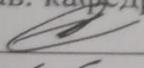


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Энергетический
Кафедра Энергетики
Направление подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы - Энергообеспечение
предприятий

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

 Н. В Савина
« 25 » 06 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Реконструкция котельной ДЭС поселка Моховая падь | города |
Благовещенск |

Исполнитель
студент группы 442-об1(2)

 25.06.18
(подпись, дата) Д.А. Карпалов

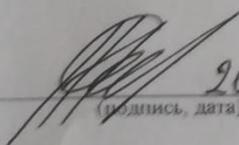
Руководитель
Професор док.
тех. наук

 26.06.18
(подпись, дата) С.П. Присяжная

Консультант
по безопасности и
экологичности
канд. тех. наук, доцент

 25.06.18
(подпись, дата) А.Б. Булгаков

Нормоконтроль
доцент

 26.06.18
(подпись, дата) А.Г. Ротачёва

Благовещенск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра энергетика

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

Н.В. Савина

«25» 02 2018 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Карамова Дмитрия
Александровича

1. Тема бакалаврской работы: Векторизация котельной ДЭС посела Моховая пада
(утверждено приказом от 12.03.18 № 573-уч)
2. Срок сдачи студентом законченной работы 5.06.2018 г.
3. Исходные данные к бакалаврской работе: данные по потребителю, схема теплоснабжения котельной ДЭС, данные по оборудованию котельной
4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке вопросов):
расчёт тепловых нагрузок, гидравлический расчёт, энергоэкономно-экологическая часть, безопасность и экол.
5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) схема тепловых сетей от котельной ДЭС посела Моховая пада, схема РВС, тепловая схема котельной, схема циклонов, схема дымоходов, котёл КВМ-30
6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Безопасность и экологичность канд. тех. наук, доцент Булюков А.Б.
7. Дата выдачи задания 5.02.2018

Руководитель выпускной квалификационной работы: Григорьева Софья
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Павлова, профессор, доктор тех наук
Задание принял к исполнению (дата): _____
(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 77 с., 13 таблиц, 1 рисунок, 1 приложения, 9 источников.

КОТЕЛЬНАЯ, КОТЛОАГРЕГАТ, ЦЕНТРОЛИЗОВАННОЕ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ,
КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ.

Цель дипломного проекта – реконструкция котельной ДЭС посёлка Моховая падь

Задачи которые необходимо решить для достижения данной цели:

- расчёт тепловых нагрузок;
- выбор основного и вспомогательного оборудования котельной;
- определение экономической эффективности инвестиций, а так же размер капиталовложений и срок окупаемости проекта;
- оценка безопасности и экологичности проекта.

В работе исследованы схема теплоснабжения по экономическим и техническим показателям.

В дипломном проекте выполнен расчёт тепловых нагрузок потребителей тепла, произведен выбор котлоагрегатов и вспомогательного оборудования, разработана схема теплоснабжения, произведена замена трубопроводов.

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений	6
Введение	7
1 Климатические особенности Амурской области	9
2 Описание котельной ДОС	18
2.1 Устройство и принцип работы котла Гефест-2,5-95	19
3 Расчет тепловых нагрузок квартала	22
3.1 Расчет нагрузок на отопление	22
3.2 Расчет нагрузок на горячее водоснабжение	23
4 Гидравлический расчет	25
4.1 Предварительный гидравлический расчет	25
4.2 Уточненный гидравлический расчет	27
5 Расчет тепловых потерь	29
6 Выбор оборудования котельной	31
7 Реконструкция	32
7.1 Котлы	32
7.2 Устройство и принцип работы котла КВм-3,0	32
7.3 Топки	34
7.4 Вентиляторы	39
7.5 Дымососы	42
7.6 Циклоны	45
7.7 Арматура	47
8 Организационно-экономическая часть	49
8.1 Капитальные вложения	49
8.2 Расчет амортизационных отчислений	50
8.3 Расчет затрат на воду	51
8.4 Расчет затрат на электроэнергию	52
8.5 Расчет численности рабочих	53

