}{0,028} = 1,5 \quad (3.10)$$

Температура и энтальпия дымовых газов

3.2.6 На входе в ГВП

$$g'_{\text{ГВП}} = 523^\circ\text{C.}$$

$$\begin{aligned} I'_{\text{ГВП}} &= \frac{I'_{\text{Г600}} - I'_{\text{Г400}}}{600 - 400} \cdot (523 - 400) + (\alpha - 1) \left(I'_{\text{В400}} + \frac{I'_{\text{В600}} - I'_{\text{В400}}}{600 - 400} \cdot (523 - 400) \right) \\ &= 6047 + \frac{9309 - 6047}{600 - 400} \cdot (523 - 400) + \\ &= ((1,2 - 1) \cdot 5108 + \frac{7822 - 5108}{600 - 400} \cdot (523 - 400)) = 9408,5 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3} \end{aligned} \quad (3.11)$$

$I'_{\text{Г400}} = 6047 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$ - энтальпия продуктов сгорания на 1 м^3 газа при температуре дымовых газов 400°C [2]

$I'_{\text{Г600}} = 9309 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$ - энтальпия продуктов сгорания на 1 м^3 газа при температуре дымовых газов 600°C [2]

$I'_{\text{В400}} = 5108 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$ - энтальпия воздуха при температуре дымовых газов 400°C [2]

$I'_{\text{В600}} = 7822 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$ - энтальпия воздуха при температуре дымовых газов 600°C [2]

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		21

3.2.7 Энтальпии воды на входе и выходе

$$h_{ex} = f(P_e, t_{ex}) = 294,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad h_{вых} = f(P_e, t_{вых}) = 378,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad [4]$$

3.2.8 Расход воды в экономайзере

$$G_B = \frac{V_z (I''_{взк} - I'_{взк})}{(h_{вых} - h_{ex})} = \frac{0,105(9408,5 - 1711,2)}{(378,1 - 294,2)} = 9,63 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (3.12)$$

$g''_{ГВП} = 100^\circ\text{C}$. - температура газа на выходе из экономайзера

$$I''_{взк} = I'_{Г100} + (\alpha - 1)I'_{B100} = 1461 + (1,2 - 1)1251 = 1711,2 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}. \quad \text{ЭНТАЛЬПИЯ}$$

ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА ВЫХОДЕ, ИЗ ЭКОНОМАЙЗЕРА

$$I'_{Г100} = 1461 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3} \quad \text{ЭНТАЛЬПИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НА } 1 \text{ м}^3 \text{ ГАЗА ПРИ}$$

ТЕМПЕРАТУРЕ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ 100°C [3]

$$I'_{B100} = 1251 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3} \quad \text{ЭНТАЛЬПИЯ ВОЗДУХА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ } 400^\circ\text{C}$$

[3]

3.2.9 Тепловая мощность ГВП

$$Q^{ГВП} = G_B (h_{вых} - h_{ex}) = 9,63(378,1 - 294,2) = 807,8 \text{ кВт} \quad (3.13)$$

3.2.10 Массовая скорость воды в ступени для не кипящего режима (принимается)

$$\omega_p = (500 \div 600) = 552,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

3.2.11 Расположение змеевиков – в плоскостях, перпендикулярных фронту ГВП.

Расстояние от оси крайней трубы до стены газохода по горизонтали (принимается).

$$t = \frac{d_{ГВП}}{2} + (20 \div 40) = \frac{28}{2} + 26 = 40 \text{ мм.}$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

3.2.12 Число труб в одном ряду поперек ГВП

$$z_1 = \frac{a_{\text{кш}}^{\text{ГВП}} - 2 \cdot t - 0,5 \cdot S_1}{S_1} + 1 = \frac{3 - 2 \cdot 0,04 - 0,5 \cdot 0,042}{0,042} + 1 = 58 \text{ шт.} \quad (3.13)$$

3.2.13 Глубина ГВП по ходу газов

$$b_{\text{кш}} = 1 \text{ м.}$$

3.2.14 Число газоходов

$$z_{\text{газ}} = 1 \text{ шт.}$$

3.2.15 Число рядов труб выходящих из коллектора

$$z_p = 2 \text{ шт.}$$

3.2.16 Количество параллельно включенных змеевиков в ГВП

$$z_n = \frac{D_{\text{ГВП}}}{0,785 \cdot (d_{\text{ГВП}}^{\text{вн}})^2 \cdot \omega p} = \frac{9,63}{0,785 \cdot 0,02^2 \cdot 600} = 51 \text{ шт.} \quad (3.14)$$

3.2.17 Число ниток

$$n = 1.$$

3.2.18 Температура воды (средняя) в газовой водяном подогревателе

$$t_{\text{ср}} = \frac{t'_{\text{ГВП}} + t''_{\text{ГВП}}}{2} = \frac{90 + 70}{2} = 80^\circ\text{C.} \quad (3.15)$$

3.2.19 Температура дымовых газов (средняя) в ГВП

$$g_{\text{ср}} = \frac{g'_{\text{взк}} + g''_{\text{взк}}}{2} = \frac{523 + 100}{2} = 311,5^\circ\text{C.} \quad (3.16)$$

