

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт

Тепловые электрические станции

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.А. Бойко

« ____ » _____ 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Проект модернизации схемы теплоснабжения г. Ачинска

Руководитель _____ доцент, к.т.н. Л.Н. Подборский
подпись, дата

Выпускник _____ А.Е. Кретинина
подпись, дата

Нормоконтролер _____ П.В. Шишмарев
подпись, дата

Технический контроль _____ С.А. Михайленко
подпись, дата

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт

Тепловые электрические станции

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.А. Бойко

« ____ » _____ 2019г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студентке Кретининой Александре Евгеньевне

фамилия, имя, отчество

Группа ЗФЭ 14-01Б Направление (специальность) 13.03.01.
код

Теплоэнергетика и теплотехника

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Проект модернизации схемы теплоснабжения г. Ачинска

Утверждена приказом по университету № 7179/с от 23 мая 2019 года

Руководитель ВКР Л.Н. Подборский, доцент кафедры «ТЭС» ПИСФУ
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР объект реконструкции котельная Ачинск-1, схема расположения демонтируемых и модернизируемой котельных, перечень тепловых потребителей

Перечень разделов ВКР обоснование необходимости модернизации системы теплоснабжения города, расчетная часть, общая часть, индивидуальное задание, экономическая часть, охрана окружающей среды

Перечень графического материала

Лист 1. План трассировки тепловой сети после модернизации

Лист 2. Пьезометрический график тепловой сети

Лист 3. Термовая камера

Лист 4. План котельной. Компоновка оборудования

Лист 5. Термовая схема котельной

Лист 6. Автоматизация котельной

Лист 7. Итоги сметных расчетов

Руководитель ВКР

Л.Н. Подборский

подпись

Задание принял к исполнению

А.Е. Кретинина

подпись

« ____ » _____ 2019 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проект модернизации схемы теплоснабжения города Ачинска» содержит 121 страницу текстового документа, 2 приложений, 19 использованных источников, 7 листов графического материала.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ГРАФИК, ТЕПЛОВАЯ СХЕМА, АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ, РАСЧЕТ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Объект реконструкции – тепловые сети города Ачинска, котельная АЧИНСК-1

Цели реконструкции:

- обеспечить увеличение тепловой мощности котельной, создать резерв по тепловой мощности;
- повысить КПД котельной за счет вывода из эксплуатации устаревших котлов и установки новых современных котлов с КПД 90–93%;
- снизить расход топлива;
- снизить расход электроэнергии на приводы насосов;
- обеспечить необходимый водный режим работы котлов при минимальных затратах на химводоподготовку;
- сократить эксплуатационные расходы.

В результате расчетов и анализа определен оптимальный вариант модернизации схемы теплоснабжения города Ачинска. Произведен гидравлический расчет, дан анализ и характеристика потребителей тепловой энергии. Рассмотрены мероприятия по модернизации котельной после увеличения тепловой нагрузки, произведен расчет и подбор оборудования и систем. Рассмотрены вопросы автоматизации тепловых процессов. Произведен расчет сметной стоимости строительно-монтажных работ по прокладке тепловой сети и по модернизации котельной.

Полученные результаты расчётов показали техническую и экономическую привлекательность рассматриваемого варианта модернизации схемы теплоснабжения города Ачинска.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Введение | 4 |
| 1 Обоснование необходимости модернизации системы теплоснабжения города | 7 |
| 1.1 Анализ существующего положения | 7 |
| 1.1.1 Общие сведения, характеристика района | 7 |
| 1.1.2 Состав оборудования и режимы работы существующих тепловых сетей и источника теплоснабжения, анализ характеристик и режимов их работы | 7 |
| 1.2 Разработка мероприятий по модернизации системы теплоснабжения | 12 |
| 1.2.1 Анализ возможных вариантов | 12 |
| 1.2.2 Общие проектные решения | 12 |
| 2 Расчетная часть | 17 |
| 2.1 Расчет нагрузок и расходов теплоносителя | 17 |
| 2.2 Гидравлический расчет тепловых сетей | 25 |
| 2.3 Построение и анализ пьезометрического графика | 31 |
| 2.4 Определение диаметров дроссельных шайб | 33 |
| 2.5. Выбор конструктивных элементов сети | 34 |
| 2.5.1 Расчёт угла поворота трассы на самокомпенсацию | 34 |
| 2.5.2 Расчёт усилий на подвижную и неподвижную опоры | 36 |
| 2.5.3 Расчет и подбор сильфонного и сальникового компенсаторов | 37 |
| 3 Общая часть | 39 |
| 3.1 Технологическая схема котельной | 39 |
| 3.2 Подбор котельных агрегатов | 41 |
| 3.3 Подбор насосного оборудования | 45 |
| 3.4 Подбор теплообменного оборудования | 46 |
| 3.5 Подбор вспомогательного оборудования | 53 |
| 3.6 Описание и расчет системы топливоснабжения котельной | 55 |

| | |
|--|-----|
| 4 Индивидуальное задание | 58 |
| 4.1 Разработка системы контроля и диагностики | 58 |
| 4.2 Автоматическое регулирование и сигнализация | 60 |
| 4.3 Система оперативного дистанционного контроля тепловой сети | 64 |
| 5 Экономическая часть | 66 |
| 5.1 Расчет сметной стоимости строительно-монтажных работ | 66 |
| 5.2 Расчет эксплуатационных затрат | 67 |
| 5.3 Расчет технико-экономических показателей | 71 |
| 6 Охрана окружающей среды | 74 |
| 6.1 Загрязнение атмосферы | 74 |
| 6.2 Загрязнение водоемов | 76 |
| 6.3 Загрязнение почвы | 76 |
| Заключение | 78 |
| Список использованных источников | 80 |
| Приложение А | 84 |
| Приложение Б | 107 |

ВВЕДЕНИЕ

Теплоснабжение - снабжение теплом жилых, общественных и промышленных зданий (сооружений) для обеспечения коммунально-бытовых (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) и технологических нужд потребителей.

Надежность энергетических объектов обеспечивается слаженной и взаимоувязанной работой всех систем единого энергетического комплекса.

Надежность систем централизованного теплоснабжения зависит от структуры, параметров, степени резервирования и качества элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, тепловых сетей, элементов потребления, систем автоматического регулирования, а также качеством эксплуатации и строительно-монтажных работ [2].

В настоящее время энергоснабжение стало одним из приоритетов государственной политики Российской Федерации. В значительной мере задачи ресурсо- и энергосбережения решаются на стадии проектирования тех или иных сооружений и инженерных сетей.

Из-за нескольких как удаленных по времени, так и действующих реально причин существующее положение в централизованном теплоснабжении можно охарактеризовать неудовлетворительным техническим уровнем и достаточно невысокой экономической эффективностью систем, значительным износом оборудования, недостаточными надежностью теплоснабжения и уровнем комфорта в зданиях, значительными потерями тепловой энергии.

Самым незащищенным элементом систем теплоснабжения являются тепловые сети, особенно если мы имеем подземную прокладку. Это, в первую очередь, определяется низким качеством применяемых в прошлом конструкций теплопроводов, их тепловой изоляции, запорной и регулирующей арматуры, незначительным уровнем автоматического регулирования процессов выработки, передачи и потребления тепловой

энергии, а также постоянно увеличивающимся старением трубопроводов и оборудования из-за постоянного недофинансирования работ по их реконструкции и модернизации.

При этом область теплоснабжения в нашей стране имеет высокую социальную и экономическую значимость, так как играет ключевую роль в достойном жизнеобеспечении населения.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта модернизации схемы теплоснабжения города Ачинска, выбор принципиальных решений по комплектации систем, рабочего оборудования и средств автоматизации.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- произвести обзор нормативной базы и литературных источников, предложить варианты трассировки тепловых сетей после модернизации;
- выполнить гидравлический расчет теплопроводов, построить пьезометрический график тепловой сети;
- дать анализ и характеристику потребителей тепловой энергии, выполнить конструкторский расчет тепловой сети, выполнить наладочный расчет тепловой сети, произвести выбор сужающих устройств на вводах к абонентам;
- рассмотреть мероприятия по модернизация котельной после увеличения тепловой нагрузки, произвести расчет и подбор оборудования и систем;
- рассмотреть вопросы автоматизации тепловых процессов, функциональное назначение, способы монтажа и эксплуатации системы ОДК;
- произвести расчет сметной стоимости строительно-монтажных работ по прокладке тепловой сети и по модернизации котельной, рассчитать технико-экономические показатели, себестоимость отпуска единицы тепловой энергии для абонентов.

При подготовке работы использовались действующие в области проектирования и строительства ГОСТы (государственные стандарты), СП (своды правил).

1 Обоснование необходимости модернизации системы теплоснабжения города

1.1 Анализ существующего положения

1.1.1 Общие сведения, характеристика района

Местоположение объекта – г. Ачинск Красноярского края.

Район строительства в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» характеризуется следующими условиями, представленными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Климатологическая характеристика места строительства

| Наименование | Показатели | Источник |
|---|------------|----------|
| Климатический подрайон | I B | [1] |
| Расчетная температура для проектирования ограждающих конструкций, °С: | | |
| 1) абсолютная минимальная | -44 | То же |
| 2) средняя наиболее холодных суток | -39 | " |
| 3) средняя наиболее холодной пятидневки | -36 | " |
| Зона влажности | норм. | " |
| Внутренняя расчетная температура, °С | 18-20 | - |
| Внутренняя относительная влажность воздуха, % | 66 | - |
| Продолжительность отопительного периода, сут. | 232 | [1] |
| Средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °С | - 7,0 | " |

1.1.2 Состав оборудования и режимы работы существующих тепловых сетей и источника теплоснабжения, анализ характеристик и режимов их работы

Единой теплоснабжающей организацией определено МУП «Ачинские коммунальные системы».

Система теплоснабжения МУП «Ачинские коммунальные системы» включает в себя:

1. Центральный тепловой пункт с пятью электрическими котлами КЭВ-4000/10-3Ц
2. г. Ачинск пос. Мазульский, состоит из трёх котлов марки НР-18.
3. г. Ачинск ул. Льва Толстого, 57, состоит из четырёх котлов: НР-18 (3 шт.), КВР-0,4 (1 шт.).
4. г. Ачинск пос. Малая Ивановка, состоит из трёх котлов: НР-18 (3 шт.), КВР-0,36 (1шт.)
5. г. Ачинск пос. Солнечный, состоит из двух котлов марки КВР-0,36
6. г. Ачинск станция Ачинск-1, состоит из трёх котлов ДКВР - 10/10

Установленная мощность котельных составляет 46,4 Гкал/ч.

Потребителями тепловой энергии в системе теплоснабжения являются многоквартирные и индивидуальные дома жилого назначения, учреждения социальной сферы и предприятия торговли, что составляет 8,07 % потребителей города.

Описание демонтируемых котельных.

1. Котельная по ул. Льва Толстого, 57

Котельная по ул. Льва Толстого, 57 – отопительная, предназначена для покрытия нагрузок отопления и ГВС жилых домов по адресам:

- ул. Толстого, 57
- ул. Толстого, 59
- ул. Толстого, 61
- ул. Толстого, 63
- ул. Толстого, 55
- ул. Толстого, 53
- ул. Толстого, стр. 63А.

2. Котельная ПОС

Котельная ПОС – отопительная, предназначена для покрытия нагрузок отопления и ГВС производственного объекта:

- ул. Толстого, стр. 65 корп. 1 Административно-лаб. комплекс
 - ул. Толстого, стр. 65 корп. 7 Зал очищенных стоков
 - ул. Толстого, стр. 65 корп. 8 Зал насосно – компрессорных агрегатов
 - ул. Толстого, стр. 65 корп. 10 Склад, сварочный цех
 - ул. Толстого, стр. 65 корп. 2 Управление метатенков.
- Описание объектов теплоснабжения модернизируемой котельной
- Котельная станция Ачинск-1**
- Котельная Ачинск-1 обеспечивает теплом район в границах ул. Кирова – ш. Нефтяников – ул. Гоголевская – пер. Новосибирский.

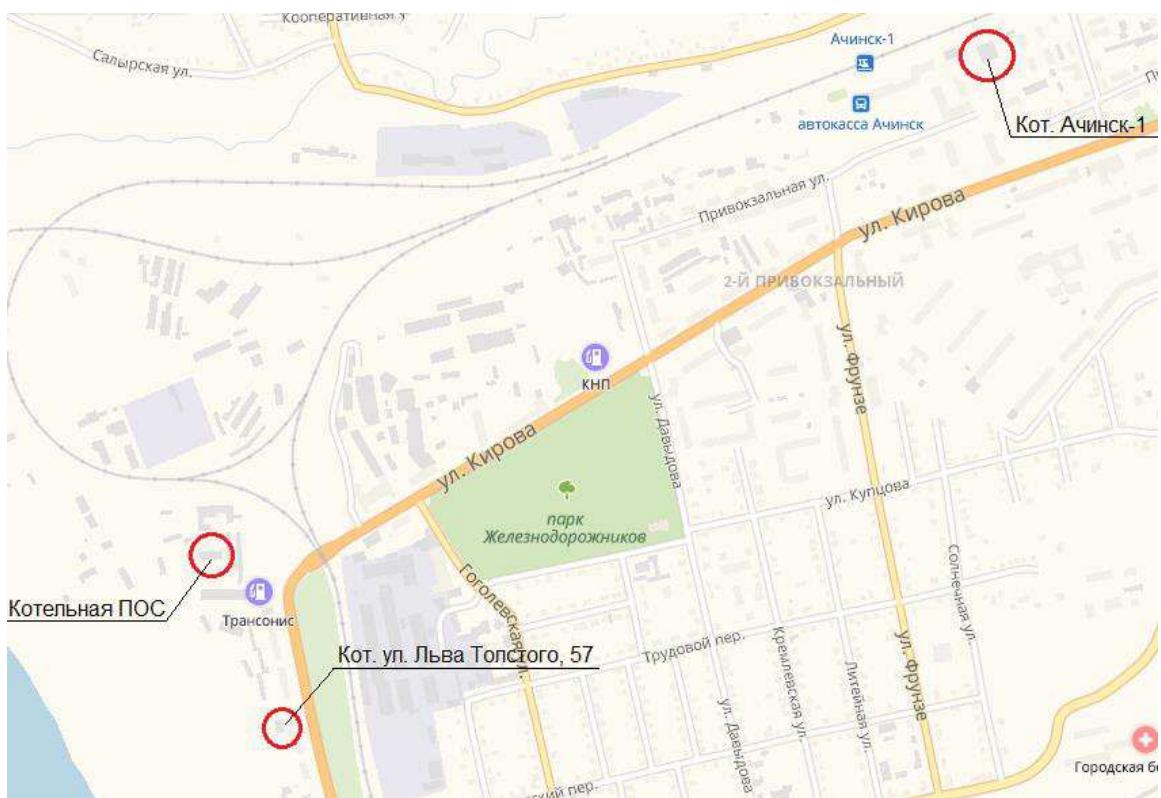


Рисунок 1.1 – Расположение демонтируемых и модернизируемой котельных на карте района в г. Ачинск

Одним из рассматриваемых вариантов подключения, подключение к системе теплоснабжения существующей ТЭЦ Ачинского глиноземного комбината, однако этот вариант экономически не оправдан, из-за пьезометрического графика города и большой отдалённости рассматриваемых объектов.

Тепловые сети

Тепловые сети проложены по жилой застройке подземно в непроходных каналах бесканально и по техподполью, по территории промузлов и незастроенной территории - надземно, частично подземно.

В основном, в качестве теплоизоляции теплотрасс применяются маты минераловатные прошивные марки 100, толщиной 60 мм, покровный слой выполнен, при подземной прокладке, из стеклопластика и при надземной из металла.

Источник теплоснабжения – котельная станция Ачинск-1.

В котельной установлены 3 паровых котла ДКВР-10-13 паропроизводительностью 45 т/ч (25 Гкал/ч).

Основным топливом является уголь.

Резервное топливо – мазут хранится в 4-х металлических резервуарах по 400 м³. Но система мазутоснабжения - мазутонасосная, паромазутопроводы обвязки и подачи мазута в котельную находятся в нерабочем состоянии.

Изначально котельная предназначалась для обеспечения тепловой энергией предприятия и отпуска сетевой воды в открытую систему теплоснабжения поселка, поэтому была установлена мощная система водоподготовки, 2 бака-аккумулятора горячей воды по 200 м³, и проложены трубопроводы большего диаметра.

Но тепловая сеть в действительности работает по закрытой 2-х трубной схеме с отопительным графиком 95-70 °С. Существующая сеть теплоснабжения имеют два раздельных контура (две группы сетевых и подпиточных насосов), на контурах есть (вне котельной) подкачивающие насосы.

Краткая характеристика основного и вспомогательного оборудования действующей котельной представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Краткая техническая характеристика паровых котлов и вспомогательного оборудования

| Котел ДКВр-10-13 | | |
|----------------------------------|---|-----------------|
| | <u>Величина</u> | <u>Значение</u> |
| 1. | Паропроизводительность котла, т/ч | 10 |
| 2. | Количество, шт | 3 |
| 3. | Поверхность нагрева, м ² | 49,6 |
| Подовая горелка ГМГ | | |
| 1. | Номинальная тепловая мощность, МВт | 5,82 |
| 2. | Количество, шт | 3 |
| Сетевой насос Д 315-71 | | |
| 1. | Номинальная производительность, м ³ /ч | 320 |
| 2. | Напор, кгс/см ² | 5,0 |
| 3. | Мощность электродвигателя, кВт | 80 |
| 4. | Число оборотов, об/мин | 1450 |
| 5. | Количество, шт | 2 |
| 6. | КПД, % | 76 |
| Подпиточный насос КН 45/50 | | |
| 1. | Номинальная производительность, м ³ /ч | 160 |
| 2. | Напор, кгс/см ² | 3,0 |
| 3. | Мощность электродвигателя, кВт | 30 |
| 4. | Число оборотов, об/мин | 1500 |
| 5. | Количество, шт | 4 |
| 6. | КПД, % | 65 |
| Насос холодной воды Р 100-80-160 | | |
| 1. | Номинальная производительность, м ³ /ч | 38 |
| 2. | Напор, кгс/см ² | 4,4 |
| 3. | Мощность электродвигателя, кВт | 35 |
| 4. | Число оборотов, об/мин | 3000 |
| 5. | Количество, шт | 2 |
| 6. | КПД, % | 78 |

Средняя степень износа оборудования составляет более 65 %.

1.2 Разработка мероприятий по модернизации системы теплоснабжения

1.2.1 Анализ возможных вариантов

Проектом предусматриваются следующие мероприятия:

- демонтаж котельных по ул. Льва Толстого, 57 и котельной ПОС и переключения их мощностей на котельную станция Ачинск-1;
- перекладка тепловых сетей с даметрами, полученными в ходе гидравлического расчета;
- модернизация котельной станции Ачинск-1 после увеличения тепловой нагрузки, выбор оборудования и систем.
- модернизация систем теплопотребления абонентов с проектированием ИТП.

Реконструкция котельной позволит:

- обеспечить увеличение тепловой мощности котельной, создать резерв по тепловой мощности;
- повысить КПД котельной за счет вывода из эксплуатации устаревших котлов и установки новых современных котлов с КПД 90–93%;
- снизить расход топлива;
- снизить расход электроэнергии на приводы насосов;
- обеспечить необходимый водный режим работы котлов при минимальных затратах на химводоподготовку;
- сократить эксплуатационные расходы.

1.2.2 Общие проектные решения

Тепловая сеть

Система теплоснабжения – двухтрубная, относится к II категории по теплоснабжению потребителей.

Отпуск тепла осуществляется по температурному графику 95 – 70 °C.

В соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды ПБ 10-573-03 тепловая сеть не имеет категории и не подлежит регистрации в органах Ростехнадзора (в связи с низкими рабочими параметрами).

Проектируемая теплотрасса прокладывается из стальных труб по ГОСТ 8732-78 из стали В-20 по ГОСТ 1050-88 с индустриальной тепловой изоляцией пенополиуретаном с покровным слоем из полиэтилена низкого давления высокой плотности подземно, по старому следу.

Общая протяженность прокладки будет уточнена в ходе гидравлического расчета сети.

В соответствии с ГОСТ 30732-2006 трубы с индустриальной тепловой изоляцией пенополиуретаном оснащены проводниками – индикаторами системы оперативно дистанционного контроля состояния влажности изоляции (СОДК).

Тепловые сети проложены в стесненных условиях застроенной старой части города с большим количеством подземных инженерных коммуникаций.

Проектом предусматривается частичная замена существующих трубопроводов на трубопроводы в ППУ изоляции по типу бесканальной прокладки с последующей засыпкой песком. В связи с прохождением теплотрассы под автодорогой предусматривается использование железобетонных плит перекрытия с частичной заменой на новые (до 30%).

Проектом предусмотрено строительство узлов управления на трубопроводах тепловой сети и модернизация трубопроводов и арматуры в существующих теплофикационных камерах с их реконструкцией.

Обслуживаемые узлы управления предназначены для управления шаровыми кранами коверного типа с удлиненным шпинделем «NAVAL».

Арматура рассчитана на параметры транспортируемой среды не ниже Ру=1,6 МПа, t=150 °C.

Опорожнение трубопроводов тепловой сети предусмотрено в нижней точке дренажными трубами отдельно из подающего и обратного теплопровода без разрыва струи. Дренажные трубопроводы выполнены из стальных труб по ГОСТ 8732-78 из стали В-20 по ГОСТ 1050-88 с индустриальной тепловой изоляцией пенополиуретаном с покровным слоем из полиэтилена низкого давления высокой плотности Д 25 мм.

Для управления шаровыми кранами коверного типа предусмотрены дренажный ковер ДК.

Для сбора дренажных вод предусмотрен мокрый колодец МК.

Ковер для обслуживания арматуры трубопроводов предусмотрены в следующих конструкциях:

- плита перекрытия –ПП - 10-1 – по серии 3.900.1-14 вып. 1;
- горловина – кольца опорные КОб по серии 3.900.1–14 вып.1;
- люк – типа «Т» чугунные по ГОСТ 3634-99.

Компенсация тепловых удлинений трубопроводов осуществляется за счет П-образных компенсационных устройств.

Сварка труб должна производиться электродами УОНИ 13/45 в соответствии с РД – 153-34.1-003.01.

Коммуникации, расположенные выше тепловой сети, в местах их пересечения, заключены в футляры.

В качестве футляров для электрических кабелей и кабелей связи используются асбестоцементные трубы.

Для газопроводов применить футляры из металлических труб.

Длина футляров - не менее 2 метров по обе стороны от пересечения.

После монтажа трубопроводов должны быть проведены следующие испытания:

- проверка чистоты трубопроводной системы;
- предварительные гидравлические испытания трубопроводов на прочность;
- испытания сигнальной системы ОДК;

- испытания стыков изоляции труб;
- гидравлические испытания на прочность и плотность трубопроводов.

Гидравлические испытания должны быть проведены давлением 1,25 Рраб., но не менее 16 кг/см².

Для контроля состояния влажности теплоизоляционного слоя из пенополиуретана предварительно изолированных трубопроводов и обнаружения участков с повышенной влажностью изоляции проектом предусмотрена система оперативного дистанционного контроля (ОДК).

Для уменьшения тепловых потерь при эксплуатации проектируемого объекта предусмотрены следующие мероприятия:

- применение прогрессивной технологии транспортирования теплоносителя к потребителям: использование стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке.

Данный вид изоляции обладает высокими теплоизоляционными характеристиками. Полиэтиленовая оболочка надежно предохраняет слой изоляции от повреждений и проникновения влаги снаружи трубопровода, что позволяет увеличить срок службы теплопроводов по сравнению с другими способами прокладки.

Внедрение системы оперативного дистанционного контроля позволяет быстро обнаруживать поврежденные участки трубопроводов и ликвидировать или локализовать аварийные ситуации, что способствует сокращению тепловых потерь и утечек теплоносителя.

Реконструкция тепловых сетей производится в соответствии со следующими нормативно-техническими документами:

- СП 124.13330.2012 «Тепловые сети»;
- СП 45.13330.2012 " Земляные сооружения, основания и фундаменты";
- СП 70.13330.2012 " Несущие и ограждающие конструкции";
- СП 60.13330.2012 " Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха";

- СП 61.13330.2012 " Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов".

Модернизация котельной станция Ачинск-1

Необходимость реконструкции котельной обусловлена тем, что изменилась потребность в тепловой энергии из-за подключения к котельной новых абонентов.