8.6 Расчет затрат на оплаты труда персонала котельной	55
8.7 Расчет налога на социальные нужды и медицинское страхование	55
8.8 Расчет прочих затрат	55
8.9 Оценка экономической эффективности проекта	56
8.10 Расчет и построение графика чистого дисконтированного дохода	58
9 Безопасность и экологичность	61
9.1 Безопасность	61
9.2 Экологичность проекта	72
9.3 Чрезвычайные ситуации	74
Заключение	77
Библиографический список	78
Приложение А Расчет в ПВК Mathcad 14	79

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ИТ - источник теплоснабжения

СТ – система теплоснабжения

ТЭЦ - теплоэлектроцентраль

ЦТ-централизованное теплоснабжение

ТЭР-топливно-энергетические ресурсы

ВИЭ-возобновляемые источники энергии

ВВЕДЕНИЕ

Россия занимает первое место в мире по масштабам развития теплофикации и центрального теплоснабжения. В настоящее время централизованное теплоснабжение развивается на базе ТЭЦ и производственных, районных или квартальных котельных. В системе централизованного теплоснабжения большое распространение получили ТЭЦ – предприятия по комбинированной выработке электроэнергии и теплоты.

Системы централизованного теплоснабжения обеспечивают теплоснабжение около 75 % всех потребителей тепла в России, включая сельские населенные пункты. При этом около 35% потребности в тепловой энергии обеспечивают теплофикационные системы, то есть системы, в которых источниками тепла служат ТЭЦ различной мощности.

Более чем за 100 лет своего развития российская система теплофикации и централизованного теплоснабжения (ЦТ) стала самой большой в мире. Под теплофикацией понимается процесс централизованного обеспечения потребителей тепловой энергией, полученной на ТЭЦ по комбинированному способу выработки тепловой и электрической энергии. Под ЦТ понимается теплоснабжение потребителей от источников тепла через общую тепловую сеть. Теплофикация занимает весомое место в энергетическом комплексе страны.

На сегодняшний день система теплоснабжения страны состоит из почти 50 тыс. локальных систем теплоснабжения, которая обслуживается 17 тыс. предприятиями теплоснабжения. Сложившаяся система отопления многоэтажных жилых домов организована как система ЦТ.

Основными источниками тепла в системе ЦТ являются теплофикационные энергоблоки на теплоэлектростанциях (ТЭЦ, как правило, в составе генерирующих компаний) и котельные (различных форм собственности).

Основные виды используемых природных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР): природный газ, нефть и нефтепродукты, уголь.

С каждым годом к теплоснабжению предъявляются все более высокие требования. Система должна быть надежной, экономичной, индустриальной и гибкой в эксплуатации. Надежность теплоснабжения обеспечивается надежной работой всех иерархических уровней системы: источниками теплоты, магистральными тепловыми сетями, квартальными сетями, включая тепловые пункты потребителей.

Цель выпускной квалификационной работы - реконструкция котельной ДЭС посёлка городского типа Моховая Падь.

Актуальность работы заключается в том, что требуется произвести замену морально устаревшего оборудования, а так же в 2020 году планируется подключение новых потребителей и нынешняя мощность котельной оказывается гораздо меньше требуемой, вследствие чего необходимо произвести реконструкцию.

Для достижения поставленной цели необходимо: учесть особенности климатических условий, произвести расчёт тепловых нагрузок, выполнить гидравлический расчёт, определить тепловые потери, рассмотреть вопрос об экологической безопасности и чрезвычайных ситуаций, а так же рассчитать экономическую эффективность.