3.2.20 Площадь живого сечения для прохода дымовых газов

$$F = a_{\text{гг}} \cdot b_{\text{кш}} - z_1 \cdot d_n \cdot (b_{\text{кш}} - 2 \cdot t) = \\ = 3 \cdot 1 - 0,028 \cdot 51 \cdot (0,7 - 1 \cdot 0,04) = 2,057 \text{ м}^2. \quad (3.17)$$

Полный объем дымовых газов

$$V_{\text{г}}^{\text{н}} = 12,1 \frac{\text{М}^3}{\text{М}^3}.$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		23

3.2.21 Скорость дымовых газов в ступени

$$\omega_r = \frac{V_p \cdot V_r^H \cdot (\vartheta_{cp} + 273)}{F \cdot 273} = \frac{0,105 \cdot 12,1 \cdot (584,5)}{2,057 \cdot 273} = 1,32 \frac{м}{с} \quad (3.18)$$

3.2.22 Расчет температурного напора. При взаимном движении теплоносителя и рабочего тела принимается противоток.

3.2.23 Большой температурный напор в ГВП

$$\Delta t_{\delta} = \vartheta'_{ГВП} - t_{вх} = 523 - 70 = 453^{\circ}\text{C}. \quad (3.19)$$

3.2.24 Меньший температурный напор в ГВП

$$\Delta t_{м} = \vartheta''_{ГВП} - t_{вых} = 100 - 90 = 10^{\circ}\text{C}. \quad (3.20)$$

3.2.27 Средний температурный напор в водяном экономайзере

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{м}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{м}}} = \frac{453 - 10}{\ln \frac{453}{10}} = 116^{\circ}\text{C}. \quad (3.21)$$

3.2.28 Количество пакетов

$$n_{пак} = 3.$$

3.2.29 Число петель (принимается)

$$n_{пет} = n_{пет пак} \cdot n_{пак} = 4 \cdot 3 = 12 \text{ шт.} \quad (3.22)$$

3.2.30 Количество рядов труб по направлению дымовых газов

$$z_2 = 51 \text{ шт.} \quad (3.23)$$

3.2.31 Шаг труб продольный

$$S_2 = R_r = 35 \text{ мм.} \quad (3.24)$$

3.2.31 Шаг между петлями в змеевике

$$S_{пет} = 4 \cdot S_2 = 4 \cdot 35 = 140 \text{ мм;} \quad (3.25)$$

$$S'_{пет} = 3 \cdot S_2 = 3 \cdot 35 = 105 \text{ мм.}$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		24

3.2.32 Определяем продольный шаг (относительный)

$$\sigma_2 = \frac{S_2}{d} = \frac{0,035}{0,028} = 1,25 \quad (3.26)$$

3.2.33 Предварительная оценка высоты ступени (по осям труб)

$$\begin{aligned} h_{\text{взк}} &= 3 \cdot [(n_{\text{пет пак}} - 1) \cdot S_{\text{пет}} + S'_{\text{пет}}] + 2 \cdot 0,5 = \\ &= 3 \cdot [(4 - 1) \cdot 0,14 + 0,1055] + 2 \cdot 0,5 = 2,575 \text{ м.} \end{aligned} \quad (3.27)$$

3.2.33 Определение коэффициента теплоотдачи конвекцией от дымовых газов к трубе [2, стр.222]

3.2.34 Коэффициент поправки, учитывающий число рядов по ходу газов

$$C_z = 1.$$

3.2.35 Коэффициент поправки, учитывающий геометрическую компоновку пучка

$$C_s = 0,96.$$

3.2.36 Коэффициент влияния изменения физических характеристик на коэффициент теплоотдачи

$$C_\phi = 1,16.$$

3.2.37 Коэффициент теплоотдачи без учета поправок

$$\alpha_n = 52 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

3.2.38 Расчетное значение коэффициента теплоотдачи

$$\alpha_k = \alpha_n \cdot C_s \cdot C_z \cdot C_\phi = 52 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1,16 = 57,9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (3.28)$$

3.2.39 Определение коэффициента теплоотдачи излучением

3.2.40 Эффективная толщина излучающего слоя

$$s = 0,9 \cdot d \cdot \left(\frac{4}{\pi} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 - 1 \right) = 0,9 \cdot 0,028 \cdot \left(\frac{4}{3,14} \cdot 1,5 \cdot 1,25 - 1 \right) = 0,035 \text{ м.} \quad (3.29)$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		25