По проекту предусматривается:

- демонтаж паровых котлоагрегатов ДКВР-10-13 с обвязкой, включая котел и вспомогательное оборудование;
- демонтаж существующих теплообменников, насосов, фильтров ВПУ, баков, деаэраторов, трубопроводов и арматуры;
- установку 3-х водогрейных котлов КВМ-5 на угле с топкой ТЛЗМ, монтаж проектного оборудования и трубопроводов.

2 Расчетная часть

2.1 Расчет нагрузок и расходов теплоносителя

Произведем расчет тепловых нагрузок теплопотребления.

Тепловые нагрузки принимают по проектным данным, если в результате обследования установлено соответствие проектам систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения.

При отсутствии проектов или их несоответствии фактическим данным тепловые нагрузки для промышленных зданий определяют расчетным путем с учетом выявленных при обследовании технических характеристик отопительных приборов, калориферов, водоподогревателей, а для жилых зданий - по удельным характеристикам.

Расход теплоты на отопление (на системы, оборудование конвективно-излучающими приборами). Расчетные расходы теплоты (Гкал/ч) на отопление жилых, общественных и административных зданий определяют по укрупненным показателям

$$Q_{\text{от}} = \alpha q V (t_{\text{в}} - t_{\text{в.р}}) 10^{-6}, \quad (2.1)$$

где q - удельная отопительная характеристика здания при $t_{\text{в.р.}} = -30^{\circ}\text{C}$, кал /($\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}$);

α - поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района и применяемый в случаях, когда расчетная температура наружного воздуха отличается от -30°C ;

V -объем здания по наружному обмеру, м^3 ;

$t_{\text{в}}$ - расчетная температура воздуха внутри отапливаемого здания, ${}^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{в.р.}}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, ${}^{\circ}\text{C}$.

Отопительные характеристики жилых зданий с учетом естественной вентиляции для климатического пояса с расчетной температурой наружного

воздуха $t_{\text{в.п.}} = -30^{\circ}\text{C}$ можно также определить по эмпирической формуле ВТИ им. Ф. Э. Дзержинского:

$$q = a / \sqrt[n]{V}, \quad (2.2)$$

где V – объем зданий по наружному обмеру, м^3 ;

$n = 6$, $a = 1,6$ – для зданий, возведённых до 1958 г.;

$n = 8$, $a = 1,3$ – для зданий, построенных после 1958 г. (из сборного железобетона).

Определим расход теплоты на горячее водоснабжение. Расчетные расходы горячей воды и теплоты на горячее водоснабжение определяют по проектным данным. При их отсутствии нормативный расход горячей воды для жилых зданий определяют по формулам:

среднечасовой за сутки наибольшего водопотребления

$$G_{\text{г.н}}^{\text{ср}} = \frac{aN}{24} 10^{-3}, \quad (2.3)$$

максимально часовой

$$G_{\text{г.н}}^{\text{макс}} = KG_{\text{г.н}}^{\text{ср}}, \quad (2.4)$$

где a – норма расхода горячей воды на одного потребителя, принимаемая по таблице 1.5 [2];

N – расчетное число потребителей;

K – коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды;

10^{-3} – коэффициент перевода расхода воды из л/ч в $\text{м}^3/\text{ч}$.

Среднечасовой и максимально-часовой расчетные расходы теплоты на горячее водоснабжение (Гкал/ч) определяют умножением соответствующих расходов воды на коэффициент $(60 - t_x)10^{-3}$ (где 60 – принятая температура горячей воды, t_x – температура холодной воды, которая при отсутствии данных принимается равной 5°C).

Расчетный среднечасовой расход горячей воды для жилых зданий находят по формуле:

$$G_{\Gamma}^{cp} = G_{\Gamma,н}^{cp} \frac{60 - t_x}{t_{\Gamma} - t_x} \quad (2.5)$$

где t_x – принятая температура горячей воды в системах горячего водоснабжения, $^{\circ}\text{C}$.

Расчетный максимально-часовой расход горячей воды находят умножением расчетного среднечасового расхода на коэффициент часовой неравномерности водопотребления для жилого здания. При определении расчетного максимального расхода воды на горячее водоснабжение города (жилого района) коэффициент часовой неравномерности её потребления принимают 1,7 – 2,2.

Среднечасовые расчетные расходы воды и теплоты на горячее водоснабжение в летний период находят по формулам:

$$G_{\Gamma,л}^{cp} = p G_{\Gamma}^{cp}; \quad (2.6)$$

$$Q_{\Gamma,л}^{cp} = p Q_{\Gamma}^{cp} \frac{t_{\Gamma,л} - t_{x,л}}{t_{\Gamma} - t_x}; \quad (2.7)$$

где $t_{\Gamma,л}$ и $t_{x,л}$ – принятые температуры горячей и холодной воды в летний период, $^{\circ}\text{C}$; при отсутствии данных принимают $t_{x,л} = 15 ^{\circ}\text{C}$;

p – коэффициент, учитывающий снижение среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение в летний период, при отсутствии данных принимается равным 0,8, а для предприятий, курортов и южных городов $p=1$.

Расчет нагрузки проведем для абонента ул. Толстого, 57.

Нагрузка отопления определяется по формуле:

$$Q_{om} = aqV(t_e - t_{e,p})10^{-6} = 0,98 \cdot 0,37 \cdot 2795(20 + 36) = 0,0568 \text{ Гкал/ч} = 0,048 \text{ Мвт.}$$

Определим расход теплоносителя на горячее водоснабжение

$$G_{e,h}^{cp} = \frac{aN}{24} 10^{-3} = \frac{60 \cdot 25}{24} \cdot 10^{-3} = 0,064 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Средняя нагрузка горячего водоснабжения для жилого дома составит:

зимняя

$$Q_{\text{з}} = 0,65 \cdot 0,064 \cdot (55 - 15) \cdot 10^{-3} = 0,0016 \text{ Гкал/ч}.$$

Найденные нагрузки отопления, вентиляции и горячего водоснабжения приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Тепловые нагрузки подключаемых абонентов

| Адрес узла ввода | Наименование узла | Высота здания, м | Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/час | Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/час | Расчетная нагрузка на ГВС, Гкал/час |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------|---|--|-------------------------------------|
| ул. Толстого, 57 | дом №57 | 6 | 0,0568 | 0 | 0,0016 |
| ул. Толстого, 59 | дом №59 | 12 | 0,1992 | 0 | 0,0031 |
| ул. Толстого, 61 | дом №61 | 15 | 0,2743 | 0 | 0,0045 |
| ул. Толстого, 63 | ООО «Трансоникс» АЗС | 3 | 0,0090 | 0 | 0 |
| ул. Толстого, 55 | дом №55 | 6 | 0,0429 | 0 | 0,0021 |
| ул. Толстого, 53 | дом №53 | 6 | 0,0483 | 0 | 0,0001 |
| ул. Толстого, стр. 63А | Сухарев Н.В. | 6 | 0,0321 | 0 | 0 |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 1 | Административно-лабораторный комплекс | 3, 2 | 0,0185 | 0 | 0,0079 |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 7 | Зал очищенных стоков | 5, 6, 5 | 0,0410 | 0 | 0 |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 8 | Зал насосно – компрессорных агрегатов | 6, 4 | 0,1463 | 0 | 0 |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 10 | Склад, сварочный цех | 3, 5 | 0,0256 | 0 | 0 |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 2 | Управление метатенков | 3, 4 | 0,0069 | 0 | 0 |

Расчетный расход воды в системе отопления, присоединенной к тепловой сети посредством подмешивающего устройства или насоса, находят по формуле:

$$G_{\text{от}}^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{р}}}{C(t_{\text{п}} - t_0)} 10^3 , \quad (2.8)$$

где $t_{\text{п-о}}$ - температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, $^{\circ}\text{C}$.

Расчетные расходы воды из тепловой сети $G_{\text{c}}^{\text{р}}$ и по системе отопления $G_{\text{от}}^{\text{р}}$ связаны между собой через коэффициент смешения:

$$G_{\text{от}}^{\text{р}} = G_{\text{c}}^{\text{р}} (1 + u_p) , \quad (2.9)$$

где u_p - расчетный коэффициент смешения, равный отношению расчетного расхода подмешиваемой воды к расчетному расходу сетевой воды.

Расход сетевой воды на горячее водоснабжение в летний период. В закрытой системе теплоснабжения расход сетевой воды на горячее водоснабжение в летний период для всех схем подогревателей определяют по формуле:

$$G_{\text{T.L}}^{\text{cp}} = \frac{0.8 Q_{\text{r}}^{\text{cp}} (t_r - t_{x\text{л}}) 10^3}{(t_r - t_x)(t_{\text{п.л}} - t_{\text{o.л}}^{\text{cp}})} , \quad (2.10)$$

где $t_{\text{п.л}}$ - температура воды в падающей линии в летний период, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{o.л}}^{\text{cp}}$ - температура воды за подогревателем горячего водоснабжения, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{x\text{л}}$ - температура водопроводной воды в летний период, $^{\circ}\text{C}$.

При таком способе регулирования расход воды на отопление определим [2] по формулам:

$$G_{o\text{max}} = \frac{3.6 \cdot Q_{o\text{max}}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)} , \text{т/ч;} \quad (2.11)$$

где c - удельная массовая теплоемкость воды, $\text{kДж}/\text{кг}\cdot\text{K}$;

τ_1 , τ_2 – расчётные температуры сетевой воды в прямом и обратном трубопроводах.

Расход воды на вентиляцию равен [2]:

$$G_{v\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{v\max}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \text{т/ч.} \quad (2.12)$$

Для системы горячего водоснабжения расход воды на ГВС определим [2] по формуле:

$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_3)}, \text{т/ч; } \quad (2.13)$$

где τ'_1 – температура воды в подающем трубопроводе в точке излома температурного графика, [2];

τ'_3 – температура воды в обратном трубопроводе в точке излома температурного графика.

Общий расход воды на участке определяется [2]:

$$G_d = G_{omax} + G_{vmax} + G_{hm} \times k_3, \quad (2.14)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий долю среднего расхода воды на ГВС.

Согласно [2] при общей тепловой нагрузке менее 100 МВт принимаем $k_3 = 1,2$.

Произведем расчет на примере абонента ул. Толстого, 57.

Расход теплоносителя на отопление составит:

$$G_c^p = \frac{Q_{om(6)}^p}{t_{lp} - t_{2p}} \cdot 10^3 = \frac{0,0568}{95 - 70} \cdot 10^3 = 2,270 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Определим расход теплоносителя на горячее водоснабжение

$$G_{2,h}^{cp} = \frac{aN}{24} \cdot 10^{-3} = \frac{60 \cdot 25}{24} \cdot 10^{-3} = 0,064 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Данные по расходам сведём в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 Расходы теплоносителя

| Адрес узла ввода | Наименование узла | Высота здания, м | Расчетный расход на отопление, т/ч | Расчетный расход на вентиляцию, т/ч | Расчетный расход на ГВС, т/ч |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| ул. Толстого, 57 | дом №57 | 6 | 2,270 | - | 0,064 |
| ул. Толстого, 59 | дом №59 | 12 | 7,962 | - | 0,124 |
| ул. Толстого, 61 | дом №61 | 15 | 10,964 | - | 0,180 |
| ул. Толстого, 63 | ООО «Трансоникс» АЗС | 3 | 0,360 | - | - |
| ул. Толстого, 55 | дом №55 | 6 | 1,715 | - | 0,084 |
| ул. Толстого, 53 | дом №53 | 6 | 1,931 | - | 0,004 |
| ул. Толстого, стр. 63А | Сухарев Н.В. | 6 | 1,283 | - | - |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 1 | Административно-лабораторный комплекс | 3, 2 | 0,739 | - | 0,316 |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 7 | Зал очищенных стоков | 5, 6, 5 | 1,639 | - | - |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 8 | Зал насосно – компрессорных агрегатов | 6, 4 | 5,848 | - | - |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 10 | Склад, сварочный цех | 3, 5 | 1,023 | - | - |
| ул. Толстого, стр. 65 корп. 2 | Управление метатенков | 3, 4 | 0,276 | - | - |

Нагрузки по расходу тепла на отопление для каждого участка сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 Расчетные нагрузки по участкам сети

| № квартала | $Q_{o\max}, MBm$ | $Q_{oобщ}, MBm$ |
|--------------------|------------------|-----------------|
| Главная магистраль | | |
| 1-2 | 0,90 | 0,90 |
| 2-3 | 0,578 | 0,578 |
| 3-4 | 0,282 | 0,282 |
| 4-5 | 0,236 | 0,236 |
| 5-6 | 0,218 | 0,218 |
| 6-7 | 0,112 | 0,112 |
| 7-8 | 0,0257 | 0,0257 |
| 8-Аб. | 0,0483 | 0,0483 |

Расчетные расходы сетевой воды на отопление для каждого участка сведены в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 Расчетные расходы сетевой воды на отопление по участкам сети

| № квартала | $G_{o\max}, \text{ т/ч}$ | $G_{oобщ}, \text{ т/ч}$ |
|------------|--------------------------|-------------------------|
| 1-2 | 36,00 | 36,00 |
| 2-3 | 26,12 | 26,12 |
| 3-4 | 11,28 | 11,28 |
| 4-5 | 9,44 | 9,44 |
| 5-6 | 8,72 | 8,72 |
| 6-7 | 4,48 | 4,48 |
| 7-8 | 1,03 | 1,03 |
| 8-Аб. | 0,92 | 0,92 |

2.2 Гидравлический расчет тепловых сетей

В ходе гидравлического расчета определяется главная магистраль и по полученному необходимому перепаду давлений оценивается пригодность работающих в настоящее время насосов.

Расчет проведен на примере абоннета (дом по ул. Толстого, 53) для системы отопления и вентиляции для подающего трубопровода.

Расход теплоносителя на данном участке определяется по формуле:

$$G = \frac{Q \cdot 10^3}{c \cdot (\tau_1 - \bar{\tau})}, \quad (2.15)$$

где G – расход теплоносителя на участке, т/ч (при температурном графике 95/70 $^{\circ}\text{C}$);

Q – количество теплоты необходимое на данном участке, $Q=0,0483$ МВт;

τ_1 - температура теплоносителя в подающей линии сети, $\tau_1=95^{\circ}\text{C}$;

$\bar{\tau}$ - температура теплоносителя в обратной линии сети, $\bar{\tau}=70^{\circ}\text{C}$.

$$G = \frac{0,048 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 0,48 \text{ кг/с},$$

Протяжённость участка составляет: $l_{\text{уч}}=30,3$ м.

Диаметр труб составляет: $D_{\text{вн}}=32$ мм.

По известному значению $D_{\text{вн}}$ определяется фактическая скорость:

$$v = \frac{G}{0,785 \cdot D_{\text{ГОСТ}}^2 \cdot \rho}, \quad (2.16)$$

$$v = \frac{0,48}{0,785 \cdot 0,032^2 \cdot 961,62} = 0,62 \text{ м/с},$$

Значение коэффициента Рейнольдса определяется по формуле:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu}, \quad (2.17)$$

где ν - коэффициент кинематической вязкости, по [3] $\nu = 0,298 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

$$Re = \frac{0,62 \cdot 0,032}{0,298 \cdot 10^{-6}} = 63334,2,$$

$$Re_{np} = 560 \cdot \frac{d_{\text{ен}}}{k_s}, \quad (2.18)$$

$$Re_{np} = 560 \cdot \frac{32}{0,5} = 35840.$$

Так как $Re > Re_{PR}$ то коэффициент трения λ определяется по формуле Шиффрина:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k}{D} \right)^{0,25}, \quad (2.19)$$

где k - абсолютная шероховатость внутренней поверхности трубы, м;

Для водяных сетей по [4] $k=0,5$ мм.

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{0,5}{32} \right)^{0,25} = 0,04,$$

Эквивалентная длина определяется по формуле:

$$l_{eq} = \frac{\sum \xi \cdot D_{GOST}}{\lambda}, \quad (2.20)$$

где $\sum \xi$ - коэффициент местных сопротивлений участка; принимается две задвижки по концам участка

$$\sum \xi = \xi_{30} + 4 \cdot \xi_k + \xi_{mp} = 0,3 + 4 \cdot 1 + 3 = 7,3,$$

где ξ_{30} -коэффициент местного сопротивления задвижки;

ξ_k -коэффициент местного сопротивления колена на 90° ;

ξ_{mp} -коэффициент местного сопротивления тройника

$$l_{\text{экв}} = \frac{7,3 \cdot 0,032}{0,04} = 6,01 \text{ м.}$$

Приведенная длина - $l_{\text{пп}}$, м определяется по формуле:

$$l_{np} = l + l_{\text{экв}}, \quad (2.21)$$

$$l_{np} = 30,3 + 6,01 = 36,31 \text{ м.}$$

Удельные потери давления по формуле :

$$R = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (2.22)$$

где ρ - удельный вес воды, кг/м²; при t=95°C $\rho=961,62$ кг/м².

$$R = 0,04 \cdot \frac{1}{0,032} \cdot \frac{961,62 \cdot 0,62^2}{2} = 223 \text{ Па/м.}$$

Потери на трение определяются по формуле:

$$\Delta P_{TP} = R \cdot l, \quad (2.23)$$

где l-длина участка, м.

$$\Delta P_{TP} = 223 \cdot 30,3 = 6750,15 \text{ Па.}$$

Потери на местное сопротивление определяются по формуле:

$$\Delta P_{MC} = R \cdot l_{\text{экв}},$$

где $l_{\text{экв}}$ -эквивалентная длина участка, м.

$$l_{\text{экв}} = 6,01 \text{ м.}$$

$$\Delta P_{MC} = 223 \cdot 6,01 = 1338,388, \text{ Па.}$$

Суммарные потери на участке:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{TP} + \Delta P_{MC}, \quad (2.24)$$

$$\Delta P_{\Sigma} = 6750,15 + 1338,388 = 8089 \text{, Па.}$$

Перепад давления ΔH , м.вод.ст.:

$$\Delta H = \frac{\Delta P_{\Sigma}}{\rho \cdot g} \quad (2.25)$$

$$\Delta H = \frac{8089}{961,62 \cdot 9,81} = 0,86 \text{ м.вод.ст.}$$

Остальные участки рассчитываются аналогично, результаты сводятся в таблицу 2.5, 2.6.

Таблица 2.5 Расчет диаметров трубопровода и скоростей теплоносителя на участках после реконструкции тепловой сети

| Участок теплосети | Расход G, т/ч | Диаметр трубопровода D, м | Скорость теплоносителя w, м/с |
|--------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Главная магистраль | | | |
| 1-2 | 36,00 | 89 | 0,64 |
| 2-3 | 26,12 | 89 | 0,56 |
| 3-4 | 11,28 | 89 | 0,44 |
| 4-5 | 9,44 | 89 | 0,32 |
| 5-6 | 8,72 | 57 | 0,50 |
| 6-7 | 4,48 | 57 | 0,47 |
| 7-8 | 1,03 | 40 | 0,45 |
| 8-Аб. | 0,54 | 40 | 0,38 |
| Ответвление | | | |
| 1-9 | 9,88 | 89 | 0,46 |
| 9-Аб. | 6,86 | 57 | 0,42 |

Таблица 2.6 Сводная таблица гидравлического расчета для тепловой сети

| Участок | Расход воды, G, т/ч | Фактическая длина трубопровода, l, м | Приведённая длина трубопровода, l', м | Удельные потери давления, R, Па/м | Скорость теплоносителя, v, м/с | Потери давления, ΔH, Па | Узловой напор, P, м в.ст. | Внутренний диаметр трубы, D _i , мм |
|--|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Магистральная линия А'-Аб.' (обратная) | | | | | | | | |
| 1'-2' | 36,00 | 52 | 62 | 417,69 | 0,64 | 17376,0 | 1,74 | 89 |
| 2'-3' | 26,12 | 44 | 56 | 188,68 | 0,56 | 5886,7 | 2,33 | 89 |
| 3'-4' | 11,28 | 51 | 60 | 44,91 | 0,44 | 1809,9 | 2,51 | 89 |
| 4'-5' | 9,44 | 43 | 54 | 31,45 | 0,32 | 940,5 | 2,60 | 89 |
| 5'-6' | 8,72 | 30 | 36 | 278,44 | 0,50 | 7239,4 | 3,33 | 57 |
| 6'-7' | 4,48 | 35 | 42 | 73,49 | 0,47 | 2388,5 | 3,56 | 57 |
| 7'-8' | 1,03 | 63 | 76 | 24,94 | 0,45 | 1069,9 | 3,67 | 40 |
| 8'-Аб.' | 0,54 | 88 | 102 | 6,86 | 0,38 | 338,6 | 3,70 | 40 |
| Потери напора у абонента $\Delta P = 20$ м в.ст. | | | | | | | | |

Окончание таблицы 2.6

| Участок | Расход воды, G, т/ч | Фактическая длина трубопровода, l, м | Приведённая длина трубопровода, l', м | Удельные потери давления, R, Па/м | Скорость теплоносителя, v, м/с | Потери давления, ΔH, Па | Узловой напор, P, м в.ст. | Внутренний диаметр трубы, D _i , мм |
|------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Магистральная линия А-Аб. (прямая) | | | | | | | | |
| Аб.-8 | 0,5 | 88 | 102 | 6,86 | 0,38 | 338,6 | 23,74 | 40 |
| 8-7 | 1,0 | 63 | 76 | 24,94 | 0,45 | 1069,9 | 23,85 | 40 |
| 7-6 | 4,5 | 35 | 42 | 73,49 | 0,47 | 2388,5 | 24,08 | 57 |
| 6-5 | 8,7 | 30 | 36 | 278,44 | 0,50 | 7239,4 | 24,81 | 57 |
| 5-6 | 9,44 | 43 | 54 | 31,45 | 0,32 | 940,5 | 24,90 | 89 |
| 4-3 | 11,28 | 51 | 60 | 44,91 | 0,44 | 1809,9 | 25,08 | 89 |
| 3-2 | 26,12 | 44 | 56 | 188,68 | 0,56 | 5886,7 | 25,67 | 89 |
| 2-1 | 36,0 | 52 | 62 | 417,69 | 0,64 | 17376,0 | 27,41 | 89 |

2.3 Построение и анализ пьезометрического графика

Построение пьезометрического графика проводится с целью определения давления и располагаемого напора (перепада давлений) в любой точке сети, и, в частности, для определения напоров, развивающихся сетевым и подпиточным насосами.

Пьезометрический график строится следующим образом:

- на график наносится профиль местности (в нашем случае - ровная поверхность);
- принимается статический напор $H_{ст} = 15$ м вод. ст. и наносится на график;
- принимается минимальный напор в коллекторе обратного трубопровода на источнике системы теплоснабжения $H_{зап} = 10$ м вод. ст. и наносится на график, от этой точки откладываются потери напора в обратной линии для соответствующих участков, после соединения этих точек получается линия изменения пьезометрических напоров в обратном трубопроводе;

От величины пьезометрического напора на выходе теплового пункта откладывается потери напора у абонентов, от этих точек откладываются соответствующие потери напора в подающем трубопроводе тепловой сети и строится линия пьезометрического напора в подающей линии тепловой сети;

К пьезометрическому напору на подающем коллекторе источника добавляются потери напора в теплоприготовительной установке $\Delta H_{тп}$, гидравлическое сопротивление которых составляет 15 м. вод. ст.

$H_{max} = 60$ м. вод. ст. из условия не разрушения отопительных приборов у потребителя.