1 КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Климат Амурской области резко-континентальный с чертами муссонности. Формирование такого климата обусловлено взаимодействием солнечной радиации, циркуляции воздушных масс и географических факторов. Под географическими факторами понимают многое: широтное положение; удаленность территории от моря; влияние подстилающей поверхности в виде рельефа, растительности, водных объектов. Все факторы климата образования - солнечная радиация, циркуляция атмосферы, географические факторы - взаимодействуют, определяя особенности климата любой территории.

Климат, прежде всего, характеризуют показатели температуры самого холодного и самого теплого месяцев. Одинаковые показатели разных мест объединяются изотермами. В январе изотермы с самыми низкими показателями приурочены к горным районам. На севере области средняя январская температура понижается до -40°C . В межгорных впадинах до -50°C . К югу температуры повышаются. На юге проходят изотермы от -28° до -24°C .

Зима в области суровая. На широте Благовещенска находится город Воронеж, где средняя температура января -9°C , а в Благовещенске январские температуры варьируют от -24° до -27°C . Бывают морозы до -44°C .

Лето на юге области теплое. Здесь проходят изотермы от 18° до 21°C . Теплым бывает лето и в межгорных долинах севера, где летние температуры поднимаются до $16-17^{\circ}\text{C}$. В горных районах температура с высотой достигает 12°C . Средние абсолютные максимумы температуры на севере области могут достигать 38°C , а на юге до 42°C .

Годовое количество осадков в области велико: в северо-восточных горных и восточных районах их величина составляет от 900 до 1000 мм.

В районах, тяготеющих к Амуру и нижнему течению реки Зеи, осадков выпадает меньше. Так, в районе поселка Ерофей Павлович — до 500 мм, в Благовещенске — до 550 мм, а в районе Архары — до 600 мм. Для всей области характерен летний максимум осадков, что обусловлено муссонностью климата.

За июнь, июль и август может выпадать до 70% годовой нормы осадков. Возможны колебания в выпадении осадков. Так, летом с возрастанием испарения увеличивается абсолютная и относительная влажность, а весной из-за сухости воздуха снежный покров большей частью испаряется, и следствием этого становится незначительный весенний подъем уровня воды в реках. Радиационный режим является основным фактором климатообразования.

Территория Амурской области располагается в умеренных широтах, где в течение года, в связи с изменением высоты солнца над горизонтом, изменяется продолжительность дня, а следовательно, и поступление солнечной радиации. На приход солнечной радиации влияет состояние атмосферы: чем больше повторяемость ясных дней, тем больше приток солнечной энергии. Высота местности и ориентация склонов также сказываются на распределении и величине радиации.

Одним из условий, определяющих величину солнечной радиации, является продолжительность солнечного сияния. Продолжительность солнечного сияния, выраженная в часах за год, на севере области составляет величину 1900-2000, а на юге — более 2500. В Благовещенске средняя величина солнечного сияния — 2266 часов, на метеостанции Бысса — 2187. Это довольно высокий показатель. Так, например, в Москве продолжительность солнечного сияния — 1600 часов за год. Вследствие большой протяженности области с севера на юг, разнообразия подстилающей поверхности и неодинаковой продолжительности солнечного сияния величина суммарной солнечной радиации изменяется от 90-95 ккал/см² в год на севере и до 110-117 ккал/см² в год на юге области.

Например, в Экимчане, расположенном на 53° 04' с.ш. и 132° 56' в.д., суммарная радиация 90 ккал/см² в год, а в Благовещенске, координаты которого 50° 15' с.ш. и 127° 34' в.д., величина суммарной радиации достигает 117 ккал/см² за год.

Поступление солнечной энергии зависит также от физического состояния почвы, воздуха, рельефа. Например, водные объекты медленно нагреваются

летом, а зимой постепенно отдают тепло. Всегда склоны, ориентированные на юг, нагреваются больше склонов другой ориентации. В сумме все факторы оказывают влияние на суточный и сезонный приход и расход тепла, что отражается в радиационном балансе.