3.2.41 Объемная доля водяных паров (из таблицы объемных характеристик дымовых газов)

$$r_{\text{H}_2\text{O}} = 0,146.$$

3.2.42 Суммарная объемная доля трехатомных газов (из таблицы объемных характеристик дымовых газов)

$$r_n = 0,274.$$

3.2.43 Коэффициент, учитывающий поглощение лучей газовой фазой продуктов сгорания

$$k_r = \left(\frac{7,8 + 16 \cdot r_{\text{H}_2\text{O}}}{\sqrt{10 \cdot p \cdot r_n \cdot s}} - 1 \right) \cdot \left(1 - 0,37 \cdot 10^{-3} \cdot (g_{\text{cp}} + 273) \right) \cdot r_n =$$

$$= \left(\frac{7,8 + 16 \cdot 0,146}{\sqrt{10 \cdot 0,1 \cdot 0,274 \cdot 0,258}} - 1 \right) \cdot \left(1 - 0,37 \cdot 10^{-3} \cdot (257 + 273) \right) \cdot 0,274 = 9,26 \frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}. \quad (3.30)$$

3.2.44 Суммарная оптическая толщина продуктов сгорания

$$kps = k_r \cdot p \cdot s = 9,26 \cdot 0,1 \cdot 0,035 = 0,03241 \quad (3.31)$$

3.2.45 Степень черноты потока газов

$$a = 1 - e^{-kps} = 1 - e^{-0,03241} = 0,031$$

3.2.46 Температура стенки трубы в ГВП

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{cp}} + \Delta t_3 = 90 + 60 = 150^\circ\text{C}.$$

Для ГВП при сжигании газа $\Delta t_3 = 60^\circ\text{C}$. [1, стр.38].

3.2.47 Коэффициент теплоотдачи без учета поправок [2, стр.238]

$$\alpha_n = 60 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

3.2.48 Теплоотдача излучением

$$\alpha_{\text{л}} = \alpha_n \cdot a \cdot C_r = 60 \cdot 0,21 \cdot 0,93 = 11,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (3.32)$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26

3.2.49 Коэффициент теплоотдачи излучением с учетом поправки при излучении газового объема

3.2.50 Температура дымовых газов в газовом объеме

$$T_{об} = g'_{ГВП} + 273 = 414 + 273 = 687 \text{ К.}$$

3.2.51 Высота газового объема, предусмотренного по условиям компоновки (принимается)

$$h_{об} = 0,9 \text{ м.}$$

3.2.52 Коэффициент, который зависит от вида сжигаемого топлива

$$A = 0,3.$$

3.2.53 Коэффициент теплоотдачи излучением с учетом поправки на излучение газового объема

$$\begin{aligned} \alpha'_{л} &= \alpha_{л} \cdot \left[1 + A \cdot \left(\frac{T_{об}}{1000} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{h_{об}}{h_{взк}} \right)^{0,07} \right] = 11,7 \cdot \left[1 + 0,3 \cdot \left(\frac{796}{1000} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{0,9}{2,575} \right)^{0,07} \right] = \\ &= 12,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \end{aligned} \quad (3.33)$$

3.2.54 Коэффициент поверхности нагрева [1, стр.50]

$$\xi = 1.$$

3.2.56 Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке трубы

$$\alpha_1 = \xi \cdot (\alpha_k + \alpha'_{л}) = 1 \cdot (57,9 + 11,7) = 69,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (3.34)$$

3.2.57 Коэффициент тепловой эффективности [1, стр.71]

$$\psi = 0,85.$$

3.2.58 Коэффициент теплопередачи

$$k = \psi \cdot \alpha_1 = 0,85 \cdot 69,6 = 59,16 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (3.35)$$

3.2.59 Теплообменная поверхность водяного экономайзера

$$H = \frac{Q_{ГВП}}{k \cdot \Delta t} \cdot 10^3 = \frac{807,8}{59,16 \cdot 116} \cdot 10^3 = 117,7 \text{ м}^2. \quad (3.36)$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

Длина одного змеевика

$$l_{зм} = \frac{H}{\pi \cdot d \cdot z_n} = \frac{117,7}{3,14 \cdot 0,028 \cdot 24} = 55 \text{ м.} \quad (3.37)$$

3.2.60 Длина змеевиковой петли

$$l_{пет} = 2 \cdot b_{кш} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ м.} \quad (3.38)$$

3.2.61 Количество петель в змеевике

$$z_{пет} = \frac{l_{зм}}{l_{пет}} = \frac{55}{2} = \approx 27,5 \quad (3.39)$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		28

Расчет ведем по методике [5]

Количество передаваемой теплоты:

$$Q = G_2 \cdot C_p \cdot (t''_{ж2} - t'_{ж2}) = 0,749 \cdot 4,19(55 - 5) = 156,9 \text{ кВт}$$

4.1 Температура греющей воды на выходе

$$t''_{ж1} = t'_{ж1} - \frac{Q}{G_1 C_p} = 105 - \frac{156,9}{4,53 \cdot 4,190} = 97^\circ \text{C}$$

4.2 Средняя температура греющего теплоносителя

$$t_{ж1} = 0,5 \cdot (t'_{ж1} + t''_{ж1}) = 0,5 \cdot (105 + 97) = 101^\circ \text{C}.$$

4.3 Плотность горячего теплоносителя (греющей воды)

$$\rho_{ж1} = f(P_g, t_{ж1}) = 1010 - 0,47 \cdot 68,57 = 957,7 \text{ кг/м}^3. [4]$$