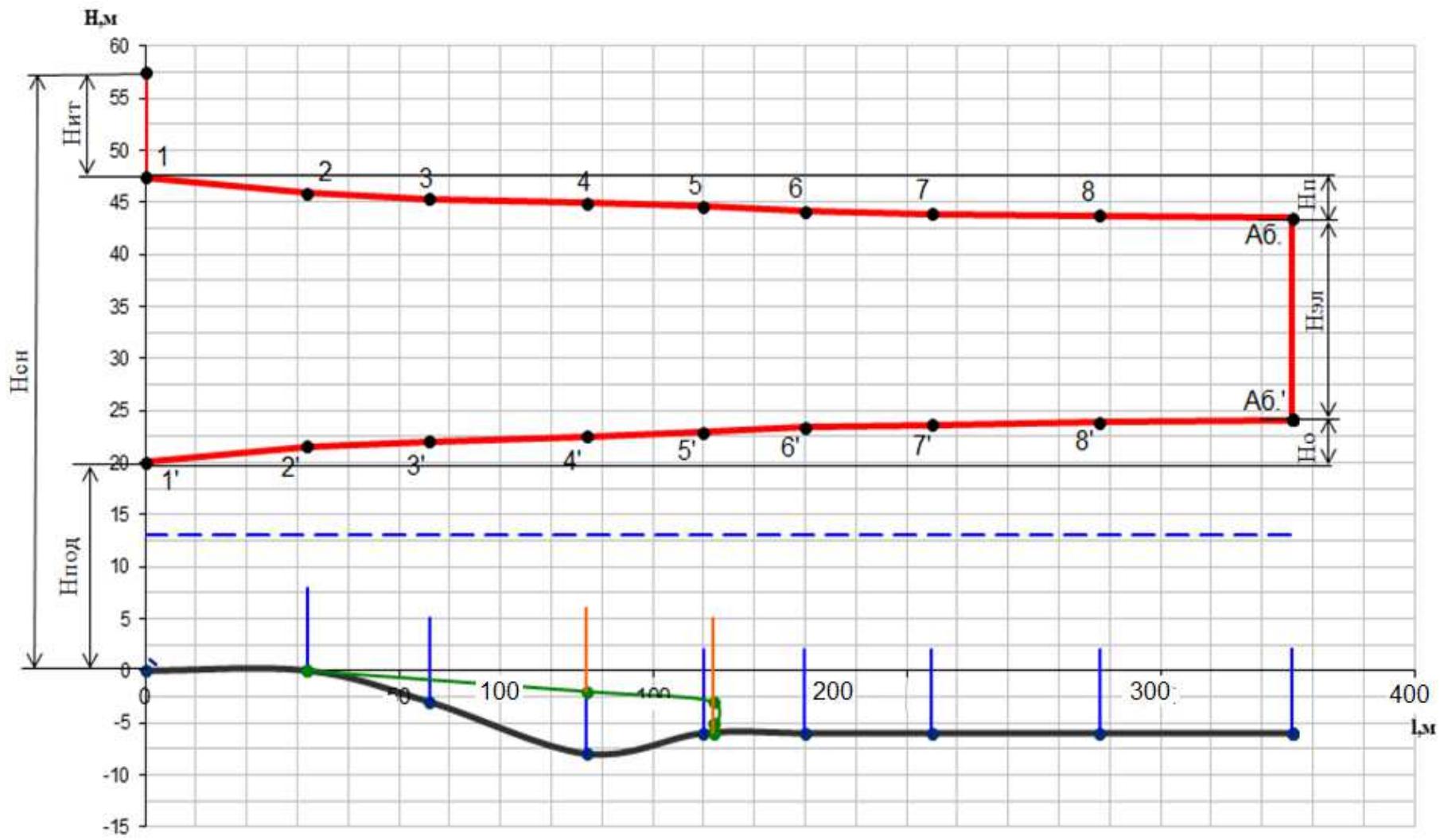


Рисунок 2.1 – Пьезометрический график тепловой сети (подключаемый участок)

2.4 Определение диаметров дроссельных шайб

Произведем расчет дроссельной шайбы на ответвлении 8'-Аб'.

Напор на главной магистрали в обратном трубопроводе $H_{\text{zm}}^{\text{обр}} = 22,35 \text{ м. вод ст.}$

Напор на главной магистрали в подающем трубопроводе $H_{\text{zm}}^{\text{под}} = 43,13 \text{ м. вод ст.}$

Располагаемый напор: $\Delta H_{\text{zm}} = H_{\text{zm}}^{\text{под}} - H_{\text{zm}}^{\text{обр}} = 20 \text{ м. вод ст.}$

Потери напора на ответвлении:

$$\Delta H_{\text{отв}} = \sum \Delta H_{\text{отв}}^{\text{под}} + \sum \Delta H_{\text{отв}}^{\text{обр}} + \Delta H_{\text{отв}}^{\text{д}} = 0,86 + 0,86 = 1,72 \text{ м. вод ст.}$$

Напор необходимый для срабатывания дроссельной шайбе

$$\Delta H_{\text{д}} = \Delta H_{\text{zm}} - \Delta H_{\text{отв}} = 20 - 1,72 - 1,5 = 16,78 \text{ м. вод ст.}$$

Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм:

$$d_{\text{д}} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta H_{\text{д}}}}, \quad (2.26)$$

где G- расход на участке, т/ч;

$\Delta H_{\text{д}}$ - перепад давлений, м (принимается из пьезометрического графика).

$$d_{\text{д}} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,54^2}{16,78}} = 3,6 \text{ мм.}$$

Параметры являются расчетными при условии приведения потерь напора теплоносителя во внутренних системах отопления к нормативным величинам. Регулировку внутренних систем отопления потребителей предлагается выполнять с помощью установки дросселирующих шайб на подающем и обратном (при необходимости) трубопроводах, расчетный диаметр которых также указан в таблице.

После проведения расстановки дроссельных сужающих устройств происходит наладка системы теплоснабжения, все потребители получают нормативное количество тепловой энергии.

Таблица 2.7 Диаметры дроссельных шайб

| Наименование потребителя | Напор на вводе в систему, м | Количество шайб, шт | Диаметр шайбы, мм | Срабатыв. напор, м |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| дом №57 | 8,94 | 1 | 9,41 | 7,26 |
| дом №59 | 4,98 | 1 | 29,57 | 3,30 |
| дом №61 | 15,01 | 1 | 8,29 | 13,33 |
| ООО «Трансоникс» АЗС | 18,40 | 1 | 14,00 | 16,72 |
| дом №55 | 5,98 | 1 | 11,87 | 4,30 |
| дом №53 | 10,63 | 1 | 3,6 | 16,78 |
| Сухарев Н.В. | 13,93 | 1 | 10,98 | 12,25 |
| Административно- | 7,90 | 1 | 10,30 | 6,22 |
| Зал очищенных стоков | 7,86 | 1 | 7,95 | 6,18 |
| Зал насосно – компресоорных агрегатов | 13,08 | 1 | 7,73 | 11,40 |
| Склад, сварочный цех | 18,91 | 1 | 22,18 | 17,23 |
| Управление метатенков | 9,39 | 1 | 16,91 | 7,71 |

2.5 Выбор конструктивных элементов сети

2.5.1 Расчёт угла поворота трассы на самокомпенсацию

Определим изгибающее напряжение от термических деформаций на участке 11 , $d_y = 89 \times 4$ мм у неподвижной опоры.

Модуль продольной упругости ст.20 $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент линейного расширения $\alpha = 1,25 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$.

Сравним с допускаемым напряжением $\sigma_{\text{доп}} = 80$ МПа

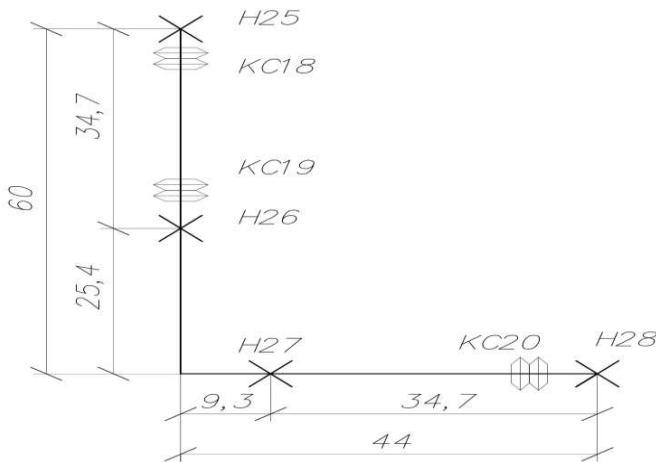


Рисунок 2.2. – Расчётная схема участка квартальной тепловой сети

Определим линейное удлинение ΔL_1 короткого плеча L_1

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot (\tau - t_0) = 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot 25,4 \cdot (90 + 38) = 0,055 \text{ м.}$$

Для угла поворота 90° и $n = l_1/l_2 = 25,4/9,3 = 2,73$, находим изгибающее напряжение у опоры Н21 по формуле:

$$\sigma = \frac{1,5 \cdot \Delta L \cdot E \cdot d \cdot (n+1)}{l^2}.$$

$$\sigma = \frac{1,5 \cdot 0,055 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,108 \cdot (2,73+1)}{9,3^2} = 76,8 \text{ MPa},$$

Полученное изгибающее напряжение не превышает допустимое $\sigma_{\text{доп}} = 80 \text{ MPa}$. Следовательно, данный угол поворота может быть использован для самокомпенсации.

Определим силу упругой деформации угла поворота P_x по формуле:

$$P_y = B \frac{\alpha EI \Delta t}{10^7 l_m^2}.$$

где B – коэффициент, принимаемый по номограмме 10.26 /7/, $A=12$.

$$\frac{\alpha EI}{10^7} = 0,425 \text{ кгс} \cdot \text{м}^2/\text{град} \text{ для диаметра } d_h = 108 \text{ мм}$$

Δt – расчётная разность температур между максимальной температурой теплоносителя τ и расчётной для проектирования отопления температурой наружного воздуха t_o , $^{\circ}\text{C}$;

l_m – длины прямых отрезков трубопроводов, м.

$$P_y = 12 \cdot 0,425 \frac{(135 + 38)}{9,3^2} = 10,2 \text{ кгс} = 102 \text{ Н.}$$

2.5.2 Расчёт усилий на подвижную и неподвижную опоры

Исходные данные:

$$d_h \times S = 89 \times 4 \text{ мм}$$

$$l=4 \text{ м}$$

$$P_y = 102 \text{ Н}$$

$$P_k = 34138 \text{ Н}$$

Подвижная опора:

Вертикальную нормативную нагрузку на подвижную опору F_v , Н, следует определять по формуле:

$$F_v = G_h \cdot L,$$

где G_h – вес одного метра трубопровода в рабочем состоянии, включающий вес трубы, теплоизоляционной конструкции и воды, Н/м;

L – пролёт между подвижными опорами, равный 4 м.

Величина G_h для труб с наружным диаметром 108 мм равна 283 Н/м.

$$F_v = 283 \cdot 4 = 1132 \text{ Н},$$

Горизонтальные нормативные осевые нагрузки на подвижные опоры от трения F_{hx} , Н, определяются по формуле:

$$F_{hx} = \mu_x \cdot G_h \cdot L.$$

где μ_x – коэффициент трения в опорах, который для скользящих опор при трении стали о сталь принимают равным 0,3

$$F_{hx} = 0,3 \cdot 283 \cdot 4 = 339,6 \text{ Н/м.}$$

Принята опора скользящая 89 Т13.07 согласно серии 4-903-10 выпуск 5

2.5.3 Расчёт и подбор сильфонного и сальникового компенсаторов

Компенсатор должен иметь достаточную компенсирующую способность Δl для восприятия температурного удлинения участка трубопровода между неподвижными опорами. Также определяется реакция компенсатора, используемая при расчетах нагрузок на неподвижные опоры.

Сильфонный компенсатор:

Произведём расчёт для участка квартальной сети, диаметром 89 мм и длиной 52 м.

Приняв коэффициент температурного удлинения $\alpha = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ мм}/(\text{м} \cdot {}^\circ\text{C})$, определим максимальную длину участка, на которой может обеспечить компенсацию один сильфонный компенсатор:

$$L_m = \frac{0,9 \cdot 2\lambda}{\alpha(\tau_1 - t_o)}.$$

где λ – амплитуда осевого хода, мм, $\lambda = 60 \text{ мм}$

$$L_m = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot 60}{1,25 \cdot 10^{-2} (95 + 40)} = 41,2 \text{ м,}$$

Необходимое количество компенсаторов n на расчетном участке составит:

$$n = \frac{L}{L_m}.$$

$$n = \frac{52}{41,2} = 1,32 \approx 2 \text{ шт,}$$

Примем пролёт между неподвижными опорами:

$$L_\phi = 30,5 \text{ м.}$$

Определим фактическую амплитуду компенсатора λ_ϕ при длине пролета между неподвижными опорами:

$$\lambda_\phi = \frac{\alpha(\tau_1 - t_o)L_\phi}{0,9 \cdot 2},$$

$$\lambda_\phi = \frac{1,25 \cdot 10^{-2} \cdot (95 + 40) \cdot 30,5}{0,9 \cdot 2} = 38,8 \text{ мм},$$

Определим реакцию компенсатора $R_{c.k.}$:

$$R_{c.k.} = R_{ж} + R_p,$$

где $R_{ж}$ – осевая реакция, возникающая вследствие жесткости осевого хода, определяется по формуле:

$$R_{ж} = C_\lambda \lambda_\phi = 305 \cdot 38,8 = 11822 \text{ Н},$$

где C_λ – жесткость волны, Н/мм,

R_p – осевая реакция от внутреннего давления, H , определяемая по формуле:

$$R_p = \varphi \frac{\pi}{4} (D_c^2 - d_T^2) P_{изб} .$$

$$R_p = 0,5 \frac{3,14}{4} \cdot (0,129^2 - 0,89^2) \cdot 1,6 \cdot 10^6 = 8551 \text{ Н},$$

$$R_{c.k.} = 11822 + 8551 = 20373 \text{ Н.}$$

3 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

3.1 Тепловая схема котельной

Система теплоснабжения котельной – двухконтурная.

Подвод воды к котлам осуществляется из общего коллектора Ø 325x6.

Нагретая в котлах до температуры 130 °C вода отводится в один коллектор Ø 150x6, из которого идет разбор на подогреватели.

После теплообменников обратная греющая вода собирается в коллектор и насосами котлового контура подается в котлы.

Подача греющей воды к подогревателям регулируется трехходовыми распределительными регулирующими клапанами.

В проекте необходимо выполнить следующие мероприятия:

- установить водогрейные котельные агрегаты;
- теплоснабжение потребителей котельной выполнить по независимой закрытой схеме;
- предусмотреть систему водоподготовки подпиточной воды тепловых сетей и систему химводоочистки для восполнения потерь питательной воды;
- предусмотреть систему топливоснабжения котлов, угольный склад;

В соответствии со среднечасовыми нагрузками, уточнено количество и единичная производительность котлов, установленная мощность проектируемой котельной.

- нагрузка отопления – 9,3 МВт;
- ГВС (среднечасовая) – 2,0 МВт;
- собственные нужды принимаем равными 10 % расхода тепла:
$$(9,3 + 2,0) \times 0,1 = 1,13 \text{ МВт},$$

Где 1,39 Гкал/ч – потери в тепловых сетях,

$$\Sigma Q = 9,3 + 2,0 + 1,13 = 12,43 \text{ МВт.}$$

В соответствии с данными расчетами установленная мощность котельной для покрытия нагрузок должна быть не менее 12,43 МВт.

Описание и расчет тепловой схемы котельной.

Сырая вода

Для технических и технологических нужд (потери теплосети, горячее водоснабжение, подпитка замкнутого контура котлов) используется вода из городского водопровода.

Водопроводная вода с давлением 0,4 МПа поступает в котельную и с помощью подпиточных насосов перекачивается в точку подключения к обратной линии котлового контура. От этой же линии осуществляется подвод холодной воды в подпиточный бак.

Требуемый фиксированный расход на выходе насоса независимо от включения-выключения поддерживается за счет работы регулятора расхода РР V, который поддерживает заданное давление «до себя».

Греющая вода

Подвод воды к котлам осуществляется из общего коллектора Ø 209x6.

Нагретая в котлах до температуры 130 °C вода отводится в один коллектор Ø 325x6, из которого идет разбор на подогреватели. Для предупреждения появления коррозии в кotle очень важно, чтобы температура дымовых газов в кotle не опускалась ниже точки росы.

Соответственно, температура обратной воды котла должна быть не ниже +70 °C при работе на газе. В случае снижения температуры ниже +70 °C, повышение температуры производится путем смешивания горячей прямой воды с обратной до ее поступления в котел. Данное смешивание обеспечивается регулировочной арматурой и насосом рециркуляции котла (группа защиты котла от холодной обратной воды).

После теплообменников обратная греющая вода собирается в коллектор и насосами котлового контура подается в котлы.

Подача греющей воды к подогревателям регулируется трехходовыми распределительными регулирующими клапанами. Необходимый расход греющей воды поддерживается насосами греющего контура с частотным приводом, что позволяет регулировать работу котельных агрегатов.

Сетевая вода на отопление, вентиляцию и ГВС

Обратная сетевая вода поступает на всасывание сетевых насосов по трубопроводу Ø209x8, с напора сетевых насосов - на подогреватели отопления, далее по трубопроводу Ø209x8 - потребителю. Для обеспечения необходимого давления в трубопроводе прямой сетевой воды устанавливаются регулятор давления.

Восполнение потерь осуществляется подпиточными насосами из баков-аккумуляторов.

Расчет тепловой схемы выполнен для максимально зимнего режима при температуре наружного воздуха минус 36 °C;

3.2 Подбор котельных агрегатов

Расчет для максимально-зимнего режима

Сетевой контур

Определяем расчетный расход воды в сетевом контуре для нужд отопления и вентиляции по формуле:

$$G_{O+V} = \frac{3600 \cdot Q_{O+V}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \text{ m}^3/\text{ч},$$

где Q_{O+V} – тепловая нагрузка на отопление и вентиляцию, MBm ,

$$Q_{O+V} = 9,3 \text{ MBm};$$

$$c - \text{удельная теплоемкость воды, } \frac{\kappa\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}, \quad c = 4,19 \frac{\kappa\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}};$$

$$\tau_1 - \text{температура воды в прямой линии, } {}^\circ\text{C}, \quad \tau_1 = 95 {}^\circ\text{C};$$

$$\tau_2 - \text{температура воды в обратной линии, } {}^\circ\text{C}, \quad \tau_2 = 70 {}^\circ\text{C}.$$

$$G_{O+V} = \frac{3600 \cdot 9,3}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 320 \text{ m}^3/\text{ч}.$$

Расчетный часовой расход воды для нужд горячего водоснабжения (для закрытой системы) определяем по формуле:

$$G_{hm} = \frac{3600 \cdot Q_{hm}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q_{hm} – тепловая нагрузка средняя на горячее водоснабжение, MBm ,

$$Q_{hm} = 2,0 MBm.$$

$$G_{hm} = \frac{3600 \cdot 2,0}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 31,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем суммарный расчетный часовой расход сетевой воды в подающей магистрали по формуле:

$$G_{\Pi} = G_{O+V} + G_{hm}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$G_{\Pi} = 320 + 31,2 = 351,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем расход воды на подпитку по формуле:

$$G_{no\partial n} = G_{ym}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где G_{ym} – потери воды на утечки в тепловых сетях, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$G_{ym} = 0,03 \cdot G_{\Pi}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$G_{ym} = 0,03 \cdot 351,2 = 11,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем суммарный расчетный часовой расход воды в сетевом контуре в обратной магистрали по формуле:

$$G_o = G_{\Pi} - G_{no\partial n}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$G_o = 351,2 - 11,2 = 340,0 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Котловой контур

Определяем расчетный расход воды в котловом контуре для нужд отопления и вентиляции и ГВС по формуле:

$$G_{KK} = \frac{3600 \cdot Q_{O+V}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \text{ m}/\text{ч},$$

где Q_{KK} – тепловая нагрузка котельной, MBm ,

$$Q_{KK} = 12,43 \text{ MBm};$$

$$c – \text{удельная теплоемкость воды, } \frac{\kappa \Delta \mathcal{J}c}{\kappa \cdot {}^oC}, \quad c = 4,19 \frac{\kappa \Delta \mathcal{J}c}{\kappa \cdot {}^oC};$$

$$\tau_1 – \text{температура воды в прямой линии, } {}^oC, \quad \tau_1 = 130 {}^oC;$$

$$\tau_2 – \text{температура воды в обратной линии, } {}^oC, \quad \tau_2 = 70 {}^oC.$$

$$G_{KK} = \frac{3600 \cdot 12,43}{4,19 \cdot (130 - 70)} = 178 \text{ m}/\text{ч}.$$

Определяем расход воды на подпитку котлового контура по формуле:

$$G_{nodn} = G_{ym}, \text{ m}/\text{ч},$$

где G_{ym} – потери воды на утечки в котловом контуре (0,5 % от расхода котловой воды), $\text{m}/\text{ч}$.

$$G_{ym} = 0,005 \cdot G_{KK}, \text{ m}/\text{ч}.$$

$$G_{ym} = 0,005 \cdot 178 = 1,1 \text{ m}/\text{ч}.$$

Определяем суммарный расчетный часовой расход воды в котловом контуре в обратной магистрали по формуле:

$$G_o = G_{\Pi} - G_{nodn}, \text{ m}/\text{ч},$$

$$G_o = 178 - 1,1 = 176,9 \text{ m}/\text{ч}.$$

Количество работающих котлов составит:

$$N_{\text{котлов}} = \frac{Q_{\text{кот}}}{Q_{\text{котла}}} =$$

где $Q_{\text{кот}}$ – тепловая нагрузка котельной, МВт

$Q_{\text{котла}}$ – тепловая нагрузка котла (5 МВт)

$$N_{\text{котлов}} = \frac{12,43}{5} = 2,4 = 3,$$

В максимально-зимнем режиме в работе будут находиться три водогрейных котла.

Единичная тепловая мощность котельного оборудования определена в соответствии с заданными тепловыми нагрузками, с учетом собственных нужд котельной, а также с учетом стремления к единой марке котлов для обеих проектируемых котельных.

Количество и единичную производительность котлоагрегата устанавливаемого в котельной следует выбирать по расчётной производительности котельной, проверяя режим работы котлоагрегатов для тёплого периода года [16].

Основанием для выбора основного оборудования является расчет тепловой схемы котельной.

Принимаем к установке котельные агрегаты типа КВМ-5 единичной мощностью 5 МВт.

Количество котлов составит:

$$N_{\text{котлов}} = \frac{Q_{\text{кот}}}{Q_{\text{котла}}} = \frac{12,43}{5} = 3.$$

В здании котельной устанавливаем три водогрейных котла.

Оснащен механической топкой ТЛЗМ, что автоматизирует топливоподачу, а система дополнительной подачи воздуха повышает КПД котла до 90%.

Водогрейные котлы КВМ-5 имеют следующие технические характеристики:

- мощность 5,0 МВт;
- температура на выходе из котла 95-130 °C;
- давление теплоносителя до 0,6 (6,0) МПа (кгс/см).

3.3 Подбор насосного оборудования

Сетевые насосы

Суммарный расход сетевой воды при нагрузке отопления и температурном тепловом графике теплосети 95/70 °C составляет 388,7 м³/ч.

Устанавливаем 3 сетевых насоса NB 100-500/489 производительностью 235 м³/ч напором 80 м.в.ст. ООО «Grunfos», 3 агрегата, 2 из которых – рабочие, 1 – резервный.

Насос греющего контура котлов

Циркуляция теплоносителя от котлов к подогревателям по греющему теплоносителю. К установке принимаем 2 насоса ТР 65-280/2F производительностью 120 м³/ч напором 30 м ООО «Grundfos» (1 рабочий, 1 резервный).

Насос подпитки контура отопления

Подпиткой контура отопления восполняются потери теплосети, утечки греющего контура котлов. К установке принимаем 2 насоса NB 40-250/211 производительностью 12 м³/ч напором 70 м ООО «Grundfos» (1 рабочий, 1 резервный).

Таблица 3.1 Сводная таблица характеристик насосного оборудования

| Наименование | Кол-во, шт. | Расход, м ³ /ч | Напор, м | ООО «Grundfos», KSB |
|---|----------------|---------------------------|----------|---------------------|
| | | | | тип |
| 1. Насос сетевого контура | 2 | 235 | 80 | NB 100-500/489 |
| 2. Насос греющего контура котлов | 2 | 120 | 30 | TP 65-280/2F |
| 3. Насос подпитки контура отопления и котлового контура | 2 | 12 | 70 | NB 40125/180 |

3.4 Подбор теплообменного оборудования

Теплообменное оборудование - подогреватели водо-водяные пластинчатые разборные.

Конструкция их позволяет быстро произвести ремонт и замену пластин.

На котельной установлены подогреватели системы ОВ марки SN №76 0-10-142 «Астера» в количестве 2 шт.

Внешний вид теплообменника представлен на рисунок 3.1.



Рисунок 3.1 – Теплообменник SN №76

Пластинчатый разборный теплообменник SN 76 - это уникальная установка от известного производителя, производящая передачу тепла от нагревающегося фона - теплоносителя к нагреваемому фону - теплоприемнику. Предназначен данный агрегат для эффективного обеспечения технологических процессов в различных отраслях промышленности [38].