По годовым показателям годовой радиационный баланс области характеризуется положительными величинами и составляет 25 ккал/см² на севере и 40 ккал/см² на юге. Большое воздействие на интенсивность солнечной радиации оказывает циркуляция атмосферы, которая над территорией Амурской области имеет хорошо выраженную сезонность, обусловленную западно-восточным переносом воздушных масс умеренных широт и сезонными термическими изменениями суши и моря. Циркуляционные факторы. Муссонный характер циркуляции над Амурской областью обусловлен общепланетарной циркуляцией.

С циркуляцией атмосферы происходит перенос воздушных масс с различными физическими свойствами. Для области характерен континентальный, умеренный воздух (к УВ). В циклонах и антициклонах к УВ может поступать и извне, принося свойства тех территорий, над поверхностью которых он приобрел температуру и влажность.

Поступает в область также континентальный арктический воздух (к АВ), вызывающий понижение температуры воздуха как летом, так и зимой. В летнее время Амурская область доступна проникновению тропического воздуха континентального (к ТВ) и морского (м ТВ) происхождения. Зональная (широтная) циркуляция воздушных масс, характерная для умеренных широт, над районами Амурской области изменяется по сезонам года, что обусловлено изменяющимся взаимодействием центров высокого и низкого давления у поверхности Земли.

Устойчивым образованием в зимнее время является азиатский антициклон с центром в Монголии. Северо-восточный отрог от центра высокого давления обуславливает преобладание в Амурской области зимой

ветров северо-западных румбов. В районе Берингова моря и Алеутских островов находится область низкого давления, существующая до июля.

При взаимодействии этих двух центров давления и антициклона, расположенного на севере Тихого океана - северотихоокеанского максимума, зимой над морями развивается циклоническая деятельность. Проникновение циклонов на сушу ограничивается стабильным влиянием сезонного центра высокого давления — азиатским антициклоном. Поэтому зимой на суше преобладают морозные и малоснежные погоды.

Это зимняя муссонная циркуляция. При интенсивном прогревании территории Евразии к лету азиатский антициклон разрушается и над материком устанавливается пониженное давление, что уже не препятствует циклонической деятельности на суше. Воздушные массы из области морей Тихого океана южного, юго-восточного, юго-западного направлений проникают на материк, активизируя циклоническую деятельность.

Циклоническими процессами обусловлены осадки летнего периода. Это летняя муссонная циркуляция. В районах наибольшей повторяемости циклонов формируются тропосферные фронты. В Амурской области известен приамурский фронт, который распространяется от низовий реки Зеи на северо-восток. Северо-восточное направление имеет читинский (азиатский) фронт, находящийся в Забайкалье. Зимой этих фронтов здесь нет, так как из-за преобладающего влияния азиатского антициклона их образование происходит над морями Тихого океана.

В течение весны изменяются условия, определяющие циркуляцию воздушных масс. Активизируется циклоническая деятельность на суше, достигая максимума летом. С началом охлаждения материка осенью наступают благоприятные условия для формирования циркуляции зимнего периода. Интенсивность циклонической деятельности ослабевает, что сопровождается увеличением погод солнечных и без осадков. Идет постепенное падение температур. Приходит зима.

Довольно часто в Амурскую область проникают континентальные, арктические воздушные массы (к АВ). Эти воздушные массы приходят с циклонами, которые перемещаются на Амурскую область с северо-запада.

Географические факторы. Влияние рельефа. Рельеф оказывает влияние на температуру воздуха, циркуляцию воздушных масс. С высотой температура воздуха понижается. В пониженных формах рельефа наблюдаются наиболее низкие температуры. Зимой с поднятием по склону температура растет. Происходит нарушение обычного изменения температуры с высотой. Это явление аномального хода температуры называется инверсией.

В различных районах мощность слоя инверсии неодинакова и зависит от глубины расчленения поверхности, циркуляции атмосферы. Средний из абсолютных минимумов на пониженных участках может быть на 2 — 8 градусов С ниже, чем на участках, расположенных выше.