4.4 Коэффициент кинематической вязкости греющего теплоносителя

$$\nu_{ж1} = f(P_g, t_{ж1}) = 2,912 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}. [4]$$

4.5 Коэффициент теплопроводности горячего теплоносителя

$$\lambda_{ж1} = f(P_g, t_{ж1}) = 0,6783 \text{ Вт/(м К)}. [4]$$

4.6 Число Прандтля по средней температуре горячего теплоносителя

$$\text{Pr}_{ж1} = f(P_g, t_{ж1}) = 1,734 [4]$$

Средняя температура нагреваемой воды

$$t_{ж2} = 0,5 \cdot (t'_{ж2} + t''_{ж2}) = 0,5 \cdot (5 + 55) = 30^\circ \text{C}.$$

4.7 Плотность воды в процессе нагрева

$$\rho_{ж2} = f(P_g, t_{ж2}) = 995,7 \text{ кг/м}^3.$$

4.8 Коэффициент кинематической вязкости нагреваемой воды, который определяется по средней температуре

$$\nu_{ж2} = f(P_g, t_{ж2}) = 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}.$$

4.9 Коэффициент теплопроводности нагреваемой воды

$$\lambda_{ж2} = f(P_g, t_{ж2}) = 0,6151 \text{ Вт/(м К)}.$$

4.10 Число Прандтля по температуре нагреваемой воды

$$\text{Pr}_{ж2} = f(P_g, t_{ж2}) = 5,418$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

4.11 Скорость движения горячего теплоносителя

$$W_1 = \frac{4 \cdot G_1}{\rho_{ж1} \cdot \pi \cdot d_1^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 4,53}{957,7 \cdot 3,14 \cdot 0,067^2} = 1,470 \text{ м/с.}$$

4.12 Скорость движения воды в межтрубном пространстве

$$W_2 = \frac{4 \cdot G_2}{\rho_{ж2} \cdot \pi \cdot (D^2 - d_2^2) \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 0,749}{995,7 \cdot 3,14 \cdot (0,094 - 0,07)^2} = 1,589 \text{ м/с.}$$

4.13 Число Рейнольдса для потока горячего теплоносителя

$$Re_{ж1} = \frac{W_1 \cdot d_1}{\nu_{ж1}} = \frac{1,470 \cdot 0,064}{2,912 \cdot 10^{-7}} = 338221$$

Режим течения турбулентный.

4.14 Число Нуссельта для горячего теплоносителя

$$Nu_{ж1} = 0,021 \cdot Re_{ж1}^{0,8} \cdot Pr_{ж1}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{ж1}}{Pr_{с1}} \right)^{0,25}$$

4.15 В первом приближении задаемся ее значением ,так как температура стенки неизвестна, то:

$$t_{с1} \approx 41,5 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

4.16 Число Прандтля по температуре стенки

$$Pr_{с1} = 4,207$$

Число Нуссельта со стороны горячего теплоносителя (см. п. 4.16)

$$Nu_{ж1} = 0,021 \cdot (338221)^{0,8} \cdot (1,734)^{0,43} \cdot \left(\frac{1,734}{4,207} \right)^{0,25} = 628,7$$

4.17 Коэффициент теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке трубы

$$\alpha_1 = Nu_{ж1} \cdot \frac{\lambda_{ж1}}{d_1} = 628,7 \cdot \frac{0,6783}{64 \cdot 10^{-3}} = 6663 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К).}$$

4.18 Число Рейнольдса для потока нагреваемой воды

$$Re_{ж2} = \frac{W_2 \cdot d_2}{\nu_{ж2}} = \frac{1,589 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-7}} = 47670$$

где $d_2 = D - d_1 = (94 - 70) \cdot 10^{-3} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ м,}$

т.е. режим течения турбулентный, $Re > 2300$.

									Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата					31

4.19 Принимаем температуру стенки со стороны нагреваемой воды

$$t_{c2} = t_{c1} = 65,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

4.20 Число Прандтля по температуре стенки со стороны нагреваемой воды

$$\text{Pr}_{c2} = 3$$

4.21 Число Нуссельта со стороны нагреваемой воды

$$\begin{aligned} Nu_{ж2} &= 0,017 \cdot \text{Re}_{ж2}^{0,8} \cdot \text{Pr}_{ж2}^{0,4} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_{ж2}}{\text{Pr}_{c2}} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{D}{d_2} \right)^{0,18} = \\ &= 0,017 \cdot (47670)^{0,8} \cdot 5,418^{0,4} \cdot \left(\frac{5,418}{3} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{0,094}{0,07} \right)^{0,18} = 225,8 \end{aligned}$$

4.22 Коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = Nu_{ж2} \cdot \frac{\lambda_{ж2}}{d_2} = 225,8 \cdot \frac{0,6151}{24 \cdot 10^{-3}} = 5787 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}).$$

4.23 Коэффициент теплопередачи в подогревателе

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{6663} + \frac{0,003}{45} + \frac{1}{5787}} = 2567 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}).$$

4.24 Наибольший температурный напор

$$\Delta t_{\bar{o}} = t'_{ж1} - t''_{ж2} = 105 - 5 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

4.25 Меньший температурный напор

$$\Delta t_{\bar{m}} = t''_{ж1} - t'_{ж2} = 97 - 55 = 42 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

4.26 Температурный напор в подогревателе:

$$\Delta t_{\bar{л}} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_{\bar{m}}}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}}} = \frac{100 - 42}{\ln \frac{100}{42}} = 66,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

Было принято: $\left(\frac{1,734}{4,207}\right)^{0,25} = 0,801$

Расхождение значений $< 0,05$, поэтому второе приближение не нужно.