Технические характеристики:

| | |
|---------------------------------|-------------------|
| - рабочая температура | до 200 °C |
| - максимальное рабочее давление | 25 бар |
| - тип среды | вода-вода |
| - количество пластин | 142 шт |
| - площадь теплообмена | 70 м ² |

Общий расход теплоты на ОиВ составляет для максимально зимнего режима 11,3 МВт = 11300 кВт.

Количество единиц оборудования – 2, значит нагрузка на один аппарат составляет 5650 кВт.

Температуры греющей (котловой) и нагреваемой (сетевой) воды на входе и выходе теплообменника соответственно равны:

$$\begin{aligned}t_1' &= 130^{\circ}\text{C}, \\t_1'' &= 70^{\circ}\text{C}, \\t_2' &= 70^{\circ}\text{C}, \\t_2'' &= 95^{\circ}\text{C}.\end{aligned}$$

Определение расходов и скоростей движения греющего и нагреваемого теплоносителей

Средняя температура теплоносителей:

$$t_1 = \frac{t_1' + t_1''}{2} = \frac{130 + 70}{2} = 100^{\circ}\text{C},$$

$$t_2 = \frac{t_2' + t_2''}{2} = \frac{70 + 95}{2} = 82,5^{\circ}\text{C}.$$

По среднеарифметическому значению температур определяются значения физических свойств греющего и нагреваемого теплоносителей (таблица П.1.1.[1,с.26]):

Плотности теплоносителей:

$$\rho_1 = 950,98 \text{ кг/м}^3,$$

$$\rho_2 = 963,55 \text{ кг/м}^3.$$

Кинематические коэффициенты вязкости:

$$\nu_1 = 0,2719 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с},$$

$$\nu_2 = 0,325 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Коэффициенты теплопроводности:

$$\lambda_1 = 68,5 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К},$$

$$\lambda_2 = 68,075 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К}.$$

Критерий Прандтля:

$$Pr_1 = 1,6,$$

$$Pr_2 = 1,9.$$

Средние удельные массовые теплоемкости:

$$c_{p1} = 4,233 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К},$$

$$c_{p2} = 4,211 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}.$$

Массовые расходы теплоносителей:

$$G_1 = \frac{Q}{c_{p1} \cdot (t_1' - t_1)},$$

$$G_2 = \frac{Q}{c_{p2} \cdot (t_2' - t_2)}.$$

где Q – тепловая нагрузка теплообменника, кВт.

$$G_1 = \frac{5650}{4,233 \cdot (130 - 70)} = 26,7 \text{ кг/с},$$

$$G_2 = \frac{5650}{4,211 \cdot (95 - 70)} = 52,1 \text{ кг/с}.$$

По максимальному расходу выбирается тип пластин - 0,5Пр (таблица П.2.1 [1, с.34]).

Параметры пластин (таблица П.2.2 [1, с.35]):

$f_K = 0,00285 \text{ м}^2$ - площадь поперечного сечения канала,

$P = 1,27 \text{ м}$ - смачиваемый периметр в поперечном сечении канала,

$l = 0,8$ - приведенная длина канала,

$f_{nl} = 0,5 \text{ м}^2$ - площадь поверхности теплообмена пластины,

$\delta_{CT} = 0,001 \text{ м}$ - толщина стенки пластины.

Эквивалентный диаметр сечения канала:

$$d_3 = \frac{4 \cdot f_K}{P} = \frac{4 \cdot 0,00285}{1,27} = 8,98 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

При расчете пластинчатого водоподогревателя оптимальная скорость теплоносителя принимается исходя из получения таких же потерь давления в установке по нагреваемой воде, как при применении водоподогревателя (100-150 кПа), что соответствует скорости воды в каналах:

$$\omega_{onm.} = \omega_1 = (0,3 - 0,5) \text{ м/с}, \quad \omega_1 = 0,1 \text{ м/с}.$$

Принимаем скорость первого теплоносителя (котлового контура)
 $\omega_1 = 0,1 \text{ м/с}.$

Число каналов в пакете:

$$m = \frac{G_1}{\omega_1 \cdot \rho_1 \cdot f_K} = \frac{26,7}{0,1 \cdot 950,98 \cdot 0,00285} \approx 71,2 = 72 \text{ шт},$$

Скорость второго теплоносителя:

$$\omega_2 = \frac{G_2}{\rho_2 \cdot f_K \cdot (m-1)} = \frac{52,1}{963,55 \cdot 0,00285 \cdot (72-1)} = 0,26 \text{ м/с.}$$

Для пластинчатого теплообменника принимаем:

$$\Delta P_{\text{гр}} = \Delta P_p = 40 \text{ кПа,}$$

$$\Delta P_{\text{нагр}} = \Delta P_b = 100 \text{ кПа.}$$

Подставим значения, получим:

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{40}{100} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 82,5}{1000 - 100} = 0,74.$$

Полученное соотношение ходов не превышает 2, значит для повышения скорости воды и соответственно эффективности теплообмена целесообразна симметричная компоновка.

Расчет интенсивности теплообмена при движении теплоносителей между пластинаами

Критерий Рейнольдса и Прандтля для каждого теплоносителя:

$$Re_1 = \frac{\omega_1 \cdot d_3}{v_1} = \frac{0,1 \cdot 8,98 \cdot 10^{-3}}{0,2719 \cdot 10^{-6}} = 3302,7,$$

$$Re_2 = \frac{\omega_2 \cdot d_3}{v_2} = \frac{0,26 \cdot 8,98 \cdot 10^{-3}}{0,325 \cdot 10^{-6}} = 7184,$$

$$Pr_1 = \frac{c_{p1} \cdot v_1 \cdot \rho_1}{\lambda_1} = \frac{4,233 \cdot 0,2719 \cdot 10^{-6} \cdot 950,98 \cdot 10^3}{68,5 \cdot 10^{-2}} = 1,59,$$

$$Pr_2 = \frac{c_{p2} \cdot v_2 \cdot \rho_2}{\lambda_2} = \frac{4,211 \cdot 0,325 \cdot 10^{-6} \cdot 963,55 \cdot 10^3}{68,075 \cdot 10^{-2}} = 1,93.$$

Средняя температура стенки определяется по формуле:

$$t_{CT} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{82,5 + 100}{2} = 91,3 {}^{\circ}\text{C}.$$

По температуре стенки $t_{CT} = 91,3 {}^{\circ}\text{C}$ определяется $\text{Pr}_{CT} = 1,73$.

Определяются критерий Нуссельта для греющего и нагреваемого теплоносителей:

- при турбулентном режиме ($\text{Re} \geq 50$)

$$Nu_1 = 0,18 \cdot \text{Re}_1^{0,73} \cdot \text{Pr}_1^{0,43} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_1}{\text{Pr}_{CT}} \right)^{0,25} = 0,18 \cdot 3302,7^{0,73} \cdot 1,59^{0,43} \cdot \left(\frac{1,59}{1,73} \right)^{0,25} = 79,73,$$

$$Nu_2 = 146,3.$$

Коэффициенты теплоотдачи от греющего теплоносителя к поверхности стенки и от поверхности стенки к нагреваемому теплоносителю соответственно:

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_1 \cdot Nu_1}{d_3} = \frac{68,5 \cdot 10^{-2} \cdot 79,73}{8,98 \cdot 10^{-3}} = 6081,8 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$\alpha_2 = \frac{\lambda_2 \cdot Nu_2}{d_3} = \frac{68,075 \cdot 10^{-2} \cdot 146,3}{8,98 \cdot 10^{-3}} = 11090,6 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Определение площади поверхности теплообмена

Принимаются значения термических сопротивлений слоев загрязнений с двух сторон стенки:

$$r_{s1} = 5,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

$$r_{s2} = 5,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} (\text{таблица П.1.2 [1, с.26]}).$$

В качестве материала для пластин и патрубков – сталь 12Х18Н10Т.

По средней температуре стенки определяют коэффициент теплопроводности стенки $\lambda_{CT} = 47,46$ (таблица П.1.3.[1, с.27]).

Суммарное термическое сопротивление:

$$\sum R = \frac{\delta_{ct}}{\lambda_{ct}} + r_{s1} + r_{s2} = \frac{0,001}{47,46} + 5,37 \cdot 10^{-4} + 5,37 \cdot 10^{-4} = 10,95 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum R + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{6621,92} + 10,95 \cdot 10^{-4} + \frac{1}{11090,6}} = 2978,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Средне логарифмический температурный напор определен по формуле:

$$\Delta t_{cp.\log.} = \frac{\Delta t_E - \Delta t_M}{\ln\left(\frac{\Delta t_E}{\Delta t_M}\right)} = \frac{50 - 25}{\ln\left(\frac{50}{25}\right)} = 26,2 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Delta t_{cp.\log.} = 26,2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Расчетная поверхность теплообмена:

$$F_p = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp.\log.}} = \frac{5650 \cdot 10^3}{2978,6 \cdot 26,2} = 72,4 \text{ м}^2$$

Фактическая поверхность теплообмена:

$$F_\phi = (2m-1) \cdot f_{n1} = (2 \cdot 72 - 1) \cdot 0,5 = 71,5 \text{ м}^2$$

Рассчитывается относительный запас площади поверхности теплообмена Δ , значение которого не должно превышать 3%:

$$\Delta = \frac{|F_\phi - F_p|}{F_\phi} \cdot 100\% = \frac{|72,4 - 71,5|}{72,4} \cdot 100\% = 1,6 \%$$

3.5 Подбор вспомогательного оборудования

Дымосос и вентилятор

Необходимая подача вентилятора и дымососа ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется по формулам:

- для вентилятора:

$$Q_e = \beta_1 \cdot B_p \cdot V^\circ \cdot \alpha_T \cdot \frac{t_{xg} + 273}{273} = 1,05 \cdot 1732,5 \cdot 10,47 \cdot 1,1 \cdot \frac{30 + 273}{273} = 23253 \text{ м}^3/\text{ч},$$

- для дымососа:

$$Q_e = \beta_1 \cdot B_p \cdot [V_r^\circ + \alpha_T \cdot V^\circ] \cdot \frac{\vartheta_g + 273}{273} = 1,05 \cdot 1732,5 \cdot [12,27 + 0,2 \cdot 10,47] \cdot \frac{85 + 273}{273} = 34265 \text{ м}^3/\text{ч},$$

β_1 – коэффициент запаса по производительности;

B_p – расчетный расход топлива;

V° - теоретический объем воздуха;

V_g° - объем продуктов сгорания топлива;

t_{xg} – температура воздуха, поступающего в вентилятор - 30 °C;

V_g - температура газов, поступающих в дымосос – 85 °C.

Необходимое полное давление вентилятора и дымососа – перепад полных давлений во входном и выходном их патрубках, определяется по формуле:

$$H_p = \beta_2 \cdot \Delta H,$$

β_2 – коэффициент запаса по давлению, принимаем равным 1,1;

ΔH – перепад полных напоров по трактам воздушному и газовому соответственно (Па)

- для вентилятора:

$$H_p = 1,1 \cdot 744,18 = 818,6 \text{ Па},$$

- для дымососа:

$$H_p = 1,1 \cdot 2307,23 = 2537,9 \text{ Па}.$$

На основе полученных значений производительности и напора выбираем, используя литературу:

Один вентилятор:

Расчетная производительность – 23,5 тыс. м³/ч

Напор – 155 кг/м² (1519 Па)

Число оборотов – 730 об/мин.

Потребляемая мощность – 15,4 кВт

Тип ВД-8

Один дымосос:

Расчетная производительность – 35 тыс. м³/ч

Напор – 285 кг/м² (2793 Па)

Число оборотов – 970 об/мин.

Потребляемая мощность – 22 кВт

Тип Д-8

Трубопроводы

Материал трубопроводов соответствует требованиям ПБ 10-573-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» и принят в соответствии с СТО 79814898.747-2006 «Детали трубопроводов ТЭС на давление до 2,2 МПа (22 кгс/см²). Трубы и прокат. Сортамент»:

- из стали 20 по ТУ 14-3-190-2001 «Трубы стальные бесшовные для котельных установок и трубопроводов. Технические условия»;
- из стали 20 по ГОСТ 10705-80 «Трубы стальные электросварные. Технические условия»;

- из стали 09Г2С по ТУ 14-3-1128-2000 «Трубы стальные бесшовные горячедеформированные для газопроводов газлифтных систем и обустройства газовых месторождений. Технические условия».

Диаметры и параметры основных трубопроводов представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 Параметры трубопроводов котельной

| Наименование | Диаметр, мм | Параметры среды | | Скорость среды, м/с |
|--|----------------|------------------|--------------------|------------------------|
| | | давление, МПа | температура, °C | |
| Водопроводная вода | Ø108x4,5 | 0,4 | 5÷15 | 1,3 |
| Обратная сетевая вода | Ø208x8 | 0,2 | 70 | 1,7 |
| Прямая сетевая вода | Ø208x8 | 0,9 | 95 | 1,7 |
| Вода греющего контура котла | Ø108x6 | 0,85 | 130/75 | 1,7 |
| Коллектор греющего контура после насосов | Ø159x6 | 0,85 | 75 | 2,9 |
| Коллектор греющего контура к насосам | Ø159x9 | 0,8 | 75 | 1,7 |
| Подпиточная вода к насосам контура отопления | Ø59x4 | 0,1 | 65 | 0,8 |
| Аварийная подпитка теплосети | Ø59x3 | 0,4 | 5÷15 | 1,7 |
| Греющая вода к подогревателям отопления | Ø108x6 | 0,85 | 130 | 2,4 |

3.6 Описание системы топливоснабжения котельной

Котельная работает на угле.

Система топливоснабжения – с помощью ленточного полотна, используется топка ТЛЗМ.

Топка ТЛЗМ - механическая топка с забрасывателями и цепной решеткой обратного хода, предназначена для слоевого сжигания каменных и бурых углей в паровых и водогрейных котлах. Данная топка работает по принципу непрерывного заброса топлива на горящий слой, что в сочетании с обратным движением цепной ленточной решетки обеспечивает нижнее зажигание по всей площади колосникового полотна и стабильное горение.

ТЛЗМ - тип топки (топка с ленточным полотном и забрасывателем механическая), 2,7 - ширина колосникового полотна (м), 3,0 - длина колосникового полотна (расстояние между осями валов) (м).

Устройство и принцип работы топки ТЛЗМ

Топка ТЛЗМ состоит из рамы, колосникового полотна, переднего и заднего вала, привода колосникового полотна, предтопка и питателя.

Рама топки состоит из двух щек, соединенных поперечными балками, на которые приварены межзонные уплотнения. Длина уплотнений подобрана так, что на каждом из них всегда находится один колосник, что предотвращает перетекание воздуха из зоны в зону. Рама устанавливается на заливаемые в бетонный фундамент башмаки так, что имеет свободное тепловое расширение в продольном (от фронта) и в поперечном (от привода) направлениях. На переднем башмаке со стороны привода рама жестко крепиться болтами согласно схеме теплового расширения, принятой для всех механических топок.

Полотно колосниковое ленточное состоит из пяти типов колосников: ведомого, крайних (правого и левого), ведущих - (правого и левого). Колосники собираются на соединительном стержне диаметром 25 мм. Ведущие колосники являются тяговыми, ведомые заполняют промежутки между ведущими колосниками, а крайние колосники выполняют роль бокового уплотнения. На боковых поверхностях колосники имеют зубцы, которыми они входят друг в друга. В результате увеличивается площадь живого сечения при минимальных зазорах, предупреждается выворачивание отдельных частей колосника в случае поломки.

Топки работают по принципу непрерывного заброса топлива на горящий слой. Размер кусков угля не должен превышать 40 мм, количество мелочи (0...6 мм) - не более 60%.

При медленном движении решетки обеспечивается нижнее зажигание по всей площади колосникового полотна. Особенностью этих топок является совмещение двух способов заброса топлива на решетку: механического, как

основного, и пневматического, необходимого для развеивания пылевых фракций и организации их горения в топочном объеме.

Горение на решетке происходит в тонком слое, который устанавливается для заданной нагрузки при непрерывном забросе топлива и соответствующей подаче воздуха.

4 Индивидуальное задание

4.1 Разработка системы контроля и диагностики

Рабочей документацией автоматизации котельной предусматривается:

- автоматизация котлов на твердом топливе;
- автоматизация вспомогательного оборудования котельной;
- сигнализация ПДК метана и оксида углерода;

Автоматизация котлов выполнена на базе системы управления, обеспечивающей защиту и регулирование температуры в ручном режиме.

Регулирование производительности котлов и работу их в каскаде обеспечивает шкаф управления котлами ШУК, выполненный на базе контроллера.

Автоматизация котлов обеспечивает;

- автоматический пуск и останов котла в соответствии с выбранным алгоритмом работы;
- автоматическое регулирование мощности котла по заданной температуре;
- работа 3-х котлов в каскаде;
- аварийный останов котла автоматикой безопасности с отсечкой подачи топлива к котлу с выдачей сигнала "Авария" на пульт оператора.

Автоматизация вспомогательного оборудования выполнена на базе шкафа автоматики ША. Шкаф автоматики выполнены на базе контроллера фирмы Segnetic.

Автоматизация вспомогательного оборудования предусматривает:

- регулирование температуры сетевой воды по отопительному графику в зависимости от температуры наружного воздуха;
- АВР насосов с индикацией аварийного насоса;
- автоматическая ротация рабочего/резервного насоса;
- защита насосов от сухого хода;

- возможность ручного управления насосами;
- поддержание заданного давления воды в системе отопления, котловом контуре;

- контроль с сигнализацией понижения и повышения давления в обратном трубопроводе теплосети ниже допустимых значений;

- фиксация причины аварии до прихода дежурного оператора;
- коммерческий учет расхода тепловой энергии;

Рабочей документацией предусмотрена работа котельной без обслуживающего персонала с выводом следующих сигналов об авариях на диспетчерский пункт:

- неисправность оборудования;
- загазованность (при превышении 10% НКПР метана и 100 мг/м³ ПДК оксида углерода СО);
- пожар;
- несанкционированное проникновение;
- закрытие эл. магнитного клапана.

Вывод сигнала осуществляется по GSM 900/1800 каналу связи с применением оборудования CCU825-H R&DC.

Управление современными котельными агрегатами и вспомогательным оборудованием котельного цеха производится с помощью различных устройств, основным назначением которых является централизация и механизация оперативного управления, т.е. автоматизация работы котельного цеха.

Автоматизация происходит в направлении перехода от автоматизации отдельных процессов и агрегатов к полной автоматизации цеха в целом.

Схема разработана в соответствии с техническим заданием и выполняет следующие функции:

- технологический контроль;
- технологическая сигнализация и защита;
- автоматическое регулирование;

Средства автоматизации системы теплового контроля представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Средства автоматизации системы теплового контроля

| № п/п | Параметр теплового контроля | Номинальное значение | Характеристика среды | Место установки вторичного прибора | Вид контроля | Предел погрешности |
|-------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Расход топлива на котел | По проекту | уголь | На щите | ПР | 2,0% |
| 2 | Температура воздуха на горение | 23 °C | воздух | На щите | ПР | 2,0% |
| 3 | Разрежение в топке | 20-40 Па | продукты сгорания | На щите | ПС ₂ | 1,5% |
| 4 | Давление воды на входе в котел | 1,6 МПа | вода | На щите | П | 1,0% |
| 5 | Температура воды на входе в котел | Не менее 60 °C | вода | На щите | ПР | 2,0% |
| 6 | Температура воды на выходе из котла | Не более 115 °C | вода | На щите | ПР | 2,0% |
| 7 | Температура дымовых газов на выходе | 170..230 °C | продукты сгорания | На щите | ПС ₂ | 1,5% |

4.2 Автоматическое регулирование и сигнализация

Система автоматизации водогрейной угольной котельной в общем случае должна обеспечить:

- выработку в каждый данный момент необходимого количества теплоты (горячей воды) при определенных ее параметрах – давлении и температуре;
- экономичность сжигания угля, снижение расхода электроэнергии для собственных нужд и потерь теплоты до минимума;
- надежность и безопасность работы котельной установки;
- оперативный контроль и управление котлоагрегатами.

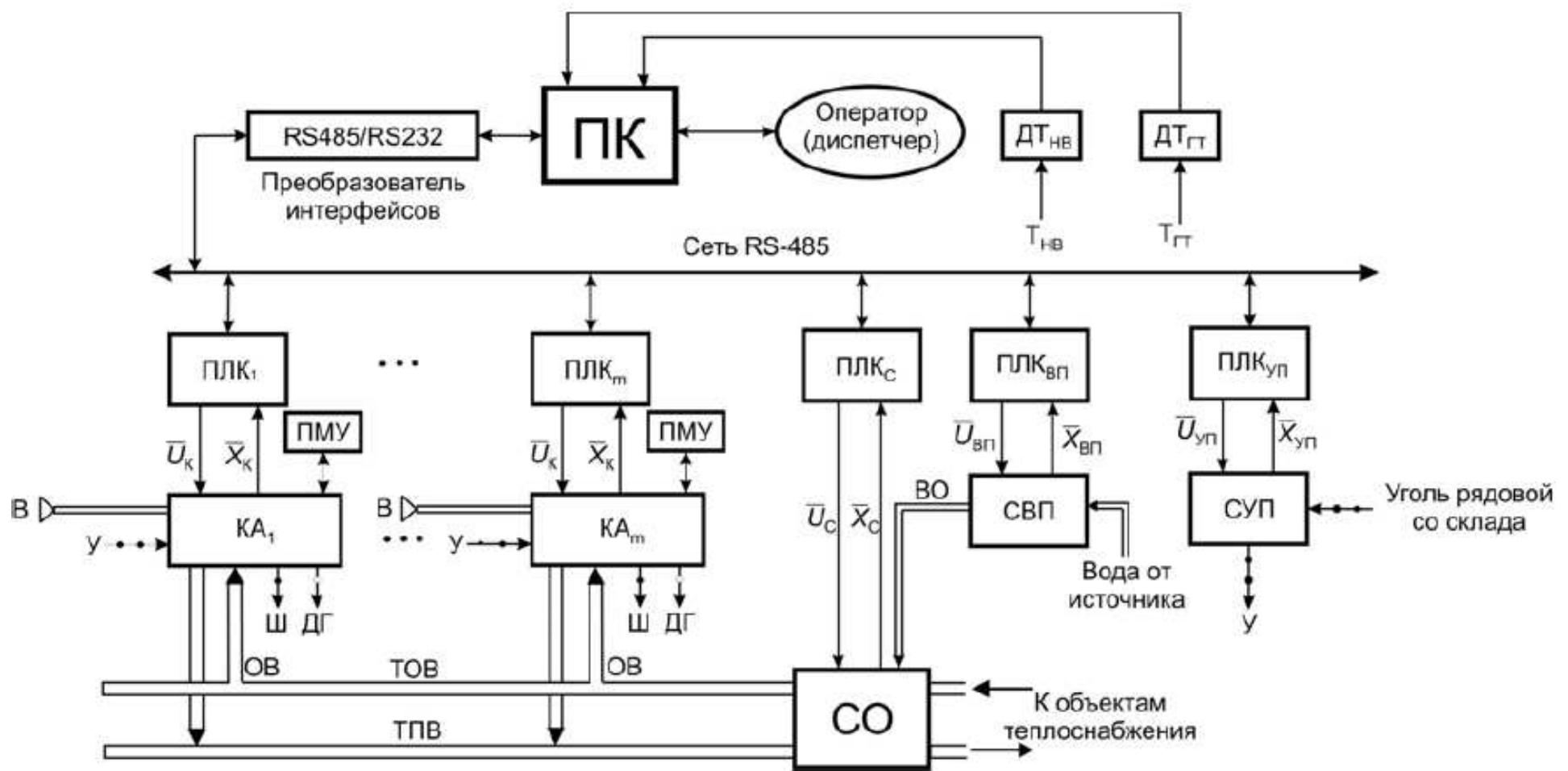


Рисунок 4.1 – Структурная схема системы автоматизации угольной котельной

Для создания АСУ ТП котельной установки будем использовать принцип распределенного управления, реализация которого для водогрейных агрегатов, работающих на угле, представлена на рисунке.

Здесь приняты следующие обозначения:

ДТНВ – датчик температуры наружного воздуха;

ДТГТ – датчик температуры горячей воды в теплосети;

ПЛК1... m , ПЛКС, ПЛКВП, ПЛКУП – программируемые логические контроллеры, выполняющие функции управляющих устройств, соответственно, котлоагрегатов КА, число которых в общем случае равно m , сетевого оборудования СО, систем водоподготовки СВП и углеподготовки СУП;

ТОВ, ТПВ – трубопроводы (коллекторы), соответственно, обратной и прямой (горячей) воды в теплосети;

ПМУ – панель местного управления котлоагрегатом;

В, У – потоки воздуха и угля на входе в котлоагрегат;

Ш, ДГ – потоки шлака и дымовых газов на выходе котлоагрегата;

ГВ, ОВ – потоки, соответственно, горячей воды на выходе и обратной воды на входе котлоагрегата;

$\bar{U}K$ – вектор управляющих воздействий в котлоагрегате, включающий в себя сигналы управления электроприводами дутьевого вентилятора, дымососа, приводами вентилятора уноса, задвижек в трубопроводах воды на входе и выходе котла, шиберов воздухопроводов.