Влияние морей и внутренних водоемов. Неровности рельефа могут вызывать изменение направления перемещения воздушных масс,двигающихся на территорию области со стороны морей и суши. Близость к морям определяет особенности сезонной циркуляции.

Благодаря взаимодействию воздушных масс, притекающих с морей, и континентальных с суши, активизируется циклоническая деятельность, все процессы имеют муссонный характер. Внутренние водоемы, в частности, Зейское водохранилище, способствуют формированию туманов, инея. Сезоны. В Амурской области по климатическим показателям выделяют четыре сезона года: зиму, весну, лето и осень.

Каждый сезон отличается изменениями температуры, осадков, влажности, преобладающим типом погод. Переход средней суточной температуры через -5°C в сторону похолодания признают началом зимы, а переход средней суточной температуры через $+5^{\circ}\text{C}$ в сторону увеличения рассматривают как начало весны. Признаками начала и конца лета служат показатели средней суточной температуры $+10^{\circ}\text{C}$ в момент увеличения - начало лета и ее уменьшения конец лета — начало осени.

Зима в области холодная, сухая с маломощным снежным покровом, с большим количеством солнечного сияния. Это наиболее продолжительный сезон года с низкими температурами как на севере, так и на юге области. Зимние погоды на севере области начинают преобладать с середины октября, на юге позже - с начала ноября. Продолжительность зимы на севере может достигать 202 дней, а на юге зимний сезон короче - до 150 дней. Погода зимой преимущественно ясная, солнечная. В этот сезон года преобладают антициклональные погоды с высоким давлением до 1000 мб, но возможно и более высоким, с низкими температурами (-28° -32°C на севере по средним показателям и до -30°C на юге) и малым количеством осадков.

Высота снежного покрова по средним показателям составляет 30 см, но ветром снег переносится, скапливается в понижениях и на подветренных склонах, где высота его может быть более метра. Снег выпадает при прохождении через область циклонов.

Но преобладают малоснежные погоды, солнечные морозные и маловетренные, формирование которых обусловлено влиянием азиатского антициклона. Весна в сравнении с холодной и продолжительной зимой характеризуется меньшей продолжительностью. Весенних дней на юге меньше, а на севере больше.

По средним показателям продолжительность весеннего сезона увеличивается с юга на север от 45 дней до 52. Весной возможны возвраты холодов, резкие перепады температур, обусловленные вторжением циклонов, а с ними как холодного, так и теплого воздуха. Потепление может вызывать гололедицу.

К неблагоприятным явлениям весны следует отнести метели, которые могут быть не только в марте, но и в апреле. Под влиянием усиливающейся солнечной радиации разрушается снежный покров, появляются проталины, первые зеленые ростки, изменяется цвет хвои у сосен и елей. Однако безморозный период на севере наступает в конце июня, а на юге на месяц

раньше. На севере безморозный период длится от 60 до 90 дней, в южных районах — 120-150 дней.

Весной идет перестройка циркуляции атмосферы с зимнего типа на летний. Над прогревающейся поверхностью суши давление понижается, создаются благоприятные условия для смещения циклонов с морей на сушу. Лето в области теплое и даже жаркое. Характеризуется значительным увеличением осадков по сравнению со всеми сезонами года. За июнь, июль и август на севере области выпадает от 350 до 450 мм, в южных районах от 250 до 350 мм осадков. Это 60-70% годовой нормы осадков. Дождливый может быть и сентябрь - первый осенний месяц.

С летними осадками связано половодье на больших и малых реках. Но наряду с дождливым летом могут быть засушливые погоды. Известны такие годы, как, например, 1954-й, когда в июле выпало всего 2 мм осадков, хотя июль, судя по многолетним наблюдениям, является наиболее влажным месяцем. Случаются годы со значительным превышением среднего месячного количества осадков. Последствиями этого являются наводнения.