4.32 Температура стенки со стороны воды в процессе нагрева

$$t_{c2} = t_2 + \frac{q}{\alpha_2} = 30 + \frac{171,47 \cdot 10^3}{5787} = 59 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

При этой температуре $Pr'_{c2} = 3,047$

4.33 Уточненное значение поправки по температуре стенки

$$\left(\frac{Pr_{жс2}}{Pr'_{c2}}\right)^{0,25} = \left(\frac{5,418}{3,047}\right)^{0,25} = 1,15$$

Было принято: $\left(\frac{5,42}{3}\right)^{0,25} = 1,16$

$$\frac{1,15 - 1,16}{1,15} = 0,08\% < 0,05, \text{ поэтому второе приближение не нужно, в данном}$$

случае совпадение точное.

Принимаем $F = 0,9 \text{ м}^2$, $n = 4$.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УЧАСТКА ГВС И НА ОТОПЛЕНИЕ

5.1 Расчет участка отопления:

$$G_{\text{участка}} = 9,63 \text{ кг/с}; L_{\text{участка}} = 500 \text{ м}; d_{\text{вн}} = 0,026 \text{ м}$$

Удельное падение давления

$$R_{\text{л}} = 80 \text{ Па/м}, \text{ Скорость воды в трубопроводе}$$

$$\omega = \frac{4 \cdot G}{\rho \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}}^2} = \frac{4 \cdot 9,63}{995,7 \cdot 3,14 \cdot 0,0612^2} = 3,28 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (5.1)$$

Найдем местные потери в трубопроводе:

На участке стоит две задвижки и два отвода

Потери на задвижках 2

Потери на отводах 10

$$\Delta p_{\text{М}} = \xi_{\Sigma} \cdot \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{1}{\nu} = 12 \cdot \frac{3,28^2}{2} \cdot \frac{1}{0,0011} = 58682 \text{ Па} \quad (5.2)$$

Эквивалентная длина на участке:

$$L_{\text{ЭК}} = \frac{\Delta p_{\text{М}}}{R_{\text{л}}} = \frac{58682}{80} = 733,5 \text{ м} \quad (5.3)$$

Приведенная длина участка:

$$L_{\text{ПР}} = L_{\text{участка}} + L_{\text{ЭК}} = 500 + 733,5 = 1233,5 \text{ м} \quad (5.4)$$

Потери давления на участке:

$$\Delta P = L_{\text{ПР}} \cdot R_{\text{л}} = 1233,5 \cdot 80 = 98680 \text{ Па} \quad (5.5)$$

Потери напора в подающих линиях

$$\Delta H_{\text{л}} = \frac{\Delta p_{\text{М}}}{\rho \cdot g} = \frac{98680}{1000 \cdot 9,81} = 10 \text{ м} \quad (5.6)$$

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

Для того, чтобы обеспечить бесперебойную подачу воды нужно знать полный перепад давления по высотам местности и полное гидравлическое сопротивление линии. АБК имеет высоту около 6 метров. Поэтому создаваемый напор в сети должен складываться из перепадов высот, гидравлического сопротивления и высоты здания.

Для надежного теплоснабжения выбираем насос К65-40-200В

Характеристики насоса представлены в таблице 3

Таблица 3- технические характеристики К65-40-200В

Типо-размер насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Максимальная мощность насоса, кВт	Частота вращения, об/мин
К65-40-200В	21,2	36	3,48	2900

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

6 АСР УРОВНЯ КОНДЕНСАТА В ПОДОГРЕВАТЕЛЕ ХОВ

6.1 Системный анализ объекта автоматизации

Объектом регулирования является подогреватель химочищенной воды типа ПСВ-200-7-15. Подогреватель представляет собой кожухотрубный теплообменник вертикального типа, основными узлами которого являются: корпус, трубная система, верхняя и нижняя (плавающая) водяные камеры. В подогревателе ПСВ химочищенная вода движется по теплообменным трубкам, а греющий пар поступает через пароподводящий патрубок в межтрубное пространство.

Подогреватель ПСВ-200-7-15 предназначен для подогрева химочищенной воды паром, поступающим из отбора турбины. Конденсат (дренаж) греющего пара подается насосом в деаэратор.

Величина подогрева воды в подогревателе зависит от параметров пара отбора турбины и определяется из статических расчетов. С изменением нагрузки турбины параметры и расход пара в отборах изменяются пропорционально нагрузке, что приводит к соответствующим изменениям подогрева воды в подогревателе. Таким образом, температура воды после подогревателя не регулируется.