Система управления является двухуровневой.

Нижний уровень управления выполнен на программируемых логических контроллерах по одному, соответственно, на каждый котлоагрегат, на сетевое оборудование (насосы сетевой и подпитки, задвижки подпитки, задвижки на входе и выходе тепловой сети), на систему водоподготовки, на систему.

Верхний уровень управления котельной установкой представлен щитом управления и оператором.

При этом обеспечивается:

- сбор и обработку информации о ходе технологических процессов в котельной;
- отображение информации о состоянии и параметрах функционирования технологических узлов котельной установки в виде мнемосхем узлов со световыми и цифровыми значениями контролируемых параметров, графиков и таблиц на экране;
- ведение архива – регистрация технологических параметров и состояний оборудования котельной, а также действий оператора;
- формирование команд ПУСК/СТОП и уставок (заданных значений параметров) программируемым контроллерам технологических узлов котельной;
- автоматическое изменение теплопроизводительности котлоагрегатов в зависимости от температуры наружного воздуха, температуры горячей воды в теплосети и состояния КА с возможностью их вывода в резерв или ввода в работу из резерва;
- распознавание предаварийных ситуаций и выработку управляющих воздействий по предотвращению аварий;
- автоматический учет расхода угля, подпиточной воды и электроэнергии;
- печать отчетов и протоколов о работе котельной установки;
- диагностику системы управления и оборудования котельной при возникновении неисправности.

Таблица 4.2 Тип и данные первичных приборов

| № | Наименование прибора | Тип | Предел измерения | Примечание |
|----|---|-----------|------------------|---|
| 1. | Датчик-реле давления, mbar | DW10A4 | 2....500 | Давления воздуха на горение низкое |
| 2. | Датчик давления, кгс/см ² | ДР-Д506М | 0....10 | Давление воды на выходе котла (max) |
| 3. | Датчик давления, кгс/см ² | ДР-Д506М | 0....10 | Давление воды на выходе котла (min) |
| 4. | Блок сигнализации горелки | LFL-1.333 | - | Индикация аварийной остановки горелки котла |
| 5. | Ограничительный термостат, °C | TK | 00....105 | Температура воды за котлом max |
| 6. | Датчик пламени | UF | - | Погасание пламени |
| 7. | Датчик перепада давления, кгс/см ² | ДР-ДД04 | 0,05-0,45 | Расход воды через котел низкий |

4.3 Система оперативного дистанционного контроля тепловой сети

Принципы, используемые в системе ОДК, следующие:

Направление прокладки проводников-индикаторов - параллельно направлению движения теплоносителя.

Количество проводников-индикаторов - не менее 2-х. На практике используются, как правило, 2 проводника.

Расстояние от каждого проводника-индикатора до поверхности трубы – 15-20 мм; расстояние между проводниками — в зависимости от диаметра трубы, но не менее 50 мм.

При монтаже элементов трубопроводов необходимо укладывать их в траншею таким образом, чтобы проводники-индикаторы располагались в верхней части или симметрично по бокам на одном уровне при диаметральном расположении проводников.

При монтаже элементов трубопроводов после сварки их между собой соответствующие проводники-индикаторы (сигнальный с сигнальным, возвратный с возвратным) соединяются пайкой в электрические цепи. Далее на место сварки и пайки монтируется специальная герметичная муфта, заполняемая таким же теплоизолирующим составом, как и элементы трубопроводов.

Выявление факта увлажнения теплоизоляции основано на измерении электрического сопротивления изоляции между проводником-индикатором и трубой через слой пенополиуретана (теплоизоляции). Измерение осуществляется так называемым детектором повреждений (переносным или стационарным) или обычным омметром с пределом измерения 10 кОм.

5 Экономическая часть

5.1 Расчет сметной стоимости строительно-монтажных работ

Сметная документация на тепловую сеть и котельную составлена с соответствии с методическими указаниями по определению стоимости строительной продукции МДС –81-35-2004.

Накладные расходы и сметная прибыль рассчитана в % от ФОТ по видам работ по МДС 81-25-204, МДС 81-33-204.

Локальная смета на тепломеханическую часть котельной представлена в приложении А, смета на модернизацию тепловой сети – в приложении Б.

Расчёт капиталовложений

K - величина основного капитала (капиталовложений), руб

$$K = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \Pi_i + S_{monm} + S_{nusk} + S_{mpan} , \text{руб},$$

где n_i – количество единиц закупаемого оборудования одного вида, шт;

Π_i - цена закупаемого оборудования одного вида, руб/шт.;

S_{monm} - издержки на монтаж оборудования, руб.

Стоимость основного оборудования согласно локальной смете составляет 10472,0 тыс. руб.

Принимаем в размере 20% от стоимости основного оборудования $\sum_{i=1}^6 n_i \cdot \Pi_i$, тыс. руб:

$$S_{monm} = 0,2 \cdot \sum_{i=1}^6 n_i \cdot \Pi_i = 0,2 \cdot 10472 = 2094,4 \text{ тыс. руб},$$

S_{nusk} - затраты на пуско-наладочные работы, руб. Принимаем в размере 5% от стоимости основного оборудования $\sum_{i=1}^6 n_i \cdot \Pi_i$, тыс.руб:

$$S_{\text{транс}} = 0,05 \cdot \sum_{i=1}^6 n_i \cdot I_i = 0,05 \cdot 10472 = 523,6 \text{ тыс. руб.}$$

$S_{\text{транс}}$ - затраты на транспортировку оборудования, руб. Принимаем в размере 10% от стоимости основного оборудования $\sum_{i=1}^6 n_i \cdot I_i$, тыс.руб:

$$S_{\text{транс}} = 0,10 \cdot \sum_{i=1}^6 n_i \cdot I_i = 0,10 \cdot 10472 = 1047,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$K = 10472 + 2094,4 + 523,6 + 1047,2 = 14137 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на модернизацию тепловой сети составляют 16212,24 тыс. руб. из локального сметного расчета (приложение Б).

5.3 Расчет эксплуатационных затрат

Расчет эксплуатационных затрат представим в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет эксплуатационных затрат

| Показатель | Формула расчета | | | Рез-ты расчета тыс. руб |
|---|---|--|----------------------------|-------------------------------|
| | Условное обозначение | Значение и обоснование исходных данных | Расчет | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Затраты на топливо | $C_m = B_{год}^h \cdot П_m$ $B_{год}^h$ - годовой расход топлива, т; $П_m$ - цена топлива с учетом доставки до котельной, руб./т | 2141 11200 | 2141*11200/1000 = 11200 | 23979,2 |
| 2. Затраты на электроэнергию для собственных нужд котельной | $C_э = Э_{год}^{ch} \cdot П_{э/э}$ $Э_{год}^{ch}$ - годовой расход электроэнергии на собственные нужды котельной, тыс. кВт ч $П_{э/э}$ - цена (тариф) одного кВт·ч. | 206,9 5,8 [15] | 5,8*206,9 = 5,8 | 1200 |
| 3. Плата за воду | $C_{нв} = G_{нв} \cdot П_в$ $П_в$ - норматив платы за воду, руб/м ³ | 44,3 53,6 [16] | 53,6*44,3 = 53,6 | 2374,5 |

Продолжение таблицы 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------------|-------|
| 4. Амортизационные отчисления на полное восстановление | $C_a = \frac{H_A^{cmp}}{100} \cdot K_{cmp} + \frac{H_A^{ob}}{100} \cdot K_{ob}$ <p>H_A^{cmp} - средняя норма амортизации на полное восстановление сооружений, зданий, %</p> <p>H_A^{ob} - норма амортизации на оборудование (с учетом стоимости монтажных работ), %</p> <p>$K_{стр}$ – стоимость общестроительных работ и зданий, тыс. руб.</p> <p>$K_{об}$ – стоимость оборудования, тыс. руб.</p> | 2,5 5 5200 14137,2 | 2,5/100*14137,2 + 5/100*5200 = | 613,4 |

Окончание таблицы 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|--|---|---|--|
| 5. Затраты на ремонт и материалы | $C_p = C_{kp} + C_{cmp} + C_{mat}$ C_{kp} – затраты на капитальный ремонт: $C_{kp} = 0,15 \cdot K_{ob}$ C_{cmp} – затраты на текущий ремонт. $C_{cmp} = 0,01 \cdot K$ $K = K_{ob} + K_{cmp}$ C_{mat} – затраты на материалы $C_{mat} = 0,3 \cdot (K_{kp} + K_{mp})$ | | $2121 + 52,0 + 652,0$ $0,15 \cdot 14137,2 =$ $0,01 \cdot 5200 =$ $14137,2 + 5200 =$ $0,3 \cdot (2121 + 52,0) =$ | 2825 2121 52,0 19337,2 652,0 |
| 6. Прочие расходы | $C_{np} = 0,3 \cdot (C_a)$ | | $613,4 \cdot 0,3 =$ | 184,0 |
| 7. Затраты на обслуживание | - | - | - | 2400 |
| Итого себестоимость | $\sum C = C_m + C^{ch} + C_{nb} + C_a + C_p + C_{np}$ | | $23979,2 + 1200 +$ $2374,5 + 613,4 +$ $2825,0 + 184,0 + 2400$ | 33576 |

5.3 Расчет технико-экономических показателей

Структура себестоимости

Определение затрат на единицу продукции называется калькулированием.

Источник теплоснабжения: водогрейная котельная

Объем отпуска тепловой энергии при подключаемой нагрузке:

$$Q_{\text{ОиВ}} = 9,3 \text{ МВт} = 8,0 \text{ Гкал/час}$$

$$Q_{\text{ГВ}} = 2,0 \text{ МВт} = 1,72 \text{ Гкал/час.}$$

$$Q_{\text{год ОиВ}} = 0,00124 \cdot 232 \cdot 24 \cdot 8,0 \cdot (20 - (-7)) / (20 - (-36)) = 26,63 \text{ тыс. Гкал.}$$

$$Q_{\text{год ГВС}} = 0,8 \cdot 350 \cdot 24 \cdot 1,72 = 11,56 \text{ тыс. Гкал.}$$

Общий годовой расход с учетом собственных нужд составит:

$$Q_{\text{год}} = (26,63 + 11,56) \cdot 1,07 = 40,81 \text{ тыс. Гкал.}$$

Единица измерения: Гкал.

Таблица 5.2 Годовая смета затрат на производство тепловой энергии

| Статьи затрат | Обозн. | Сумма, тыс. руб. | Удельный вес, % |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 1. Затраты на топливо | S _Т | 23979,2 | 71,42 |
| 2. Затраты на электроэнергию | S _Э | 1200,0 | 3,57 |
| 3. Затраты на воду | S _В | 2374,5 | 7,07 |
| 4. Заработка плата персонала | S _{ЗП} | 2400,0 | 7,15 |
| 5. Амортизационные отчисления | S _{ам} | 613,4 | 1,83 |
| 6. РСЭО | S _{рсэо} | 2825,0 | 8,41 |
| 7. Прочие затраты | S _{пр} | 184,0 | 0,55 |
| ИТОГО | - | 33576,0 | 100,00 |

Себестоимость 1 Гкал тепловой энергии, С, руб/Гкал, рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{S}{Q_{omn}}.$$

где $Q_{отп}$ – количество тепловой энергии, отпущенное потребителю за год, Гкал.

$$C = \frac{33576}{40,81} = 823 \text{ руб/Гкал},$$

Себестоимость 1 Гкал тепловой энергии с учетом НДС составит:

$$C = 823 + 0,2 * 823 = 988,0 \text{ руб/Гкал.}$$

Вывод: в результате технико – экономического расчета себестоимость 1Гкал отпущенного тепла составила 988,0 руб/Гкал.

Утвержденный тариф на тепловую энергию в Ачинске от централизованного источника согласно Постановлению Региональной энергетической комиссии составляет 1200 руб./Гкал (с НДС).

Расчетная себестоимость получилась ниже тарифов на тепло для данной местности от централизованного теплоснабжения, значит проект можно считать рентабельным.

Расчет срока окупаемости

Затраты на модернизацию тепловой сети составляют 16212,24 тыс. руб. из локального сметного расчета (приложение Б).

Затраты на котельную с учетом локального сметного расчета, пусконаладочных мероприятий и транспортировки составляют 14137,0 тыс. руб.

Итого капитальные затраты:

$$K = 16212,24 + 14137 = 30349,20 \text{ тыс. руб.}$$

Годовая экономия составит:

$$\mathcal{E}_{год} = (1200 - 988,0) \cdot 40810 = 8651,72 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости составит:

$$S = 30349,2 / 8651,72 = 3,5 \text{ года.}$$

6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В соответствии с Законом «Об охране окружающей среды» любое вынужденное нанесение ущерба природным объектам должно быть согласовано со специально уполномоченными органами, компенсировано соответствующими организационно-охранными мероприятиями и денежными выплатами.

При проектировании котельной в соответствии с Законом «Об охране окружающей среды» руководствуемся следующими нормативными актами: СНиП 1.02.01-85, оговаривающий содержание раздела «Охрана окружающей природной среды» в проектно-сметной документации на строительство, СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства», СНиП 1.06.05-85 об авторском надзоре проектных предприятий, СНиП 3.01.04-87 о приёмке в эксплуатацию объектов и др.

6.1 Загрязнение атмосферы

В продуктах сгорания, выбрасываемых в атмосферу, содержаться вредные компоненты, основными из которых являются: твердые частицы при сжигании твердого топлива газообразные оксиды углерода CO, диоксид углерода CO₂. Обычно зола топлива не содержит токсичных веществ.

Значения концентраций загрязняющих веществ в воздухе сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

| Наименование вещества | ПДВ ОБУВ | Выбросы | |
|-----------------------|-------------|---------|--------|
| | | г/с | т/год |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Азот (IV) оксид | 0,085 | 0,312 | 8,86 |
| Азот (II) оксид | 0,4 | 0,051 | 1,4365 |
| Серы диоксид | 0,5 | 0,67 | 18,8 |

Окончание таблицы 6.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|----------|-----------|-----------|
| Зола | 0,002 | 0,00287 | 0,07816 |
| Бензопирен | 0,000001 | 0,0000004 | 0,0000094 |
| Углеводороды С1-С5 | 50 | 0,0000521 | 0,0007593 |
| Углеводороды С6-С10 | 30 | 0,0000193 | 0,0002808 |
| Азот (IV) оксид | 0,085 | 0,16 | 5,352 |
| Азот (II) оксид | 0,4 | 0,026 | 0,8697 |
| Бензопирен | 0,000001 | 0,0000003 | 0,0000046 |
| Углеводороды С1-С5 | 50 | 0,0000521 | 0,0007593 |
| Углеводороды С6-С10 | 30 | 0,0000193 | 0,0002808 |

Определение категории предприятия по воздействию его выбросов на атмосферный воздух.

Таблица 6.2 Расчет категории опасности предприятия

| Наименование вещества или групп суммации | M _i , т/год | ПДК _i , мг/м ³ | C, мг/м ³ | Z | C _ф | g _{ik} | K | M _j , г/с | Φ |
|---|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------|----------------|-----------------|-------|----------------------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Углерод диоксида | 10,01 | 5 | 0,6 | 0,12 | 0,73 | 0,85 | 2,002 | 0,37 | 0,592 |
| Серы диоксид | 18,8 | 0,5 | 0,005 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 37,6 | 0,67 | 10,72 |
| Азот (IV) оксид и оксид (II), мазутная зола, серы диоксид | | | | 0,275 | 0,445 | 0,72 | | | 51,68 |
| Азот (IV) оксид серы диоксид | | | | 0,275 | 0,445 | 0,72 | | | 40,08 |
| Наименование вещества или групп суммации | M _i , т/год | ПДК _i , мг/м ³ | C _{jk} , мг/м ³ | Z | C _ф | g _{ik} | K | M _j , г/с | Φ |
| Серы диоксид и сероводород | | | | 0,01 | 0,01 | 0,02 | | | 10,72 |
| Азот диоксид | 5,352 | 0,085 | 0,018 | 0,21 | 0,435 | 0,6 | 104,2 | 63 | 15,05 |
| Углерод диоксид | 18,8 | 5 | 0,075 | 0,015 | 0,61 | 0,63 | 3,76 | 0,71 | 1,14 |
| Азот (IV) оксид серы диоксид | | | | 0,21 | 0,445 | 0,7 | | | 15,05 |

Вывод: котельная относится к 3 категории опасности.

Расчетом показано, что загрязнение атмосферы, обусловленное эксплуатацией проектируемой котельной, не превысит допустимых нормативных значений.

Действующими в РФ санитарными нормами [17] санитарно-защитные зоны устанавливаются относительно постоянно населенных мест. В районе размещения проектируемого объекта места постоянного проживания населения отсутствуют. Объект размещается в промышленной зоне. При этом планируемая деятельность не обуславливает необходимость создания СЗЗ больше минимально возможного размера (50 м).

6.2 Загрязнение водоемов

Основным источником, загрязняющим водоемы, являются продукты, содержащиеся в дренируемой из котлов воды (соли кальция, натрия, железа), содержатся в сточной воде в концентрации порядка 10500 мг/л.

Предельно допустимые концентрации загрязняющих сточные воды веществ приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 Вредные вещества, выделяемые со сточными водами в гидросферу в процессе работы котельной

| № п/п | Наименование вредных веществ | Предельно допустимые концентрации (ПДК) для воды водоемов, мг/л | |
|----------|---|--|-----------------------------------|
| | | санитарно-бытового пользования | Рыбохозяйственного пользования |
| 1. | Аммиак | - | 0,05 |
| 2. | Гидразин, N ₂ H ₄ | 0,01 | - |
| 3. | Железо, Fe | 0,5 | - |
| 4. | Нитраты (по азоту) | 10,0 | - |
| 5. | Фтор, F | 1,5 | - |

6.3 Загрязнение почвы

Твердые отходы установки содержат амортизационный лом, отходы систем очистки воздуха и сточных вод. Возможны загрязнения почвы отходами электромонтажных работ, ртутью (вышедшие из строя газоразрядные лампы).

Ртуть особенно опасна при попадании в почву, а затем в водоемы, т.к. по цепи питания может попасть в пищу людей. К тому же ртуть обладает кумулятивным эффектом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы достигнута цель – выполнена разработка проекта модернизации схемы теплоснабжения города Ачинска, выбор принципиальных решений по комплектации систем, рабочего оборудования и средств автоматизации.

В соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи:

- произведен обзор нормативной базы и литературных источников, предложены варианты трассировки тепловых сетей после модернизации;
- выполнен гидравлический расчет теплопроводов, построен пьезометрический график тепловой сети;
- дан анализ и характеристика потребителей тепловой энергии, выполнен конструкторский расчет тепловой сети, произведен выбор сужающих устройств на вводах к абонентам;
- рассмотрены мероприятия по модернизация котельной после увеличения тепловой нагрузки, произведен расчет и подбор оборудования и систем;
- рассмотрены вопросы автоматизации тепловых процессов, функциональное назначение, способы монтажа и эксплуатации системы ОДК;
- произведен расчет сметной стоимости строительно-монтажных работ по прокладке тепловой сети и по модернизации котельной, рассчитаны технико-экономические показатели, себестоимость отпуска единицы тепловой энергии для абонентов.

Проектом предусмотрены следующие мероприятия:

- демонтаж котельных по ул. Льва Толстого, 57 и котельной ПОС и переключения их мощностей на котельную станция Ачинск-1;
- перекладка тепловых сетей с даметрами, полученными в ходе гидравлического расчета;

- модернизация котельной станция Ачинск-1 после увеличения тепловой нагрузки, выбор оборудования и систем.

- модернизация систем тепlopотребления абонентов с проектированием ИТП.

Реконструкция котельной позволит:

- обеспечить увеличение тепловой мощности котельной, создать резерв по тепловой мощности;

- повысить КПД котельной за счет вывода из эксплуатации устаревших котлов и установки новых современных котлов с КПД 90–93%;

- снизить расход топлива;

- снизить расход электроэнергии на приводы насосов;

- обеспечить необходимый водный режим работы котлов при минимальных затратах на химводоподготовку;

- сократить эксплуатационные расходы.

Необходимость реконструкции котельной обусловлена тем, что изменилась потребность в тепловой энергии из-за подключения к котельной новых абонентов.

По проекту предусмотрено:

- демонтаж паровых котлоагрегатов ДКВР-10-13 с обвязкой, включая котел, горелку, дутьевой вентилятор, дымосос, экономайзер, трубопроводы и оборудование для подачи твердого топлива;

- демонтаж существующих теплообменников, насосов, фильтров ВПУ, баков, деаэраторов, трубопроводов и арматуры; наружных баков-аккумуляторов, резервуаров мазута, оборудования мазутонасосной, трубопроводов;

- установку 3-х водогрейных котлов КВМ-5 на угле с топкой ТЛЗМ, монтаж проектного оборудования и трубопроводов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Нормативно-правовые акты

1. СП 131.13330.2016 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением № 2). – Москва : ФГУП ЦПП, 2016. – 72 с.
2. СП 124.13330.2016 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2016. – Москва : ФГУП ЦПП, 2004. – 116 с.
3. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Москва : ФГУП ЦПП, 2016. – 82 с.
4. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76. – Москва : ФГУП ЦПП, 2016. – 122 с.
5. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 12 с.
6. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. – Москва : ФГУП ЦПП, 2004. – 140 с.
7. ПБ 10-573-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.2003 № 90. Москва, 2003. – Москва : ФГУП ЦПП, 2004. – 140 с.

Литературные источники

8. Лебедев, В. И. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения: науч. изд. / В. И. Лебедев, Б. А. Пермяков, П. А. Хаванов. – Москва: Стройиздат, 1992. – 360 с.
9. Липов, Ю. М. Котельные установки и парогенераторы: науч. изд. / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков. – Москва: Стройиздат, 2009. – 246 с.

10. Собурь, С. В. Пожарная безопасность предприятия, курс пожарно-технического минимума: справочник / С. В. Собурь. – Москва: Спецтехника, 2001. – 488 с.
11. Карякин, Е. А. Промышленное газовое оборудование: справочник / Е. А. Карякин. – Москва: Газовик, 2006. – 624 с.
12. Эстеркин, Р. И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособ. для техникумов / Р. И. Эстеркин. – Москва: Энергоатомиздат, 2002. – 346 с.
13. Бойко, Е. А. Котельные установки и парогенераторы: учебник / Е. А. Бойко. – Красноярск: Энергоатомиздат, 2006. – 408 с.
14. Преображенский, В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов» / В. П. Преображенский. – Москва: Энергоатомиздат, 2006. – 408 с.
15. Клюев, А. С. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: справочное пособие / А. С. Клюев, А. Т. Пермяков, А. Г. Товарнов. – Москва: Энергоатомиздат, 2009. – 368 с.
16. Козин, В. Е. Теплоснабжение: учебное пособие для студентов ВУЗов / В. Е. Козин, Т. А. Левина, А. П. Марков. – Москва: Высшая Школа, 1990. – 276 с.
17. Калинин, Н. В. Повышение надежности систем теплоснабжения за счет рационализации построения схемных решений: учебное пособие / Н. В. Калинин, А. Г. Никифоров, А. А. Юхимчук. – Москва: Высшая Школа, 2008. – 56 с.
18. Семенов, В. Г. Тепловые сети систем централизованного теплоснабжения: учебник / В. Г. Семенов. – Москва: Стройиздат, 2006. – 68 с.
19. Слепченок, В. С. Влияние различных эксплуатационных факторов на тепловые потери в бесканальных подземных трубопроводах тепловой сети: учебник / В. С. Слепченок, Н. Н. Шаповалов. – Москва: Стройиздат, 2003. – 52 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Локальная смета на тепломеханические решения котельной

Сметная стоимость, руб.: 10471598.65 руб.

Средства на оплату труда, руб.: 320755.66 руб.