Июль - наиболее теплый месяц. Летом, как и в другие сезоны года, наблюдается изменение температур не только широтное, но и связанное с высотой рельефа. С севера на юг температуры растут от 16° до 21°С, но в горных районах июльские температуры невысокие, от 10° до 12°С. В горных северных районах заморозки наблюдаются в течение всего лета.

Осень наступает в начале сентября, когда среднесуточные температуры воздуха переходят через +10°С в сторону их понижения. Сентябрьская осень бывает дождливой, особенно в первой половине, но с наступлением холодов все больше становится ясных солнечных дней. Устанавливается сухая, теплая, солнечная погода. Деревья и кустарники одеваются в «багрянец и золото». «Дальневосточная золотая осень» — чаще всего лучшее время года в области.

Постепенно легкий морозец сменяется устойчивыми холодами, предвещающими наступление зимы. Зачастую морозы начинаются раньше, чем

выпадает снег. Это связано с особенностями циркуляционных процессов, обусловленных охлаждением материка. Осенние погоды формируются под влиянием вторжения холодного и сухого воздуха из континентальных районов.

По мере усиления азиатского антициклона устанавливается зимняя циркуляция с сосредоточением циклонических процессов над морями. Продолжительность осени на юге — до 40 дней, на севере — до 30 дней. Осенний период короче весеннего приблизительно на десять дней. Колебания суточных температур придают осеннему периоду неустойчивый характер.

Дневные температуры и в ноябре могут быть положительными. Приведем несколько примеров за 1959 год. Средняя температура за ноябрь месяц в Белогорске была $-15,6^{\circ}\text{C}$, максимальная составила $+6,2^{\circ}\text{C}$, а минимальная за месяц была $-29,4^{\circ}\text{C}$. Самая низкая температура наблюдалась 25 ноября, а самая высокая — первого ноября.

В Мазаново средняя температура за ноябрь была $-18,7^{\circ}$, максимальная, которая была отмечена второго ноября, $+4,1^{\circ}\text{C}$, а самая низкая температура $-33,5^{\circ}\text{C}$ была 26 ноября.

В Мазаново, как и в Белогорске, в ноябре могут быть метели, после которых от таяния снега и затем при подмерзании его и образовании льда может быть гололедица. Неблагоприятные атмосферные явления. В холодный период года неблагоприятными погодами являются погоды с низкими температурами.

Абсолютные минимумы на севере области по средним показателям могут быть ниже -55°C , а на юге -45°C .

Зимние метели, сопровождающиеся сильным ветром, могут и в переходные сезоны года создавать снежные заносы, осложнять передвижение человека и транспорта. Бесснежье отрицательно сказывается на перезимовке сельскохозяйственных культур, плодовых деревьев, кустарников.

Поздние заморозки весной неблагоприятно сказываются на овощных культурах. Летом случаются грозы с сильным ветром и градом, что тоже может приносить значительный ущерб человеку.

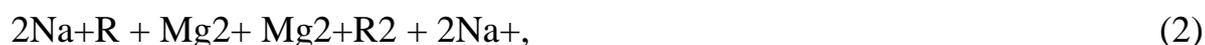
А летние наводнения, обусловленные муссонными дождями, иногда бывают с катастрофическими последствиями. Наряду с обильными дождями летом случаются и засухи. Засуха может сопровождаться слабым суховеем.

Климатические условия Амурской области и случающиеся неблагоприятные природные явления создают трудности в природопользовании. При хозяйствовании необходимо учитывать все особенности климата.