Единственной регулируемой величиной в подогревателе является уровень конденсата пара. При повышении уровня затапливается поверхность теплообмена, что ухудшает конденсацию пара. Кроме того, большой запас конденсата пара в подогревателе нежелателен, потому что при аварийной разгрузке турбогенератора давление в отборах резко понижается, что приводит к вскипанию конденсата и возможному попаданию его через паропроводы в турбину (для этого специально предусмотрены обратные клапаны).

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Снижение уровня конденсата в подогревателе нежелательно из-за возможного «проскока» пара в дренажный насос, что вызывает кавитацию насоса [1, с. 239].

Таким образом, автоматическая система регулирования (в дальнейшем – АСР) уровня конденсата в подогревателе химочищенной воды должна поддерживать нормальный уровень конденсата в корпусе, выпускать избыток конденсата в дренажную сеть и препятствовать выходу пара из корпуса.

6.2 Выбор структуры АСР уровня

Выбор структуры управления объектом автоматизации оказывает существенное влияние на эффективность его работы, снижение относительной стоимости системы управления, ее надежности, ремонтоспособности и т.д.

Благодаря определенному взаимодействию между объектом автоматизации и системой управления система автоматизации в целом обеспечивает требуемый результат функционирования объекта, характеризующийся различными параметрами регулирования [10, с. 17].

Регулирование уровня конденсата в подогревателе осуществляется по следующей схеме: конденсат пара стекает в нижнюю часть корпуса подогревателя и отводится из него через регулирующий клапан, меняющий расход дренажа из подогревателя, тем самым, восстанавливая необходимое значение уровня. Таким образом, регулирование уровня в подогревателе основывается на типовой одноконтурной АСР.

Структурная схема АСР уровня конденсата в подогревателе представлена на ФЮРА. 311111.006 С1.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

Принцип действия такой системы заключается в следующем. Регулируемый технологический параметр (уровень) измеряется первичным преобразователем (ПП) - преобразователем гидростатического давления, сигнал от которого через нормирующий преобразователь (НП) поступает на вход регулирующего устройства (РУ). Там он сравнивается с заданием, сигнал о котором поступает на вход регулятора от задатчика (ЗД). Регулирующее устройство вырабатывает сигнал регулирующего воздействия и через блок ручного управления (БРУ), коммутирующий режимы управления технологическим процессом, подает его на вход пускового устройства (ПУ). Это устройство усиливает сигнал до величины, необходимой для запуска исполнительного механизма (ИМ), воздействующего на регулирующий орган (РО), который изменяет расход дренажа греющего пара из подогревателя в сторону восстановления заданного значения уровня конденсата. Положение вала исполнительного механизма отслеживается датчиком положения (ДП).

6.3 Разработка функциональной схемы АСР уровня

Функциональная схема является основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации [2, с. 25].

При разработке функциональной схемы АСР уровня конденсата в подогревателе были решены следующие задачи:

-на технологической схеме объекта автоматизации определено местоположение точек отбора измерительной информации и точек воздействия на регулируемый параметр;

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39

- выбрана структура измерительных каналов и каналов передачи управляющих воздействий;
- выбраны методы и технические средства получения, преобразования, передачи и представления измерительной информации, а также технические средства выработки управляющих воздействий;
- решены вопросы размещения технических средств автоматизации (ТСА) на технологическом оборудовании, трубопроводах, по месту и на щитах;
- согласованы параметры измерительных каналов.

АСР уровня конденсата спроектирована на основе ТСА, серийно выпускаемых отечественными предприятиями. Все измерительные каналы (ИК) имеют унифицированный токовый выходной сигнал 4...20 мА. ИК составлены из однотипных технических средств, обеспечивающих взаимозаменяемость, простоту сочетания друг с другом и удобство компоновки на щитах.

В качестве технических средств получения и преобразования информации, измерительных приборов, а также регулирующих устройств использованы средства автоматизации ГСП.

На чертеже функциональной схемы системы автоматического контроля и сигнализации представлены:

- технологическая схема объекта автоматизации;
- первичные и функциональные преобразователи, устройства оперативного управления;
- щит, микропроцессорный контроллер;
- линии связи между техническими средствами автоматизации.

Функциональная схема АСР уровня конденсата в подогревателе представлена на ФЮРА.311111.007 С2.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40

Информация о регулируемом параметре (уровне конденсата) через первичный преобразователь (1а) поступает на датчик гидростатического давления (1б), откуда токовый сигнал 4...20 мА через промежуточный (нормирующий) преобразователь (1в), осуществляющий гальваническое разделение цепей измерения, подается на вход регулирующего устройства (модуль аналогового ввода контроллера КРОСС-500). На модуль аналоговых сигналов также приходит сигнал (4...20 мА) от ручного задатчика (3а), который сравнивается с измеренным значением уровня, и сигнал (4...20 мА) с блока сигнализации положения вала исполнительного механизма (БСПТ).

Сигнал по уровню конденсата в подогревателе также дублируется на щит КИПиА, путем вывода его на регистрирующий прибор (1г).