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на 2 квартал 2019 года

Таблица А.1 Локальная смета на тепломеханические решения котельной

| № пп | Обоснован ие | Наименование | Ед. изм. | Кол-во | Стоимость единицы, руб. | | | | Общая стоимость, руб. | | | | |
|--------------------------------------|------------------|--|---------------------|--------|-------------------------|-------------|---------|--------|-----------------------|-------------|----------|---------|--|
| | | | | | Всего | В том числе | | | Всего | В том числе | | | |
| | | | | | | ОЗП | ЭММ | ЗПМ | | ОЗП | ЭММ | ЗПМ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| Раздел 1. Монтаж оборудования | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ТЕРМ06-01-065-01 | Блоки без обмуровки поверхности нагрева (топочный и конвективный), монтируемые методом надвижки, котлов теплопроизводительностью, МВт (Гкал/ч): 6,0 (6,3) (КВМ-6 - 3 шт.); ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,73; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,45 | шт | 3 | 20319,33 | 2218,11 | 779,09 | 83,40 | 155646,07 | 16990,71 | 5967,80 | 638,84 | |
| 2 | ТЕРМ06-01-052-01 | Котел КВМ-5; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,73; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,45 | шт | 3 | 2958,46 | 1622,05 | 992,53 | 137,65 | 5709,82 | 3130,56 | 1915,57 | 265,67 | |
| 3 | ТЕРМ06-01-071-01 | Гидравлическое испытание котлов, теплопроизводительностью, МВт (Гкал/ч): 5,0 (5,3); ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,73; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,45 | компл. | 3 | 6502,03 | 2628,02 | 3346,10 | 325,11 | 26008,10 | 10512,10 | 13384,40 | 1300,44 | |
| 4 | ТЕР18-02-001-03 | Установка водоподогревателей пластинчатых поверхностью нагрева одной секции: до 12 м ² ; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,86; ЗПМ | 1 водоподогреватель | 1 | 5016,43 | 811,75 | 329,70 | 9,26 | 10032,87 | 1623,50 | 659,39 | 18,52 | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|---|---------------------|-------|----------|----------|---------|--------|----------|----------|---------|--------|
| 5 | ТЕР18-02-001-05 | Установка водоподогревателей пластинчатых поверхностью нагрева одной секции: до 30 м ² ; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,86; ЗПМ х 4,54; МАТ х 3,65 | 1 водоподогреватель | 1 | 8118,20 | 1316,15 | 684,47 | 15,89 | 16236,40 | 2632,29 | 1368,94 | 31,78 |
| 6 | ТЕР18-05-001-01 | Установка насосов центробежных с электродвигателем массой агрегата: до 0,1 т; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,86; ЗПМ х 4,54; МАТ х 3,65 | 1 насос | 6 | 1181,91 | 621,44 | 37,32 | 3,31 | 7091,46 | 3728,61 | 223,92 | 19,89 |
| 7 | ТЕР18-05-001-04 | Установка насосов центробежных с электродвигателем массой агрегата: до 0,5 т; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,86; ЗПМ х 4,54; МАТ х 3,65 | 1 насос | 3 | 2868,89 | 1214,40 | 216,20 | 13,26 | 8606,67 | 3643,21 | 648,61 | 39,77 |
| 8 | ТЕРМ06-03-003-01 | Установка АСДК; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,73; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,45 | т | 0,055 | 7694,61 | 5370,82 | 661,27 | 33,10 | 423,20 | 295,40 | 36,37 | 1,82 |
| 9 | ТЕРМ06-03-001-12 | Установка блочной водоподготовительной установки ВПУ-2,5У; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,73; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,45 | шт | 1 | 12946,24 | 7718,73 | 2178,10 | 241,30 | 12946,24 | 7718,73 | 2178,10 | 241,30 |
| 10 | ТЕРМ06-03-021-09 | Установка ВДПУ-3-А; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,73; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,45 | шт | 1,1 | 23480,79 | 15521,81 | 4835,72 | 792,46 | 25828,87 | 17073,99 | 5319,30 | 871,70 |
| 11 | ТЕР18-06-007-02 | Установка фильтра КД1,140,00 = 6 160,00 - 602,00 х 10; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,86; ЗПМ х 4,54; МАТ х 3,65 | 10 фильтров | 0,1 | 542,57 | 363,20 | 146,89 | 2,00 | 54,26 | 36,32 | 14,69 | 0,20 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|--|-----------------|-------|----------|----------|---------|--------|----------|----------|---------|--------|
| 12 | ТЕРм37-01-002-03 | Установка воздухосборника с автоматическим воздухоотводчиком КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: 0.4 При монтаже оборудования на отметке выше 1 до 5м ОЗП=1,1; ЭМ=1,1; ЗПМ=1,1; ТЗ=1,1; ТЗМ=1,1; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,86; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,76 | шт. | 1 | 1937,87 | 1197,11 | 223,01 | 21,82 | 1937,87 | 1197,11 | 223,01 | 21,82 |
| 13 | ТЕРм12-18-001-18 | Изготовление воздухосборника. Диаметр наружный, мм: 530КОЭФ. К ПОЗИЦИИ:0.3 При изготовлении узлов с установкой арматуры ОЗП=1,25; ЭМ=1,25; ЗПМ=1,25; ТЗ=1,25; ТЗМ=1,25; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м | 0,01 | 19854,83 | 10158,25 | 2954,06 | 372,34 | 198,55 | 101,58 | 29,54 | 3,72 |
| 14 | ТЕР09-06-033-01 | Монтаж каркасов вытяжных, вентиляционных и дымовых труб высотой до 50 м КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: 3.2..2 Монтаж конструктивных элементов по ж/б и каменным опорам ОЗП=1,1; ТЗ=1,1; ОЗП x 4,54; ЭМ x 3,07; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,77 | 1 т конструкций | 1,493 | 4370,25 | 1704,65 | 398,74 | 21,84 | 6524,78 | 2545,05 | 595,32 | 32,60 |
| 15 | ТЕРм12-13-050-01 | Взрывной клапан Ду 200 КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: 0.4.в Монтаж арматуры с электрическим или электромагнитным приводом ОЗП=1,25; ЭМ=1,25; ЗПМ=1,25; ТЗ=1,25; ТЗМ=1,25; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 4 | 6574,91 | 3729,61 | 834,34 | 80,53 | 26299,64 | 14918,44 | 3337,37 | 322,11 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|---|---|------|----------|---------|---------|--------|----------|----------|----------|---------|
| 16 | ТЕР09-02-001-02 | Монтаж емкостей КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: 3.2..2 Монтаж конструктивных элементов по ж/б и каменным опорам ОЗП=1,1; ТЗ=1,1; ОЗП х 4,54; ЭМ х 3,07; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,77 | 1 т конструкций | 3 | 4701,89 | 3113,86 | 1115,47 | 86,03 | 14105,66 | 9341,58 | 3346,40 | 258,10 |
| 17 | ТЕРМ38-01-001-01 | Листовые конструкции массой выше 0,5т КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: 0.6 При использовании ручных лебедок (с установкой и снятием их в процессе работы) или вручную (мелких деталей) ОЗП=1,45; ТЗ=1,45; ОЗП х 4,54; ЭМ х 3,23; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,82 | 1 т конструкций | 3 | 33030,40 | 6043,19 | 5457,89 | 595,74 | 99091,21 | 18129,58 | 16373,67 | 1787,22 |
| 18 | ТЕР13-06-004-01 | Обеспыливание поверхности; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,58; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,46 | 1 м ² обеспыливаемой поверхности | 14 | 6,41 | 4,04 | 2,37 | | 89,80 | 56,57 | 33,23 | |
| 19 | ТЕР13-07-002-02 | Обезжикивание поверхностей аппаратов и трубопроводов диаметром выше 500 мм: уайт-спиритом; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,58; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,46 | 100 м ² обезжикиваемой поверхности | 0,14 | 796,00 | 183,82 | 6,82 | 0,50 | 111,44 | 25,74 | 0,95 | 0,07 |
| 20 | ТЕР13-03-002-02 | Огрунтовка металлических поверхностей за один раз: грунтовкой ФЛ-03К КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: Новый коэффициент ПЗ=2; ОЗП=2; ЭМ=2; ЗПМ=2; МАТ=2; ТЗ=2; ТЗМ=2; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,58; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,46 | 100 м ² окрашиваемой поверхности | 0,14 | 2534,10 | 532,27 | 51,05 | 1,00 | 354,77 | 74,52 | 7,15 | 0,14 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------|--|---------------------------------------|------|---------|--------|-------|------|--------|-------|------|------|
| 21 | ТЕР13-03-004-26 | Окраска металлических огрунтованных поверхностей: эмалью ПФ-115 КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: Новый коэффициент ПЗ=2; ОЗП=2; ЭМ=2; ЗПМ=2; МАТ=2; ТЗ=2; ТЗМ=2; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,58; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,46 | 100 м2 окрашиваемой поверхности | 0,14 | 2383,56 | 328,33 | 33,46 | 1,00 | 333,70 | 45,97 | 4,68 | 0,14 |
|----|-----------------|--|---------------------------------------|------|---------|--------|-------|------|--------|-------|------|------|

Раздел 2. Оборудование

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------|--|----|----|-----------|--|--|-----------|--|--|--|--|
| 22 | | Котел водогрейный КВМ-5 | шт | 1 | 969889,83 | | | 969889,83 | | | | |
| 23 | | Топка ТЛЗМ | шт | 1 | 176779,66 | | | 176779,66 | | | | |
| 24 | | Котел водогрейный КВМ-5 | шт | 1 | 969889,83 | | | 969889,83 | | | | |
| 25 | | Топка ТЛЗМ | шт | 1 | 176779,66 | | | 176779,66 | | | | |
| 26 | | Котел водогрейный КВМ-5 | шт | 1 | 969889,83 | | | 969889,83 | | | | |
| 27 | | Топка ТЛЗМ | шт | 1 | 176779,66 | | | 176779,66 | | | | |
| 28 | | Водоподогреватель пластинчатый SN 76 | шт | 1 | 68061,44 | | | 68061,44 | | | | |
| 29 | | Водоподогреватель пластинчатый SN 76 | шт | 1 | 68061,44 | | | 68061,44 | | | | |
| 30 | | Насос рециркуляционный "Grundfos" | шт | 1 | 44745,76 | | | 44745,76 | | | | |
| 31 | | Насос рециркуляционный "Grundfos" | шт | 1 | 29279,66 | | | 29279,66 | | | | |
| 32 | | Насос сетевой "Grundfos" | шт | 2 | 122890,20 | | | 244190,68 | | | | |
| 33 | | Насос котлового контура "Grundfos" | шт | 2 | 54915,25 | | | 109830,50 | | | | |
| 34 | | Насос питательный сдвоенный "Grundfos" | шт | 2 | 98254,24 | | | 196508,48 | | | | |
| 35 | | АСДК | шт | 1 | 76737,29 | | | 76737,29 | | | | |
| 36 | | Блочная водоподготовительная установка | шт | 1 | 232457,63 | | | 232457,63 | | | | |
| 37 | СЦМ-103-0227 | Трубы стальные электросварные | м | 10 | 2368,46 | | | 23684,61 | | | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------|--|----|----|----------|--|--|--|----------|--|--|--|
| 38 | СЦМ-103-0209 | Трубы стальные электросварные прямосварные со снятой фаской диаметром от 20 до 377 мм из стали марок БСт2кп-БСт4кп и БСт2пс-БСт4пс наружный диаметр 377 мм толщина стенки 6 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 3,07; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,77 | м | 11 | 1324,20 | | | | 14566,18 | | | |
| 39 | СЦМ-534-0059 | Отводы гнутые под углом 90град. с радиусом кривизны R=1.5Ду на Ру менее или 10 МПа (100 кгс/см2), диаметром условного прохода 350 мм, наружным диаметром 377 мм, толщиной стенки 9 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 3,07; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,77 | шт | 2 | 2288,88 | | | | 4577,76 | | | |
| 40 | СЦМ-534-0068 | Отводы 90град. с радиусом кривизны R=1Ду на Ру менее или 10 МПа (100 кгс/см2), диаметром условного прохода 500 мм, наружным диаметром 530 мм, толщиной стенки 9 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 3,07; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,77 | шт | 2 | 4916,72 | | | | 9833,44 | | | |
| 41 | | Взрывной клапан Ду 200 | шт | 3 | 16220,00 | | | | 48660,00 | | | |

Раздел 3. Монтаж технологических трубопроводов

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|--|-----------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|-------|
| 42 | ТЕР09-03-039-01 | Монтаж опорных конструкций для крепления трубопроводов внутри зданий и сооружений, массой: до 0,1 т; ОЗП x 4,54; ЭМ x 3,07; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,77 | 1 т конструкций | 0,34 | 5253,41 | 3438,05 | 897,69 | 7,26 | 1786,16 | 1168,94 | 305,21 | 2,47 |
| 43 | ТЕРм38-01-006-02 | Стремянки, связи, кронштейны, тормозные конструкции и пр.; ОЗП x 4,54; ЭМ x 3,23; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | 1 т конструкций | 0,34 | 30555,72 | 4884,13 | 5143,03 | 112,27 | 10388,94 | 1660,60 | 1748,63 | 38,17 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|--|---------------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|---------|----------|---------|
| 44 | ТЕРМ12-01-002-01 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 14; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 0,2 | 10954,69 | 3441,32 | 7476,92 | 846,48 | 2190,94 | 688,26 | 1495,38 | 169,30 |
| 45 | ТЕРМ12-01-002-02 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 18; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 0,2 | 11011,80 | 3441,32 | 7523,07 | 853,79 | 2202,36 | 688,26 | 1504,61 | 170,76 |
| 46 | ТЕРМ12-01-002-03 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 25; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 1,4 | 11228,41 | 3591,14 | 7574,72 | 853,79 | 15719,78 | 5027,60 | 10604,61 | 1195,31 |
| 47 | ТЕРМ12-01-002-04 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 32; ОЗП x 4,54 | 100 м трубопроводов | 1,72 | 11400,47 | 3695,56 | 7631,71 | 861,06 | 19608,81 | 6356,36 | 13126,54 | 1481,02 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|---|---------------------|------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|
| 48 | ТЕРм12-01-002-06 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 45; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 0,18 | 12157,73 | 3990,66 | 8068,73 | 925,93 | 2188,39 | 718,32 | 1452,37 | 166,67 |
| 49 | ТЕРм12-01-002-07 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 57; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 0,38 | 12380,01 | 4140,48 | 8090,06 | 925,93 | 4704,40 | 1573,38 | 3074,22 | 351,85 |
| 50 | ТЕРм12-01-002-09 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 89; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 1,5 | 14093,35 | 4453,74 | 9444,63 | 1056,78 | 21140,03 | 6680,61 | 14166,95 | 1585,16 |
| 51 | ТЕРм12-01-002-10 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2.5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 108; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 0,38 | 14696,52 | 4767,00 | 9619,60 | 1071,35 | 5584,68 | 1811,46 | 3655,45 | 407,11 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|--|---------------------|------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|--------|
| 52 | ТЕРм12-01-002-12 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2,5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 159; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 0,63 | 17543,43 | 5493,40 | 11478,36 | 1235,65 | 11052,36 | 3460,84 | 7231,36 | 778,46 |
| 53 | ТЕРм12-01-002-13 | Трубопроводы в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемые из готовых узлов, на условное давление не более 2,5 МПа. Диаметр трубопровода наружный, мм: 219; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | 100 м трубопроводов | 0,38 | 20567,88 | 7173,20 | 12148,58 | 1272,06 | 7815,79 | 2725,82 | 4616,46 | 483,38 |
| 54 | ТЕРм12-12-003-04 | Клапан регулирующий трехходовой. Диаметр условного прохода, мм: 65; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 2 | 282,63 | 240,62 | 12,00 | | 565,26 | 481,24 | 23,99 | |
| 55 | ТЕРм12-12-003-02 | Клапан регулирующий трехходовой. Диаметр условного прохода, мм: 40; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 1 | 222,24 | 199,76 | 7,21 | | 222,24 | 199,76 | 7,21 | |
| 56 | ТЕРм12-12-001-07 | Клапан предохранительный однорычажный. Диаметр условного прохода, мм: 50; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 2 | 309,65 | 158,45 | 134,20 | 22,52 | 619,29 | 316,89 | 268,40 | 45,04 |
| 57 | ТЕРм12-12-001-05 | Клапан предохранительный однорычажный. Диаметр условного прохода, мм: 32; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 2 | 153,71 | 145,28 | | | 307,43 | 290,56 | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|---|-----|----|---------|--------|--------|-------|---------|---------|---------|--------|
| 58 | ТЕРМ12-12-001-04 | Клапан предохранительный сбросной. Диаметр условного прохода, мм: 25; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 1 | 143,77 | 136,20 | | | 143,77 | 136,20 | | |
| 59 | ТЕРМ12-12-003-01 | Соленоидный вентиль. Диаметр условного прохода, мм: 32; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 4 | 212,98 | 199,76 | 4,79 | | 851,92 | 799,04 | 19,15 | |
| 60 | ТЕРМ12-12-001-13 | Задвижка. Диаметр условного прохода, мм: 200; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 4 | 1105,45 | 351,40 | 569,62 | 93,98 | 4421,79 | 1405,58 | 2278,50 | 375,91 |
| 61 | ТЕРМ12-12-001-12 | Задвижка. Диаметр условного прохода, мм: 150; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 12 | 763,80 | 267,41 | 411,26 | 68,19 | 9165,54 | 3208,87 | 4935,17 | 818,29 |
| 62 | ТЕРМ12-12-001-10 | Задвижка. Диаметр условного прохода, мм: 100; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 12 | 515,02 | 202,94 | 255,28 | 42,36 | 6180,28 | 2435,26 | 3063,36 | 508,30 |
| 63 | ТЕРМ12-12-001-09 | Задвижка. Диаметр условного прохода, мм: 80; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 17 | 478,70 | 197,94 | 249,01 | 41,72 | 8137,85 | 3365,05 | 4233,23 | 709,28 |
| 64 | ТЕРМ12-12-001-07 | Задвижка. Диаметр условного прохода, мм: 50; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 4 | 309,65 | 158,45 | 134,20 | 22,52 | 1238,58 | 633,78 | 536,81 | 90,07 |
| 65 | ТЕРМ12-12-009-06 | Вентиль. Диаметр условного прохода, мм: 40; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 8 | 307,29 | 245,16 | 13,79 | | 2458,32 | 1961,28 | 110,32 | |
| 66 | ТЕРМ12-12-009-04 | Вентиль. Диаметр условного прохода, мм: 25; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 20 | 255,29 | 217,92 | 11,04 | | 5105,82 | 4358,40 | 220,86 | |
| 67 | ТЕРМ12-12-009-03 | Вентиль. Диаметр условного прохода, мм: 20; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 22 | 249,31 | 217,92 | 11,04 | | 5484,93 | 4794,24 | 242,95 | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|--|------------|----|---------|--------|--------|-------|----------|--------|--------|--------|
| 69 | ТЕРМ12-12-001-12 | Клапан обратный. Диаметр условного прохода, мм: 150; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 2 | 763,80 | 267,41 | 411,26 | 68,19 | 1527,59 | 534,81 | 822,53 | 136,38 |
| 70 | ТЕРМ12-12-001-10 | Клапан обратный. Диаметр условного прохода, мм: 100; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 1 | 515,02 | 202,94 | 255,28 | 42,36 | 515,02 | 202,94 | 255,28 | 42,36 |
| 71 | ТЕРМ12-12-001-09 | Клапан обратный. Диаметр условного прохода, мм: 80; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 3 | 478,70 | 197,94 | 249,01 | 41,72 | 1436,09 | 593,83 | 747,04 | 125,17 |
| 72 | ТЕРМ12-12-001-07 | Клапан обратный. Диаметр условного прохода, мм: 50; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 6 | 309,65 | 158,45 | 134,20 | 22,52 | 1857,88 | 950,68 | 805,21 | 135,11 |
| 73 | ТЕРМ12-12-001-06 | Клапан обратный. Диаметр условного прохода, мм: 40; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 1 | 162,95 | 145,28 | 2,39 | | 162,95 | 145,28 | 2,39 | |
| 74 | ТЕРМ12-12-001-04 | Клапан обратный. Диаметр условного прохода, мм: 25; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 1 | 143,77 | 136,20 | | | 143,77 | 136,20 | | |
| 75 | ТЕРМ12-12-001-03 | Клапан обратный. Диаметр условного прохода, мм: 20; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт. | 1 | 143,77 | 136,20 | | | 143,77 | 136,20 | | |
| 76 | ТЕР18-07-001-02 | Установка манометров: с трехходовым краном; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,86; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,65 | 1 комплект | 42 | 890,14 | 10,31 | | | 37385,81 | 432,84 | | |
| 77 | ТЕР18-07-001-04 | Установка термометров в оправе прямых и угловых; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,86; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,65 | 1 комплект | 32 | 1329,36 | 13,76 | | | 42539,59 | 440,20 | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|--|---|-----|---------|--------|--------|-------|---------|---------|---------|--------|
| 78 | ТЕРм12-12-001-13 | Затвор поворотный дисковый. Диаметр условного прохода, мм: 200; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; MAT x 3,32 | шт. | 2 | 1105,45 | 351,40 | 569,62 | 93,98 | 2210,89 | 702,79 | 1139,25 | 187,96 |
| 79 | ТЕРм12-12-001-12 | Затвор поворотный дисковый. Диаметр условного прохода, мм: 150; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; MAT x 3,32 | шт. | 1 | 763,80 | 267,41 | 411,26 | 68,19 | 763,80 | 267,41 | 411,26 | 68,19 |
| 80 | ТЕРм12-12-001-09 | Затвор поворотный дисковый. Диаметр условного прохода, мм: 80; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; MAT x 3,32 | шт. | 1 | 478,70 | 197,94 | 249,01 | 41,72 | 478,70 | 197,94 | 249,01 | 41,72 |
| 81 | ТЕРм12-12-009-04 | Продувочный регулирующий клапан. Диаметр условного прохода, мм: 25; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; MAT x 3,32 | шт. | 1 | 255,29 | 217,92 | 11,04 | | 255,29 | 217,92 | 11,04 | |
| 82 | ТЕРм11-02-001-01 | Датчик проводимости; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,56; ЗПМ x 4,54; MAT x 2,86 | шт. | 1 | 51,77 | 48,17 | | | 51,77 | 48,17 | | |
| 83 | ТЕРм12-12-009-03 | Конденсатоотводчик. Диаметр условного прохода, мм: 20; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; MAT x 3,32 | шт. | 1 | 249,31 | 217,92 | 11,04 | | 249,31 | 217,92 | 11,04 | |
| 84 | ТЕР13-07-001-02 | Обезжикивание поверхностей аппаратов и трубопроводов диаметром до 500 мм: уайт- спиритом; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,58; ЗПМ x 4,54; MAT x 2,46 | 100 м ² обезжикиваемой поверхности | 2,6 | 969,70 | 375,14 | 6,82 | 0,50 | 2521,23 | 975,36 | 17,73 | 1,30 |
| 85 | ТЕР13-03-002-04 | Огрунтовка металлических поверхностей за один раз: грунтовкой ГФ-021КОЭФ. К ПОЗИЦИИ:Новый коэффициент ПЗ=2; ОЗП=2; ЭМ=2; ЗПМ=2; MAT=2; ТЗ=2; ТЗМ=2; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,58; ЗПМ x 4,54; MAT x 2,46 | 100 м ² окрашиваемой поверхности | 2,6 | 2067,09 | 532,27 | 51,05 | 1,00 | 5374,44 | 1383,90 | 132,73 | 2,60 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---|--------------------------------------|-------|---------|---------|--------|--|----------|----------|---------|--|
| 86 | ТЕР26-01-009-01 | Изоляция трубопроводов: матами минераловатными марок 75, 100, плитами минераловатными на синтетическом связующем марок 75; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,57; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,48 | 1 м3 изоляции | 10,4 | 2729,45 | 868,64 | 147,90 | | 28386,31 | 9033,84 | 1538,20 | |
| 87 | ТЕР26-01-011-01 | Изоляция плоских и криволинейных поверхностей матами минераловатными прошивными без- обкладочными и в обкладках из стеклоткани или металлической сетки, плитами минераловатными на синтетическом связующем марки М-125; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,57; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,48 | 1 м3 изоляции | 4,2 | 1203,50 | 649,08 | 124,31 | | 5054,70 | 2726,15 | 522,11 | |
| 88 | ТЕР26-01-049-02 | Покрытие поверхности изоляции трубопроводов: сталью оцинкованной; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,57; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,48 | 100 м2 поверхности покрытия изоляции | 3,807 | 9487,27 | 6843,96 | 359,08 | | 36118,03 | 26054,95 | 1367,02 | |
| Раздел 4. Материалы | | | | | | | | | | | | |
| 89 | СЦМ-300-0887 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водо-газопроводных оцинкованных труб с гильзами | м | 20 | 120,81 | | | | 2416,30 | | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------------|--|---|-----|--------|--|--|--|----------|--|--|
| 90 | СЦМ-300-0888 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водогазопроводных оцинкованных труб с гильзами для водоснабжения, диаметром 20 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 20 | 134,19 | | | | 2683,89 | | |
| 91 | СЦМ-300-0889 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водогазопроводных оцинкованных труб с гильзами для водоснабжения, диаметром 25 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 140 | 158,07 | | | | 22129,13 | | |
| 92 | СЦМ-300-0890 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водогазопроводных оцинкованных труб с гильзами для водоснабжения, диаметром 32 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 172 | 187,15 | | | | 32189,52 | | |
| 93 | СЦМ-103-0041 | Трубы стальные сварные водогазопроводные с резьбой оцинкованные легкие диаметр условного прохода 40 мм, толщина стенки 3 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 18 | 220,75 | | | | 3973,44 | | |
| 94 | СЦМ-300-0892 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водогазопроводных оцинкованных труб с гильзами для водоснабжения, диаметром 50 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 38 | 217,79 | | | | 8276,10 | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------|--|----|-----|---------|--|--|--|----------|--|--|--|
| 95 | СЦМ-300-0894 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водо-газопроводных оцинкованных труб с гильзами для водоснабжения, диаметром 80 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 150 | 335,15 | | | | 50273,10 | | | |
| 96 | СЦМ-300-0895 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водо-газопроводных оцинкованных труб с гильзами, диаметром 100 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 38 | 371,08 | | | | 14100,90 | | | |
| 97 | СЦМ-300-0897 | Узлы укрупненные монтажные (трубопроводы) из стальных водо-газопроводных оцинкованных труб с гильзами, диаметром 150 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 63 | 594,28 | | | | 37439,64 | | | |
| 98 | СЦМ-103-0190 | Трубы стальные электросварные прямошовные со снятой фаской диаметром от 20 до 377 мм из стали марок БСт2кп-БСт4кп и БСт2пс-БСт4пс наружный диаметр 219 мм толщина стенки 6 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | м | 36 | 1021,76 | | | | 36783,48 | | | |
| 99 | СЦМ-300-1668 | Клапаны предохранительные малоподъемные однорычажные фланцевые 17ч18бр диаметром 50 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 2 | 1665,98 | | | | 3331,95 | | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------|--|----|----|----------|--|--|--|-----------|--|--|--|
| 100 | СЦМ-300-1667 | Клапаны предохранительные малоподъемные однорычажные фланцевые 17ч18бр диаметром 32 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 2 | 1623,15 | | | | 3246,30 | | | |
| 101 | | Соленоидный вентиль EV225D д. 25 | шт | 4 | 25622,53 | | | | 102490,12 | | | |
| 102 | | Клапан предохранительный сбросной Ду 25 | шт | 1 | 788,39 | | | | 788,39 | | | |
| 103 | СЦМ-300-1711 | Задвижки клиновые с выдвижным шпинделем фланцевые для воды и пара давлением 1МПа (10 кгс/см ²) 30с41нж диаметром 50 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 4 | 2372,90 | | | | 9491,61 | | | |
| 104 | СЦМ-300-1714 | Задвижки клиновые с выдвижным шпинделем фланцевые для воды и пара давлением 1МПа (10 кгс/см ²) 30с41нж диаметром 200 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 4 | 19814,09 | | | | 79256,37 | | | |
| 105 | СЦМ-300-1138 | Вентили проходные муфтовые 15КЧ18Р для воды, давлением 1.6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 40 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 8 | 150,86 | | | | 1206,89 | | | |
| 106 | СЦМ-300-1136 | Вентили проходные муфтовые 15КЧ18Р для воды, давлением 1.6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 25 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 20 | 83,17 | | | | 1663,32 | | | |
| 107 | СЦМ-300-1135 | Вентили проходные муфтовые 15КЧ18Р для воды, давлением 1.6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром | шт | 22 | 65,07 | | | | 1431,58 | | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------|--|----|----|---------|--|--|--|---------|--|--|--|
| 108 | СЦМ-300-1134 | Вентили проходные муфтовые 15КЧ18Р для воды, давлением 1,6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 15 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 16 | 57,44 | | | | 918,98 | | | |
| 109 | СЦМ-300-1676 | Клапаны обратные 19ч21бр, диаметром 150 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 2 | 3344,57 | | | | 6689,14 | | | |
| 110 | СЦМ-300-1675 | Клапаны обратные 19ч21бр, диаметром 100 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 1 | 1809,40 | | | | 1809,40 | | | |
| 111 | СЦМ-300-1674 | Клапаны обратные 19ч21бр, диаметром 80 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 3 | 1552,43 | | | | 4657,30 | | | |
| 112 | СЦМ-300-1673 | Клапаны обратные 19ч21бр, диаметром 50 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 6 | 1076,01 | | | | 6456,07 | | | |
| 113 | СЦМ-300-1673 | Клапаны обратные 19ч21бр, диаметром 50 мм КОЭФ. К ПОЗИЦИИ: Новый коэффициент МАТ=0,8; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,32 | шт | 1 | 860,81 | | | | 860,81 | | | |
| 114 | СЦМ-300-1673 | Клапаны обратные 19ч21бр, диаметром 25 мм | шт | 1 | 538,01 | | | | 538,01 | | | |
| 115 | СЦМ-300-1673 | Клапаны обратные 19ч21бр, диаметром 20 мм КОЭФ. К | шт | 1 | 430,40 | | | | 430,40 | | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|-----|-------|-----------|--|--|--|-----------|--|--|--|
| 116 | | Затвор поворотный дисковый. Ду 200 | шт | 2 | 3600,00 | | | | 7200,00 | | | |
| 117 | | Затвор поворотный дисковый. Ду 150 | шт | 1 | 3000,00 | | | | 3000,00 | | | |
| 118 | | Затвор поворотный дисковый. Ду 80 | шт | 1 | 1040,00 | | | | 1040,00 | | | |
| 119 | | Комплект автоматики парового котла | к-т | 1 | 568725,64 | | | | 568725,64 | | | |
| 120 | | Конденсатоотводчик ду 20 | шт | 1 | 1500,00 | | | | 1500,00 | | | |
| 121 | | Маты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем толщиной 40 мм | м3 | 10,4 | 998,00 | | | | 10379,20 | | | |
| 122 | | Маты минераловатные прошивные М100 с обкладками из сетки металлической № 12 | м3 | 4,2 | 2000,00 | | | | 8400,00 | | | |
| 123 | | Сталь тонколистовая оцинкованная | м2 | 380,7 | 173,42 | | | | 66019,09 | | | |