2 КОТЕЛЬНАЯ ДОС

Котельная ДОС поселка Моховая падь располагает мощностью в 5,5 Гкал/ч. На данной котельной используются котлы марки «Гефест-2,5-96 Шп». В эксплуатацию котлы вводились в 2006 году, а в 2010 году проводился последний капитальный ремонт. Котельная оборудована автоматикой режимов, тип прибора учёта отпуска ТЭ-ВКТ-7. Тепловая мощность котельной ДОС- 5,309 Гкал/ч. Вода на котельной умягчается при помощи Na-катионирования, рассмотрим этот процесс более подробно:

Для глубокого умягчения воды применяется двухступенчатое Na-катионирование, которое позволяет снизить жесткость исходной воды до 0,005—0,015 мг-экв/кг. Эта схема применяется как для природных вод, прошедших предварительную обработку, так и для артезианской воды. При Na-катионировании соли жесткости воды удаляются путем замещения катионов кальция и магния (накипеобразователей) на катионы натрия



где R — катионит, ионообменный материал.

В качестве катионита используется сульфуголь или ионообменные смолы КУ-1, КУ-2 и др. Катионит поглощает ионы Ca^{++} и Mg^{++} , а в воду переходят ионы Na^+ , т. е. в ней образуется бикарбонат натрия NaHCO_3 , определяющий щелочность воды в котле при упаривании за счет разложения NaHCO_3 на NaOH и CO_2 , и нейтральные соли — NaCl , Na_2SO_4 .

Способность катионита заменять Ca^{++} и Mg^{++} на Na^+ называется его обменной способностью. Когда все ионы натрия в катионите заменяются на ионы кальция и магния, катионит подвергается регенерации раствором поваренной соли. Реакции, протекающие при регенерации, можно выразить следующими уравнениями:



В результате регенерации снова получается катионит в Na-форме, готовый к умягчению воды, т. е. обмену ионов Na^+ на ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} . В раствор при регенерации переходят ионы кальция и магния, от которых катионит должен быть отмыт.

Эксплуатация катионитного фильтра состоит из следующих операций: умягчение воды, регенерация, состоящая из взрыхления катионита, пропуска регенерационного раствора соли и отмывки катионита от продуктов регенерации.

Во время работы фильтра подача воды производится сверху вниз, для чего при включении фильтра в работу открывают задвижку на входе исходной воды в фильтр и воздушник и проверяют, заполнен ли фильтр водой. Когда из воздушника появится вода, его закрывают и открывают задвижку на линии выхода умягченной воды. Для более глубокого умягчения применяется двухступенчатая схема (барьерный фильтр).

Вода последовательно проходит через катионитные фильтры I и II ступеней, остаточная жесткость после I ступени умягчения должна быть не выше 0,5—0,7 мг-экв/кг, после II ступени — 0,01—0,02 мг-экв/кг. При работе

фильтра необходимо соблюдать следующие правила:

- А) изменение нагрузки на фильтр должно быть равномерным, без резких колебаний;
- Б) во время работы фильтра необходимо периодически открывать воздушник для выпуска скопившегося воздуха;

2.1 Устройство и принцип работы котла Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ)

Основными элементами котла Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ) являются блок котла и блок механической топki с шурующей планкой. Котлы работают с уравновешенной тягой, которую обеспечивает дутьевой вентилятор и дымосос.

Блок котла Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ), собранный на опорной раме, представляет собой газоплотную сварную конструкцию, состоящую из трубной

системы с конвективной поверхностью нагрева. Корпус блока котла имеет каркас с теплоизоляцией и съёмную декоративную обшивку.

Котёл Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ) имеет горизонтальную компоновку. Топочная камера котла (за исключением пода) полностью экранирована газоплотными панелями. Лаз для очистки от зольных отложений и осмотра труб топочной камеры устанавливается при монтаже в нижней части блока справа или слева.

Конвективная поверхность нагрева (КП) состоит из пакетов, которые при ремонте легко демонтируются даже в ограниченном пространстве (при ширине проходов между котлами в один метр). В нижней части конвективного блока находится зольный бункер с лазом для очистки от зольных отложений и осмотра труб конвективного пучка.