Далее, на основании поступивших сигналов, контроллер формирует управляющее воздействие (0В или 24 В), которое, с модуля дискретного ввода-вывода, через блок ручного управления (2а), коммутирующий режимы управления (ручной либо автоматический), подается на пускатель (2б), где усиливается по мощности и подается на исполнительный механизм (2в). Выходной вал исполнительного механизма, вращаясь, при помощи механической связи оказывает влияние на регулирующий орган, вследствие чего меняется расход дренажа греющего пара, обеспечивая требуемый уровень конденсата внутри объекта управления (подогревателя химочищенной воды).

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

6.4 Выбор технических средств АСР уровня и составление заказной спецификации

8.4.1 Выбор средств измерения гидростатического давления

В качестве первичных измерительных преобразователей давления на ТЭС широко используются преобразователи типов Сапфир–22–ДД (изготовитель – ЗАО «Манометр», г. Москва) и Метран–43–ДГ (изготовитель – ПГ «Метран» г. Челябинск).

Вышеперечисленные преобразователи предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование гидростатического давления (разности давлений) в стандартный токовый выходной сигнал (0...5, 4...20, 0...20, 5...0, 20...4, 20...0 мА) дистанционной передачи.

Основные технические параметры и характеристики преобразователей давления представлены в таблице 8.1.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

Таблица 12 – Основные технические параметры и характеристики преобразователей давления (уровня)

Тип преобразователя	Модель	Ряд верхних пределов измерений	Предел допускаемой основной погрешности, %
Метран-43-ДГ	3536	4; 6; 10; 16; 25; 40 кПа	0,25; 0,5
	3545-01	25; 40; 60; 100; 160; 250 кПа	
	3595	4; 6; 10; 16; 25; 40 кПа	
Сапфир-22МТ-ДД	2410	0,4; 0,63; 1,0; 1,6 кПа	0,25; 0,5
	2430	6,3; 10; 16; 25; 40 кПа	
	2440	6,3; 40; 100; 160; 250 кПа	

Для преобразования сигналов и питания преобразователей давления применяются блоки питания типа БПС–24, БПД–40, БПК–40, Метран–604 (с линейной характеристикой). Блоки питания и преобразования сигналов обеспечивают получение линейной зависимости между измеряемым параметром и выходным унифицированным сигналом, а также осуществляют гальваническую развязку цепей измерительной информации.

Выбираем первичные измерительные преобразователи давления (уровня) типа Метран–43–ДГ-3545-01, работающие совместно с блоками питания и преобразования сигналов типа Метран–604 с линейной характеристикой (изготовитель – ПГ «Метран» г. Челябинск). В комплекте с преобразователем давления (уровня) выбираем сосуд уравнивающий типа СУ-6,3-2-А (изготовитель – ПГ «Метран» г. Челябинск).

8.4.2 Выбор устройств оперативного управления

В качестве устройств оперативного управления на ТЭС применяются блоки ручного управления, ручные задатчики, пусковые устройства и пр.

Блоки ручного управления используются для коммутации цепей управления, а пусковые устройства – для усиления управляющего сигнала, поступающего на исполнительный механизм. Задатчики необходимы для установки сигналов задания для регуляторов.

Основные характеристики устройств оперативного управления представлены в таблице 8.2.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

Таблица 13 – Основные характеристики устройств оперативного управления

Исполнение	Функции	Примечание
БРУ–22	Ручное или дистанционное переключение цепей управления на два положения; световая сигнализация положения цепей; управление ИМ	–
БРУ–32	Ручное переключение с автоматического режима управления на ручной и обратно; кнопочное управление интегрирующими исполнительными устройствами; световая индикация выходного сигнала регулирующего устройства с импульсным выходным сигналом; определение положения регулирующего органа по сигналу от электрического ИМ	Входные сигналы стрелочного индикатора: унифицированные токо-вые 0...5, 4...20 мА, напряжения 0...10 В
БРУ–42	Ручное или дистанционное переключение с автоматического режима управления на ручной и обратно; кнопочное управление интегрирующими исполнительными устройствами; световая индикация режимов управления, выходного сигнала регулирующего устройства с импульсным выходным сигналом; определение положения регулирующего органа по сигналу от электрического ИМ	

Продолжение таблицы 13

Исполнение	Функции	Примечание
РЗД-12	Ручная установка сигналов задания для стабилизирующих регуляторов и регуляторов соотношения. Входной сигнал: нет. Выходной сигнал: плавное изменение коэффициента деления потенциометра с сопротивлением 10 или 2,2 кОм	Разрешающая способность: 0,5 % от максимального сигнала
РЗД-22	Ручная установка сигналов задания для стабилизирующих регуляторов и регуляторов соотношения, преобразование одного вида унифицированного сигнала постоянного тока или напряжения в другой. Входной сигнал: 0...5, 0...20, 4...20 мА, 0...10 В. Выходной сигнал: 0...5, 0...20, 4...20 мА, 0...10 В	
ПБР-2М	Бесконтактное управление электрическими исполнительными механизмами и приводами; пуск, реверс любых синхронных и асинхронных двигателей мощностью до 1,1 кВт	Управление электрическими исполнительными механизмами и приводами с однофазными конденсаторными двигателями
ПБР-3А		Управление электрическими исполнительными механизмами и приводами с трехфазными синхронными и асинхронными двигателями

Выбираем устройства оперативного управления типа БРУ-42 и ПБР-3А (изготовитель – ОАО «ЗЭИМ» г. Чебоксары).