Раздел 5. Узел учета тепловой энергии

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------|--|-----------------|-------|----------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|-------|
| 124 | ТЕР09-03-039-01 | Монтаж опорных конструкций для крепления трубопроводов внутри зданий и сооружений, массой: до 0,1 т; ОЗП х 4,54; ЭМ х 3,07; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,77 | 1 т конструкций | 0,075 | 5253,41 | 3438,05 | 897,69 | 7,26 | 394,01 | 257,85 | 67,33 | 0,54 |
| 125 | ТЕРМ38-01-006-02 | Стремянки, связи, кронштейны, тормозные конструкции и пр.; ОЗП х 4,54; ЭМ х 3,23; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,82 | 1 т конструкций | 0,075 | 30555,72 | 4884,13 | 5143,03 | 112,27 | 2291,68 | 366,31 | 385,73 | 8,42 |
| 126 | ТЕРМ11-01-001-01 | Конструкции для установки приборов, масса, кг, до 1; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,56; ЗПМ х 4,54; МАТ х 2,86 | шт. | 6 | 118,60 | 21,47 | 18,59 | 2,95 | 711,61 | 128,85 | 111,56 | 17,71 |
| 127 | ТЕРМ11-02-001-01 | Приборы, устанавливаемые на резьбовых соединениях, масса, кг, до 1,5; ОЗП х 4,54; ЭМ х 2,56; | шт. | 6 | 51,77 | 48,17 | | | 310,64 | 289,02 | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------|--|--------------------|-------|----------|---------|---------|-------|----------|--------|--------|-------|
| 128 | ТЕРм11-02-022-04 | Ротаметр, счетчик, преобразователь, устанавливаемые на фланцевых соединениях, диаметр условного прохода, мм, до: 50; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,56; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,86 | шт. | 3 | 189,05 | 127,66 | 24,83 | | 567,14 | 382,99 | 74,50 | |
| 129 | ТЕРм11-02-022-07 | Ротаметр, счетчик, преобразователь, устанавливаемые на фланцевых соединениях, диаметр условного прохода, мм, до: 150; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,56; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,86 | шт. | 3 | 515,12 | 290,65 | 118,91 | 13,26 | 1545,36 | 871,95 | 356,72 | 39,77 |
| 130 | ТЕРм11-06-001-01 | Щит, масса, кг, до: 50; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,56; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,86 | шт. | 1 | 505,07 | 215,56 | 29,31 | 2,63 | 505,07 | 215,56 | 29,31 | 2,63 |
| 131 | | К-т узла учета тепловой энергии | к-т | 1 | 71666,67 | | | | 71666,67 | | | |
| 132 | ТЕРм08-03-574-01 | Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов внешней сети к блокам зажимов и к зажимам аппаратов и приборов, установленных на устройствах. Кабели или провода, сечение, мм ² , до: 10 | 100 жил | 0,42 | 4327,37 | 824,88 | 6,08 | 0,68 | 1817,49 | 346,45 | 2,55 | 0,29 |
| 133 | ТЕР16-02-006-06 | Прокладка трубопроводов обвязки котлов, водонагревателей и насосов из стальных бесшовных и электросварных труб диаметром: до 200 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | 100 м трубопровода | 0,025 | 10676,08 | 8001,30 | 1334,63 | 68,83 | 266,90 | 200,03 | 33,37 | 1,72 |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------|--|--------------------|-------|---------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|------|
| 134 | ТЕР16-02-006-05 | Прокладка трубопроводов обвязки котлов, водонагревателей и насосов из стальных бесшовных и электросварных труб диаметром: до 150 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | 100 м трубопровода | 0,024 | 7260,80 | 5532,22 | 905,09 | 49,62 | 174,26 | 132,77 | 21,72 | 1,19 |
| 135 | ТЕР16-02-006-03 | Прокладка трубопроводов обвязки котлов, водонагревателей и насосов из стальных бесшовных и электросварных труб диаметром: до 80 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | 100 м трубопровода | 0,011 | 4399,47 | 3680,03 | 517,75 | 18,52 | 48,39 | 40,48 | 5,70 | 0,20 |
| 136 | ТЕР16-02-006-02 | Прокладка трубопроводов обвязки котлов, водонагревателей и насосов из стальных бесшовных и электросварных труб диаметром: до 50 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | 100 м трубопровода | 0,006 | 2981,52 | 2549,66 | 341,22 | 13,89 | 17,89 | 15,30 | 2,05 | 0,08 |
| 137 | СЦМ-300-1600 | Трубопроводы обвязки котлов, водогревателей и насосов из стальных водогазопроводных, электросварных и бесшовных труб с фланцами, диаметром 200 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | м | 2,5 | 1750,94 | | | | 4377,35 | | | |
| 138 | СЦМ-300-1599 | Трубопроводы обвязки котлов, водогревателей и насосов из стальных водогазопроводных, электросварных и бесшовных труб с фланцами, диаметром 150 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | м | 2,4 | 1281,15 | | | | 3074,77 | | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------|---|----|-----|----------|--|--|--|----------|--|--|--|
| 139 | СЦМ-300-1597 | Трубопроводы обвязки котлов, водогревателей и насосов из стальных водогазопроводных, электросварных и бесшовных труб с фланцами, диаметром 80 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | м | 1,1 | 491,86 | | | | 541,05 | | | |
| 140 | СЦМ-300-1596 | Трубопроводы обвязки котлов, водогревателей и насосов из стальных водогазопроводных, электросварных и бесшовных труб с фланцами, диаметром 50 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | м | 0,6 | 332,76 | | | | 199,66 | | | |
| 141 | СЦМ-300-1714 | Задвижки клиновые с выдвижным шпинделем фланцевые для воды и пара давлением 1МПа (10 кгс/см ²) 30с41нж диаметром 200 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | шт | 2 | 16830,04 | | | | 33660,08 | | | |
| 142 | СЦМ-300-1180 | Задвижки параллельные фланцевые с выдвижным шпинделем, для воды и пара давлением 1 МПа (10 кгс/см ²) 30Ч6БР диаметром 200 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | шт | 2 | 4356,90 | | | | 8713,80 | | | |
| 143 | СЦМ-300-1176 | Задвижки параллельные фланцевые с выдвижным шпинделем, для воды и пара давлением 1 МПа (10 кгс/см ²) 30Ч6БР диаметром 80 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | шт | 2 | 1531,34 | | | | 3062,69 | | | |

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|--|--------------|-----|----------|---------|--------|------------|-----------|-----------|----------|
| 144 | СЦМ-300-1136 | Вентили проходные муфтовые 15КЧ18Р для воды, давлением 1.6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 25 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,72; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,82 | шт | 2 | 70,64 | | | | 141,28 | | |
| 145 | ТЕР18-06-007-09 | Установка фильтров диаметром: 100 мм; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,86; ЗПМ x 4,54; МАТ x 3,65 | 10 фильтров | 0,1 | 84235,34 | 2313,86 | 952,00 | 50,30 | 8423,53 | 231,39 | 95,20 |
| 146 | ТЕРМ10-01-055-03 | Прокладка кабеля и провода по стенам. Кабель, масса 1 м до 1 кг, по стене: бетонной; ОЗП x 4,54; ЭМ x 2,56; ЗПМ x 4,54; МАТ x 2,45 | 100 м кабеля | 0,2 | 4873,78 | 1821,45 | 385,45 | 85,81 | 974,76 | 364,29 | 77,09 |
| 147 | | Кабель КММ 4x0.35 | м | 20 | 20,00 | | | | 400,00 | | |
| 148 | ТЕРп01-09-002-01 | Датчик бесконтактный с числом "вход-выход" до 3 (Термопреобразователь сопротивления); ОЗП x 4,54 | шт. | 6 | 505,21 | 505,21 | | | 3031,27 | 3031,27 | |
| 149 | ТЕРп02-01-003-01 | Система учета тепла с количеством каналов 2; ОЗП x 4,54 | система | 1 | 1611,16 | 1611,16 | | | 1611,16 | 1611,16 | |
| 150 | ТЕРп02-01-003-02 | Система с количеством каналов за каждый канал св. 2 до 9 добавлять к норме 1; ОЗП x 4,54 | канал | 7 | 774,89 | 774,89 | | | 5424,21 | 5424,21 | |
| Итого прямые затраты по смете в текущих ценах | | | | | | | | 8450505,24 | 262609,32 | 146344,36 | 16308,64 |
| Итого прямые затраты по смете с учетом коэффициентов к итогам | | | | | | | | 8492342,94 | 302000,73 | 148790,65 | 18754,93 |
| В том числе, справочно: | | | | | | | | | | | |
| Районный к-т 15% (Поз. 4-7, 11, 83-84, 144, 146-161, 163, 173, 175-186, 188, 193-198, 200, 210, 212-221, 223, 14, 16, 49, 137, 167, 204, 17, 50, 138, 168, 205, 18-21, 91-95, 1-3, 8-10, 12, 15, 51-82, 85-90, 139-143, 162, 169-172, 187, 192, 199, 206-209, 222, 13, 145, 174, 211, 164-166, 189-191, 201-203, 224-226) | | | | | | | | 41837,70 | 39391,40 | 2446,30 | 2446,30 |

Окончание таблицы А.1

| | | | | |
|---|--------------------|--|--|--|
| Накладные расходы | 225347,90 | | | |
| В том числе, справочно: | | | | |
| 65%*(0,94*0,9) ФОТ (от 35110,62) (Поз. 164-166, 189-191, 201-203, 224-226) | 19307,33 | | | |
| 66%*(0,94*0,9) ФОТ (от 26271,82) (Поз. 17, 50, 138, 168, 205, 13) | 14670,18 | | | |
| 80%*(0,94*0,9) ФОТ (от 179014,96) (Поз. 1-3, 8-10, 12, 15, 51-82, 85-90, 139-143, 162, 169-172, 187, 192, 199, 206-209, 222) | 121157,33 | | | |
| 90%*(0,94*0,9) ФОТ (от 19193,76) (Поз. 14, 16, 49, 137, 167, 204, 18-21, 91-92) | 14614,13 | | | |
| 95%*(0,94*0,9) ФОТ (от 1196,25) (Поз. 145, 174, 211) | 961,43 | | | |
| 100%*(0,94*0,9) ФОТ (от 43487,18) (Поз. 93-95) | 36790,15 | | | |
| 128%*(0,94*0,9) ФОТ (от 16481,07) (Поз. 4-7, 11, 83-84, 144, 146-161, 163, 173, 175-186, 188, 193-198, 200, 210, 212-221, 223) | 17847,35 | | | |
| Сметная прибыль | 156545,30 | | | |
| В том числе, справочно: | | | | |
| 40%*0,85 ФОТ (от 35110,62) (Поз. 164-166, 189-191, 201-203, 224-226) | 11937,61 | | | |
| 60%*0,85 ФОТ (от 182261,36) (Поз. 50, 138, 168, 205, 1-3, 8-10, 12, 15, 51-82, 85-90, 139-143, 162, 169-172, 187, 192, 199, 206-209, 222) | 92953,29 | | | |
| 65%*0,85 ФОТ (от 1196,25) (Поз. 145, 174, 211) | 660,93 | | | |
| 70%*0,85 ФОТ (от 46438,44) (Поз. 18-21, 91-95) | 27630,87 | | | |
| 83%*0,85 ФОТ (от 16481,07) (Поз. 4-7, 11, 83-84, 144, 146-161, 163, 173, 175-186, 188, 193-198, 200, 210, 212-221, 223) | 11627,39 | | | |
| 85%*0,85 ФОТ (от 16242,5) (Поз. 14, 16, 49, 137, 167, 204) | 11735,21 | | | |
| Итоги по смете: | | | | |
| Итого Строительные работы | 8140406,13 | | | |
| Итого Монтажные работы | 667474,45 | | | |
| Итого Прочие затраты | 66355,56 | | | |
| Итого | 8874236,14 | | | |
| В том числе: | | | | |
| Материалы | 8041551,56 | | | |
| Машины и механизмы | 148790,65 | | | |
| ФОТ | 320755,66 | | | |
| Накладные расходы | 225347,90 | | | |
| Сметная прибыль | 156545,30 | | | |
| НДС 18% | 1597362,51 | | | |
| ВСЕГО по смете | 10471598,65 | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

локальная смета на модернизацию т. сети от ТК-23 ул. Привокзальная до Т. 9/1 ул. Л.Толстого

Сметная стоимость, руб.: 16212238,02 руб.

Средства на оплату труда, руб.: 2492511,92 руб.

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на 2 квартал 2019 года

Таблица Б.1 Локальная смета на модернизацию т. сети от ТК-23 ул. Привокзальная до Т. 9/1 ул. Л.Толстого