					Лист
					46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ФЮРА.421000.001.ПЗ

В качестве задатчика регулируемого параметра выберем ручной задатчик типа РЗД-22, имеющий выходной сигнал 4...20 мА (ОАО «ЗЭиМ» г. Чебоксары).

8.4.3 Выбор исполнительного механизма

При составлении заказной спецификации был проведен расчет параметров исполнительного механизма (ИМ) по методике, изложенной в [3, приложение 3-12.5].

Исходные данные

Внутренний диаметр трубопровода 450 мм

В качестве ИМ был выбран механизм электрический однооборотный – МЭО [3, табл. ПЗ-53].

Максимальный крутящий момент МЭО

$$M_{\max} = 6,89 \cdot D_y - 338 = 6,89 \cdot 450 - 338 = 2762,5 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где D_y - условный диаметр трубопровода, мм.

При выборе МЭО учитывалось условие

$$M_H > M_{\max},$$

где M_H – номинальный крутящий момент на выходном валу ИМ, Н · м.

Выбираем ИМ типа МЭО–4000/63-0,25У-97К.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

8.4.5 Выбор регулирующего устройства

Современный рынок средств автоматизации предлагает широкий спектр аппаратных и программных регулирующих устройств для построения систем, надежных и удобных в эксплуатации. Все больше в настоящее время используются программируемые логические контроллеры (ПЛК). ПЛК представляют собой устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления. Они реализованы на базе микропроцессорной техники и работают в локальных и распределенных системах управления. Принципиальное отличие ПЛК от релейных схем заключается в том, что все его функции реализованы программно. На одном контроллере можно реализовать схему, эквивалентную тысячам элементов жесткой логики. При этом надежность работы схемы не зависит от ее сложности.

В настоящее время в качестве регулирующих устройств в АСР на предприятиях энергетического комплекса широко используются микропроцессорные контроллеры типа Ремиконт Р-130, КРОСС-500 и Decont-182. Применение программируемых логических контроллеров обеспечивает высокую надежность, простое тиражирование и обслуживание устройств управления, ускоряет монтаж и наладку оборудования, обеспечивает быстрое обновление алгоритмов управления (в том числе и на работающем оборудовании).

Для реализации функции управления в АСР уровня выбираем микропроцессорный контроллер типа КРОСС-500. Состав контроллера представлен в таблице 8.3.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48

Таблица 14 – Состав контроллера КРОСС–500

Название блока/ модуля	Назначение
Блок центральный ЦБ1 в составе модуля процессора SM2-CPU-1,5	Является мастером шины SPI, предназначен для управления работой контроллера, взаимодействия пользователя с контроллером через компьютер и SCADA-программу
Базовый монтажный блок SMART2-BASE	Имеет посадочные места для установки модуля процессора SM2-CPU-1,5, модуля ИСК1
Модуль согласования ИСК1	Соединяет и согласовывает модули УСО с центральным процессором
Блок питания LOK 4601-2R/P-ONE/	Обеспечивает подключение к питающей сети 220 В и преобразование переменного напряжения в постоянное напряжение 24 В.

Продолжение таблицы 14

Название блока/ модуля	Назначение
Модуль питания DC-24/5	Обеспечивает питание УСО на одной шине SPI
Модули УСО AI1 – 8, DIO1 – 8/8	Сбор, первичная обработка информации от датчиков и ИМ, а также выдача управляющих воздействий на объект
Блоки терминальные T1 – AI, T1 – D	Позволяют подключить к контроллеру кабели различных сечений от датчиков и ИМ
Соединения гибкие C1 – AI, C1 – D	Соединяют модули УСО и терминальные блоки

На основе выбранных выше технических средств АСР составляем заказную спецификацию приборов и средств автоматизации, которая приведена в приложении А.

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы были проведены расчеты тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение по укрупненным показателям. Суммарная тепловая нагрузка составляет $Q_{\Sigma} = 411,01$ кВт.

Тепловая мощность газоводяного подогревателя: $Q_{\text{г}} = 807,8$ кВт

Тепловая мощность водоводяного подогревателя: $Q_{\text{в}} = 159,85$ кВт

По тепловым и электрическим нагрузкам были выбраны одна когенерационные установки ТВГ 620V16К, которые можно установить в бывшем здании котельной. Был произведен расчет процесса горения для используемого природного газа и рассчитаны КПД установок.

Для теплоснабжения АБК была спроектирована тепловая сеть, проведены тепловые и гидравлические расчеты. По результатам гидравлического расчета, были выбраны диаметры труб и водяной подающий насос .

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		51

					ФЮРА.421000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52