| № пп | Обосно- вание | Наименование | Ед. изм. | Кол. | Стоимость единицы, руб. | | | Общая стоимость, руб. | | | | | Т/з осн. раб.н а ед. | Т/з осн. раб. Всего | | |
|---------|-------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|---------|-----------------------|---------------------------|---------|-------------|---------|-------------------------------|---------------------------|-------|--|
| | | | | | Всего | В том числе | | | Обор у- дова ние | Всего | В том числе | | | | | |
| | | | | | | Осн.3/п | Эк.Маш | З/пMex | | | Осн.3/п | Эк.Маш | З/пMex | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| 1 | ТЕР01- 01-003- 08 | Разработка грунта в отвал экскаваторами «драглайн» или «обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м ³ , группа грунтов 2 | 1000 м ³ грунта | 2,065 (1480+585) / 1000 | 4617,27 | 94,01 | 4523,26 | 338,36 | | 9534,66 | 194,13 | 9340,53 | 698,71 | 10,48 | 21,64 | |
| 2 | ТЕР01- 01-013- 08 | Разработка грунта с погрузкой на автомобили- самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м ³ | 1000 м ³ грунта | 0,5 500 / 1000 | 6132,79 | 102,35 | 6025,7 | 499,66 | | 3066,4 | 51,18 | 3012,85 | 249,83 | 11,41 | 5,71 | |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|---|--------------------|----------------------------------|---------|---------|---------|--------|--|---------|---------|---------|--------|------------|-------|
| 3 | ТЕР01-02-057-02 | Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, группа грунтов 2 | 100 м3 грунта | 15 1500 / 100 | 1381,38 | 1381,38 | | | | 20720,7 | 20720,7 | | | 154 | 2310 |
| 4 | ТЕРр68-12-4 | Разборка покрытий и оснований асфальтобетонных с помощью молотков отбойных | 100 м3 конструкций | 0,3 (200*0,15) / 100 | 9817,82 | 2326,43 | 7491,39 | 466,47 | | 2945,35 | 697,93 | 2247,42 | 139,94 | 243,3 5 | 73,01 |
| 5 | 311-01-148-1 | Мусор строительный с погрузкой экскаваторами емкостью ковша до 0,5м3:погрузка | 1 т груза | 60 30*2 | 8,36 | | 8,36 | | | 501,6 | | 501,6 | | | |
| 6 | ТЕРр66-16-4 | Демонтаж трубопроводов в непроходных каналах краном диаметром труб до 150 мм | 100 м трубопровода | 0,19487 (1948,7/100) / 100 | 750,4 | 370,82 | 341,43 | 32,99 | | 146,23 | 72,26 | 66,53 | 6,43 | 37,8 | 7,37 |
| 7 | 311-01-135-1 | Трубы металлические с применением автомобильных кранов:погрузка | 1 т груза | 17 | 13,38 | | 13,38 | | | 227,46 | | 227,46 | | | |
| 8 | 311-01-135-2 | Трубы металлические с применением автомобильных кранов:разгрузка | 1 т груза | 17 | 13,38 | | 13,38 | | | 227,46 | | 227,46 | | | |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|--|----------------------|--|---------------|---------|----------|---------|--|---------------|---------|----------|-------------|-------|--------|
| 9 | ТЕР66-12-1 | Очистка непроходных каналов от сухого ила и грязи при снятых трубах, глубина очистки до 2 м | 1 м3 ила, грязи | 30 | 31,1 | 31,1 | | | | 933 | 933 | | | 3,49 | 104,7 |
| 10 | ТЕР24-01-003-06 | Прокладка трубопроводов в проходном канале при условном давлении 1,6 МПа, температуре 150°C, диаметр труб 150 мм | 1 км трубопр овода | 0,2717 0,258+0,0 137 | 224699,1 5 | 8229,74 | 22912,43 | 1634,72 | | 61050,76 | 2236,02 | 6225,31 | 444,15 | 701 | 190,46 |
| 11 | ТЕР24-01-003-07 | Прокладка трубопроводов в проходном канале при условном давлении 1,6 МПа, температуре 150°C, диаметр труб 200 мм | 1 км трубопр овода | 0,9794 0,946+0,0 334 | 399397,8 | 9016,32 | 24930,72 | 1868,28 | | 391170,2 1 | 8830,58 | 24417,15 | 1829,7 9 | 768 | 752,18 |
| 12 | ТЕР22-03-001-05 | Установка фасонных частей стальных сварных диаметром 100-250 мм | 1 т фасонны х частей | 0,721 0,32+0,01 62+0,32+ 0,0648 | 33856,99 | 4510,95 | 15799,04 | 1532,96 | | 24410,89 | 3252,39 | 11391,11 | 1105,2 6 | 353,8 | 255,09 |
| 13 | ТЕР22-03-001-05 | Установка фасонных частей стальных сварных диаметром 100-250 мм(переходы) | 1 т фасонны х частей | 0,036 0,022+0,0 14 | 33856,99 | 4510,95 | 15799,04 | 1532,96 | | 1218,85 | 162,39 | 568,77 | 55,19 | 353,8 | 12,74 |
| 14 | ТЕР24-01-033-01 | Установка вентилей и клапанов обратных муфтовых | 1 шт. | 10 | 36,39 | 8,77 | | | | 363,9 | 87,7 | | | 0,84 | 8,4 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------|---|-----------------|---|--------|--------|-------|--|--|--------|--------|-------|--|----|----|
| 15 | ТЕРм12-11-006-07 | Присоединение трубопровода условным давлением до 2,5 МПа к действующей магистрали, диаметр наружный присоединяемой трубы 219 мм | 1 присоединение | 2 | 361,54 | 302,16 | 34,09 | | | 723,08 | 604,32 | 68,18 | | 24 | 48 |
| 16 | ТЕРм12-11-005-06 | Врезка трубопровода условным давлением 2,5 МПа в действующие магистрали, диаметр наружный врезаемой трубы 159 мм | 1 врезка | 2 | 222,96 | 186,15 | 15,13 | | | 445,92 | 372,3 | 30,26 | | 15 | 30 |
| 17 | ТЕРм12-11-005-04 | Врезка трубопровода условным давлением 2,5 МПа в действующие магистрали, диаметр наружный врезаемой трубы 108 мм | 1 врезка | 2 | 147,46 | 120,7 | 8,79 | | | 294,92 | 241,4 | 17,58 | | 10 | 20 |
| 18 | ТЕРм12-11-005-03 | Врезка трубопровода условным давлением 2,5 МПа в действующие магистрали, диаметр наружный врезаемой трубы 89 | 1 врезка | 2 | 127,88 | 105,66 | 7,19 | | | 255,76 | 211,32 | 14,38 | | 9 | 18 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|--|-------------------------------|---|---------|-------|--------|-------|--|----------|--------|--------|-------|------|-------|
| 19 | ТЕР12-11-005-01 | Врезка трубопровода условным давлением 2,5 МПа в действующие магистрали, диаметр наружный врезаемой трубы 57 мм | 1 врезка | 6 | 113,42 | 93,92 | 6,94 | | | 680,52 | 563,52 | 41,64 | | 8 | 48 |
| 20 | ТЕРp66-26-2 | Демонтаж задвижек диаметром до 100 мм | 1 задвижка | 2 | 26,12 | 11,32 | 14,8 | | | 52,24 | 22,64 | 29,6 | | 1,14 | 2,28 |
| 21 | ТЕРp66-26-3 | Демонтаж задвижек диаметром до 150 мм | 1 задвижка | 2 | 33,27 | 18,47 | 14,8 | | | 66,54 | 36,94 | 29,6 | | 1,86 | 3,72 |
| 22 | ТЕР24-01-032-04 | Установка задвижек или клапанов стальных для горячей воды и пара диаметром 150 мм | 1 компл. задвижек или клапана | 2 | 4696,39 | 64,91 | 197,5 | 16,56 | | 9392,78 | 129,82 | 395 | 33,12 | 5,61 | 11,22 |
| 23 | ТСЦ-507-1005 | Фланцы стальные плоские приварные из стали ВСт3сп2, ВСт3сп3, давлением 1,6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 150 мм | шт. | 4 | 204,96 | | | | | 819,84 | | | | | |
| 24 | ТЕР24-01-032-05 | Установка задвижек или клапанов стальных для горячей воды и пара диаметром 200 мм | 1 компл. задвижек или клапана | 2 | 5921,29 | 93,25 | 290,18 | 24,89 | | 11842,58 | 186,5 | 580,36 | 49,78 | 8,06 | 16,12 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|--|-------------------------------|------------------|----------|--------|-------|-----|--|---------|--------|--------|------|-------|
| 25 | ТСЦ-507-1006 | Фланцы стальные плоские приварные из стали ВСт3сп2, ВСт3сп3, давлением 1,6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 200 мм | шт. | 4 | 394,28 | | | | | 1577,12 | | | | |
| 26 | ТЕР09-05-003-01 | Постановка болтов строительных с гайками и шайбами | 100 шт. болтов | 0,88 88 / 100 | 128,68 | 124,24 | 4,44 | | | 113,24 | 109,33 | 3,91 | 11,9 | 10,47 |
| 27 | ТСЦ-101-2577 | Болты с гайками и шайбами для санитарно-технических работ диаметром 20-22 мм | т | 0,02476 | 22661,64 | | | | | 561,1 | | | | |
| 28 | ТСЦ-101-2576 | Болты с гайками и шайбами для санитарно-технических работ диаметром 16 мм | т | 0,00125 | 23666,28 | | | | | 29,58 | | | | |
| 29 | ТЕР22-06-005-01 | Врезка в существующие сети из стальных труб стальных штуцеров (патрубков) диаметром 50 мм | 1 врезка | 8 | 106,94 | 17,89 | 72,1 | 5,5 | | 855,52 | 143,12 | 576,8 | 44 | 1,46 |
| 30 | ТЕР24-01-032-01 | Установка задвижек или клапанов стальных для горячей воды и пара диаметром 50 мм | 1 компл. задвижек или клапана | 8 | 900,9 | 21,66 | 78,91 | 7,2 | | 7207,2 | 173,28 | 631,28 | 57,6 | 1,9 |
| 31 | ТСЦ-507-1000 | Фланцы стальные плоские приварные из стали ВСт3сп2, ВСт3сп3, давлением | шт. | 4 | 68,9 | | | | | 275,6 | | | | |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|--|---|--------------------------|---------|--------|--------|--------|--|----------|---------|---------|------|-------|--------|
| 32 | ТЕР13-03-002-15 | Огрунтовка металлических поверхностей за один раз лаком БТ-577 | 100 м2 окрашиваемой поверхности | 8,082 808,2 / 100 | 161,83 | 49,23 | 15,83 | 0,11 | | 1307,91 | 397,88 | 127,94 | 0,89 | 3,91 | 31,6 |
| 33 | ТЕР26-01-010-01 | Изоляция трубопроводов матами минераловатными прошивными безобкладочными и в обкладках марки 125, изделиями минераловатными с гофрированной структурой | 1 м3 изоляции | 120 | 1351,51 | 211,69 | 82,72 | | | 162181,2 | 25402,8 | 9926,4 | | 18,85 | 2262 |
| 34 | ТЕР26-01-054-01 | Обертывание поверхности изоляции рулонными материалами насухо с проклейкой швов | 100 м2 поверхности покрытия изоляции | 15,9108 1591,08 / 100 | 1937,35 | 317,56 | 78,07 | | | 30824,79 | 5052,63 | 1242,16 | | 31,98 | 508,83 |
| 35 | ТЕР01-01-033-02 | Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью 59 кВт (80 л.с.), группа грунтов 2 | 1000 м3 грунта | 0,00198 1,98 / 1000 | 954,5 | | 954,5 | 131,81 | | 1,89 | | 1,89 | 0,26 | | |
| 36 | ТЕР01-02-027-02 | Планировка площадей | 1000 м2 спланированной площади | 0,002 2 / 1000 | 175,04 | | 175,04 | 17,02 | | 0,35 | | 0,35 | 0,03 | | |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|---|-------------------------------|-------------------|---------------|---------|----------|---------|--|-----------------------|---------|----------|-------------|-------|----------------|
| 37 | ТЕР27-04-006-01 | Устройство оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40-70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие выше 68,6 до 98,1 МПа (выше 700 до 1000 кгс/см ²) однослоиных | 1000 м ² основания | 0,2 200 / 1000 | 29935,65 | 347,05 | 5498,3 | 605,76 | | 5987,13 | 69,41 | 1099,66 | 121,15 | 36,96 | 7,39 |
| 38 | ТЕР27-06-020-03 | Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных смесей плотных крупнозернистых типа АБ, плотность каменных материалов 2,5-2,9 т/м ³ | 1000 м ² покрытия | 0,2 200 / 1000 | 40857,61 | 423,98 | 3021,98 | 289,06 | | 8171,52 | 84,8 | 604,4 | 57,81 | 38,3 | 7,66 |
| 39 | ТЕР27-06-021-03 | На каждые 0,5 см изменения толщины покрытия добавлять или исключать к расценке 27-06-020-03 | 1000 м ² покрытия | 0,2 200 / 1000 | 4663,92 | 1 | 5,47 | | | 932,78 | 0,2 | 1,09 | 0,09 | 0,09 | 0,02 |
| Итого по разделу 1 Трубопроводы от ТК 23 до ТК 28-2 ул. Привокзальная | | | | | | | | | | 5820252, 4 | | | | | 6793,49 |
| 40 | ТЕР24-01-004-06 | Надземная прокладка трубопроводов при условном давлении 1,6 МПа | 1 км трубопр овода | 1,1535 | 216725,3 6 | 6745,31 | 18000,96 | 1401,03 | | 249992,7 | 7780,72 | 20764,11 | 1616,0 9 | 583 | 672,49 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|---|----------------------|----------------------------|---------------|---------|----------|---------|--|---------------|---------|----------|-------------|-------|--------|
| 41 | 311-01-135-1 | Трубы металлические с применением автомобильных кранов:погрузка | 1 т груза | 15,71 | 13,38 | | 13,38 | | | 210,2 | | 210,2 | | | |
| 42 | 311-01-135-2 | Трубы металлические с применением автомобильных кранов:разгрузка | 1 т груза | 15,71 | 13,38 | | 13,38 | | | 210,2 | | 210,2 | | | |
| 43 | ТЕР24-01-004-06 | Надземная прокладка трубопроводов при условном давлении 1,6 МПа, температуре 150°C, диаметр труб 150 мм | 1 км трубопр овода | 0,4917 0,478+0,0 137 | 216725,3 6 | 6745,31 | 18000,96 | 1401,03 | | 106563,8 6 | 3316,67 | 8851,07 | 688,89 | 583 | 286,66 |
| 44 | ТЕР24-01-004-07 | Надземная прокладка трубопроводов при условном давлении 1,6 МПа, температуре 150°C, диаметр труб 200 мм | 1 км трубопр овода | 0,6694 0,636+0,0 334 | 390565,2 8 | 7381,66 | 20159,61 | 1609,13 | | 261444,4 | 4941,28 | 13494,84 | 1077,1 5 | 638 | 427,08 |
| 45 | ТЕР22-03-001-05 | Установка фасонных частей стальных сварных диаметром 100-250 мм | 1 т фасонны х частей | 0,3848 0,32+0,06 48 | 33856,99 | 4510,95 | 15799,04 | 1532,96 | | 13028,17 | 1735,81 | 6079,47 | 589,88 | 353,8 | 136,14 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|--|---|--------------------------|---------|--------|---------|--------|--|------------------|----------|---------|--------|-------|----------------|
| 46 | ТЕР13-03-002-15 | Огрунтовка металлических поверхностей за один раз лаком БТ-577 | 100 м2 окрашиваемой поверхности | 6,949 694,9 / 100 | 161,83 | 49,23 | 15,83 | 0,11 | | 1124,56 | 342,1 | 110 | 0,76 | 3,91 | 27,17 |
| 47 | ТЕР26-01-010-01 | Изоляция трубопроводов матами минераловатными прошивными безобкладочными и в обкладках марки 125, изделиями минераловатными с гофрированной структурой | 1 м3 изоляции | 105,28 | 1351,51 | 211,69 | 82,72 | | | 142286,97 | 22286,72 | 8708,76 | | 18,85 | 1984,53 |
| 48 | ТЕР26-01-054-01 | Обертывание поверхности изоляции рулонными материалами насухо с проклейкой швов | 100 м2 поверхности покрытия изоляции | 14,1055 1410,55 / 100 | 1937,35 | 317,56 | 78,07 | | | 27327,29 | 4479,34 | 1101,22 | | 31,98 | 451,09 |
| Итого по разделу 2 Надземный трубопровод от ТК 23 до ТК 28-2 ул. Привокзальная | | | | | | | | | | 5235684,6 | | | | | 3985,16 |
| 49 | ТЕР01-01-003-08 | Разработка грунта в отвал экскаваторами «драглайн» или «обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м3, группа грунтов 2 | 1000 м3 грунта | 0,585 585 / 1000 | 4617,27 | 94,01 | 4523,26 | 338,36 | | 2701,1 | 55 | 2646,1 | 197,94 | 10,48 | 6,13 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|--|-------------------------------|-----------------------|------------|---------|----------|--------|--|----------|---------|---------|--------|-------|--------|
| 50 | ТЕР01-01-013-08 | Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м ³ , группа грунтов 2 | 1000 м ³ грунта | 0,158 158 / 1000 | 6132,79 | 102,35 | 6025,7 | 499,66 | | 968,98 | 16,17 | 952,06 | 78,95 | 11,41 | 1,8 |
| 51 | ТЕР01-02-057-02 | Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, группа грунтов 2 | 100 м ³ грунта | 0,2 20 / 100 | 1381,38 | 1381,38 | | | | 276,28 | 276,28 | | | 154 | 30,8 |
| 52 | ТЕР27-04-011-01 | Устройство оснований из отвальных доменных шлаков однослойных толщиной 10 см | 1000 м ² основания | 0,053 53 / 1000 | 59070,61 | 391,66 | 6151,23 | 605,13 | | 3130,74 | 20,76 | 326,02 | 32,07 | 43,23 | 2,29 |
| 53 | ТСЦ-408-0122 | Песок природный для строительных работ средний | м ³ | 53 | 196,96 | | | | | 10438,88 | | | | | |
| 54 | ТЕР24-01-003-04 | Прокладка трубопроводов в проходном канале при условном давлении 1,6 МПа, температуре 150°C, диаметр труб 100 мм | 1 км трубопр овода | 0,387 0,376+0,0 11 | 131474,0 2 | 6213 | 15503,77 | 1135,5 | | 50880,45 | 2404,43 | 5999,96 | 439,44 | 545 | 210,92 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------|---|----------------------|---|---------------|---------|----------|---------|--|----------|---------|----------|-------------|------------|--------|
| 55 | ТЕР24-01-003-05 | Прокладка трубопроводов в проходном канале при условном давлении 1,6 МПа, температуре 150°C, диаметр труб 125 мм | 1 км трубопр овода | 0,3677 0,354+0,0 137 | 159173,6 7 | 7227,6 | 20879,96 | 1608,01 | | 58528,16 | 2657,59 | 7677,56 | 591,27 | 634 | 233,12 |
| 56 | ТЕР22-05-002-02 | Продавливание без разработки грунта (прокол) на длину до 10 м труб диаметром 150 мм | 100 м продавл ивания | 0,12 12 / 100 | 28784,41 | 3011,21 | 14039,83 | 4153,06 | | 3454,13 | 361,35 | 1684,78 | 498,37 | 268,1 4 | 32,18 |
| 57 | ТЕР22-05-002-08 | Продавливание без разработки грунта (прокол) на длину до 30 м труб диаметром 100 мм | 100 м продавл ивания | 0,9 90 / 100 | 24640,11 | 2888,81 | 14887,35 | 4148,28 | | 22176,1 | 2599,93 | 13398,62 | 3733,4 5 | 257,2 4 | 231,52 |
| 58 | ТЕР22-03-001-05 | Установка фасонных частей стальных сварных диаметром 100-250 мм | 1 т фасонны х частей | 0,16684 0,0576+0, 0806+0,00 384+0,024 8 | 33856,99 | 4510,95 | 15799,04 | 1532,96 | | 5648,7 | 752,61 | 2635,91 | 255,76 | 353,8 | 59,03 |
| 59 | ТЕРm12-11-006-04 | Присоединение трубопровода условным давлением до 2,5 МПа к действующей магистрали, диаметр наружный присоединяемой трубы 108 мм | 1 присоед инение | 2 | 176,05 | 151,08 | 11,52 | | | 352,1 | 302,16 | 23,04 | | 12 | 24 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|--|-------------------------------|---|---------|--------|-------|-------|--|---------|--------|--------|-------|------|-------|
| 60 | ТЕР12-11-005-06 | Врезка трубопровода условным давлением 2,5 МПа в действующие магистрали, диаметр наружный врезаемой трубы 159 мм | 1 врезка | 2 | 222,96 | 186,15 | 15,13 | | | 445,92 | 372,3 | 30,26 | | 15 | 30 |
| 61 | ТЕР24-01-032-04 | Установка задвижек или клапанов стальных для горячей воды и пара диаметром 150 мм | 1 компл. задвижек или клапана | 2 | 4696,39 | 64,91 | 197,5 | 16,56 | | 9392,78 | 129,82 | 395 | 33,12 | 5,61 | 11,22 |
| 62 | ТСЦ-507-1005 | Фланцы стальные плоские приварные из стали ВСт3сп2, ВСт3сп3, давлением 1,6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 150 мм | шт. | 4 | 204,96 | | | | | 819,84 | | | | | |
| 63 | ТЕР22-06-005-01 | Врезка в существующие сети из стальных труб стальных штуцеров (патрубков) диаметром 50 мм | 1 врезка | 2 | 106,94 | 17,89 | 72,1 | 5,5 | | 213,88 | 35,78 | 144,2 | 11 | 1,46 | 2,92 |
| 64 | ТЕР24-01-032-01 | Установка задвижек или клапанов стальных для горячей воды и пара диаметром 50 мм | 1 компл. задвижек или клапана | 2 | 900,9 | 21,66 | 78,91 | 7,2 | | 1801,8 | 43,32 | 157,82 | 14,4 | 1,9 | 3,8 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|--|--|------------------------|---------|--------|-------|------|--|----------|----------|---------|-----|-------|
| 65 | ТСЦ-507-0999 | Фланцы стальные плоские приварные из стали ВСт3сп2, ВСт3сп3, давлением 1,6 МПа (16 кгс/см ²), диаметром 40 мм | шт. | 2 | 55,25 | | | | | 110,5 | | | | |
| 66 | ТЕР13-03-002-15 | Огрунтовка металлических поверхностей за один раз лаком БТ-577 | 100 м ² окрашиваемой поверхности | 2,7652 276,52 / 100 | 161,83 | 49,23 | 15,83 | 0,11 | | 447,49 | 136,13 | 43,77 | 0,3 | 3,91 |
| 67 | ТЕР26-01-010-01 | Изоляция трубопроводов матами минераловатными прошивными безобкладочными и в обкладках марки 125, изделиями минераловатными с гофрированной структурой | 1 м ³ изоляции | 50,47 | 1351,51 | 211,69 | 82,72 | | | 68210,71 | 10683,99 | 4174,88 | | 18,85 |
| 68 | ТЕР26-01-054-01 | Обертывание поверхности изоляции рулоными материалами насухо с проклейкой швов | 100 м ² поверхности покрытия изоляции | 7,35 735 / 100 | 1937,35 | 317,56 | 78,07 | | | 14239,52 | 2334,07 | 573,81 | | 31,98 |

Продолжение таблицы Б.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|---|---|---------------------|---------|--------|---------|--------|--|-----------------------|--------|--------|--------|-------|----------------|
| 69 | ТЕР01-01-033-02 | Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью 59 кВт (80 л.с.), группа грунтов 2 | 1000 м3 грунта | 0,681 681 / 1000 | 954,5 | | 954,5 | 131,81 | | 650,01 | | 650,01 | 89,76 | | |
| 70 | ТЕР01-02-027-02 | Планировка площадей механизированным способом, группа грунтов 2 | 1000 м2 спланированной площади | 0,53 530 / 1000 | 175,04 | | 175,04 | 17,02 | | 92,77 | | 92,77 | 9,02 | | |
| 71 | ТЕР27-04-001-04 | Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из щебня | 100 м3 материала основания (в плотном теле) | 0,53 53 / 100 | 4835,49 | 224,97 | 4254,71 | 309,41 | | 2562,81 | 119,23 | 2255 | 163,99 | 24,19 | 12,82 |
| 72 | ТСЦ-408-0017 | Щебень из природного камня для строительных работ марка 600, фракция 5(3)-10 мм | м3 | 53 | 133,94 | | | | | 7098,82 | | | | | |
| Итого по разделу 3 Трубопроводы от ТК-28/2 до Т. 9/1 ул. Л. Толстого | | | | | | | | | | 2216740, 4 | | | | | 2089,77 |
| 73 | 310-3015-1 | Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т (лом асфальта) | 1 т | 60 30*2 | 33,14 | | 33,14 | | | 1988,4 | | 1988,4 | | | |

Продолжение таблицы Б.1

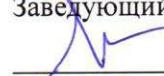
| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--|-----|-------------------|-------|--|-------|--|------------------|----------|----------|----------|----------|
| 75 | 310-3005-1 | Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т (грунт, обратный завоз) | 1 т | 650 500*1,3 | 16,07 | | 16,07 | | 10445,5 | | 10445,5 | | |
| 76 | 310-3005-1 | Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т (грунт) | 1 т | 205,4 158*1,3 | 16,07 | | 16,07 | | 3300,78 | | 3300,78 | | |
| 77 | 310-3005-1 | Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т (грунт, обратный завоз) | 1 т | 205,4 158*1,3 | 16,07 | | 16,07 | | 3300,78 | | 3300,78 | | |
| 78 | 311-01-144-1 | Грунт растительного слоя (земля, перегной):погрузка | 1 т | 650 500*1,3 | 5,67 | | 5,67 | | 3685,5 | | 3685,5 | | |
| 79 | 311-01-144-1 | Грунт растительного слоя (земля, перегной):погрузка | 1 т | 98,8 76*1,3 | 5,67 | | 5,67 | | 560,2 | | 560,2 | | |
| 80 | 310-1005-1 | Перевозка бетонных, железобетонных изделий | 1 т | 32,71 17+15,71 | 30,53 | | 30,53 | | 998,64 | | 998,64 | | |
| Итого по разделу 4 Перевозки автомобилями самосвалами | | | | | | | | | 237521,05 | | | | |
| Итого прямые затраты по смете в базисных ценах | | | | | | | | | 1862674,7 | 139224,1 | 211765,4 | 15015,55 | 12868,42 |

Окончание таблицы Б.1

| | | | | | | |
|--|----------------------|--|--|--|--|-----------------|
| Накладные расходы | 2165804, 4 | | | | | |
| Сметная прибыль | 1251629, 3 | | | | | |
| Итоги по смете: | | | | | | |
| Итого по разделу 1 Трубопроводы от ТК 23 до ТК 28-2 ул. Привокзальная | 5820252, 4 | | | | | 6793,49 |
| Итого по разделу 2 Надземный трубопровод от ТК 23 до ТК 28-2 ул. Привокзальная | 5235684, 6 | | | | | 3985,16 |
| Итого по разделу 3 Трубопроводы от ТК-28/2 до Т. 9/1 ул. Л. Толстого | 2216740, 4 | | | | | 2089,77 |
| Итого по разделу 4 Перевозки автомобилями самосвалами | 237521,0 5 | | | | | |
| Итого | 1351019 8 | | | | | 12868,42 |
| НДС 20% | 2702039, 7 | | | | | |
| ВСЕГО по смете | 1621223 8 | | | | | 12868,42 |

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт

Тепловые электрические станции

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 Е.А. Бойко

« 05 » 07 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Проект модернизации схемы теплоснабжения г. Ачинска

Руководитель Подборский 02.07.19 доцент, к.т.н. Л.Н. Подборский
подпись, дата

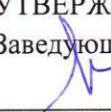
Выпускник Кретинина 01.07.19 кандидат техн. наук А.Е. Кретинина
подпись, дата

Нормоконтролер Шишмарев 03.07.19 кандидат техн. наук П.В. Шишмарев
подпись, дата

Технический контроль Михайленко 5.07.19 кандидат техн. наук С.А. Михайленко
подпись, дата

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Тепловые электрические станции

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

E.A. Бойко
« 15 » 07 2019г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студентке Кретининой Александре Евгеньевне
фамилия, имя, отчество

Группа 3ФЭ 14-01Б Направление (специальность) 13.03.01.
код

Теплоэнергетика и теплотехника
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Проект модернизации
схемы теплоснабжения г. Ачинска

Утверждена приказом по университету № 7179/с от 23 мая 2019 года

Руководитель ВКР Л.Н. Подборский, доцент кафедры «ТЭС» ПИСФУ
инициалы, фамилия, должность, учено звание и место работы

Исходные данные для ВКР объект реконструкции котельная Ачинск-1, схема
расположения демонтируемых и модернизируемой котельных, перечень
тепловых потребителей

Перечень разделов ВКР обоснование необходимости модернизации системы
теплоснабжения города, расчетная часть, общая часть, индивидуальное
задание, экономическая часть, охрана окружающей среды

Перечень графического материала

Лист 1. План трассировки тепловой сети после модернизации

Лист 2. Пьезометрический график тепловой сети

Лист 3. Тепловая камера

Лист 4. План котельной. Компоновка оборудования

Лист 5. Тепловая схема котельной

Лист 6. Автоматизация котельной

Лист 7. Итоги сметных расчетов

Руководитель ВКР


подпись

Л.Н. Подборский

Задание принял к исполнению


подпись

А.Е. Кретинина

« 02 » 07 2019 г.