Газоотвод производится через газоход в верхней части задней стенки котла. Для управления работой котла Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ), обеспечения расчётных режимов работы и безопасных условий эксплуатации котёл оснащается необходимой предохранительной и запорной арматурой, контрольно-измерительными приборами и приборами безопасности, которые устанавливаются согласно схеме расположения арматуры.

Приборы безопасности обеспечивают отключение подачи топлива при достижении предельных значений температуры и давления воды в котле. Запорная арматура служит для отвода воды из котла Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ) в тепловую сеть, подвода обратной воды в котёл, слива воды из котла, для периодической продувки и удаления шлама. Контрольно-измерительные приборы (термометры и манометры) обеспечивают измерение давления и температуры на входе и выходе воды из котла.

Теплоизоляция блоков котла Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ) выполнена из прошивных матов из минеральной ваты и теплоизоляционных плит. Обшивка блоков котла выполнена из тонколистового кровельного стального проката с полимерным покрытием.

Блок котла Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ) устанавливается на механическую топку с шурующей планкой (ТШПм) и колонны для опор. Топка ТШПм состоит из топочного блока, неподвижных и подвижных колосников, бункера подачи топлива, шурующей планки. Топливо подается транспортером топливоподачи через бункер подачи топлива и сжигается в слое на водоохлаждаемой трубной колосниковой решётке.

Шурующая планка предотвращает спекание топлива и одновременно распределяет топливо по колосниковой решётке. Под решёткой организованы зоны для подачи необходимого воздуха для горения. Воздух под колосниковую решётку подаётся от вентилятора. Воздух на вторичное дутье подаётся в верхнюю переднюю и нижнюю заднюю часть топки от вентилятора.

Удаление шлака с колосниковой решётки происходит за счёт движения шурующей планки, которая приводится в движение электродвигателем. Удаление шлака производится транспортером шлакозолоудаления.

Котёл Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ) поставляется двумя транспортабельными блоками максимальной заводской готовности (блок котла, топка), вентилятор поставляется отдельным грузовым местом. Комплект автоматики, комплектующие узлы (вентилятор, воздухопроводы, лаз, люк, приборы, арматура и другие мелкие детали), неустановленные на блоке котла, поставляются упакованные в ящики. Транспортирование котлов может осуществляться всеми видами транспорта.

По желанию Заказчика котлы могут дополнительно комплектоваться дымососом, золоуловителем, транспортером углеподачи и линией шлакозолоудаления.

3 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК КВАРТАЛА

3.1 Расчет нагрузок на отопление

Расчетная тепловая нагрузка на отопления отдельного здания определяется по укрупненным показателям:

$$Q_o^{\max} = \alpha V q_o (t_j - t_o) (1 + K_{u.p.}) 10^{-6} \quad (5)$$

где α - поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления t_o от $t_o = -33$ °С;

V - объем здания по наружному обмеру, м³;

q_o - удельная отопительная характеристика здания при $t_o = -30$ °С, ккал/м³ч°С;

$K_{u.p.}$ - расчетный коэффициент инфильтрации, обусловленной тепловым и ветровым напором, т.е. соотношение тепловых потерь зданием с инфильтрацией и теплопередачей через наружные ограждения при температуре наружного воздуха, расчетной для проектирования отопления.

Расчетный коэффициент инфильтрации $K_{u.p.}$ определяется:

$$K_{u.p.} = 10^{-2} \sqrt{\left[2gL \left(1 - \frac{273+t_o}{273+t_j} \right) + w_o^2 \right]} \quad (6)$$

где g - ускорение свободного падения, м/с²;

L - свободная высота здания, м;

w_o - расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с; принимается по СНиП 23-01-99 [1].

Средняя тепловая нагрузка отопления определяется по формуле:

$$Q_o^{cp} = Q_o^{\max} \frac{t_{вн} - t_o^{cp}}{t_{вн} - t_o^p}, \quad (7)$$

где Q_o^{\max} - расчетная тепловая нагрузка отопления

$t_{вн}$ - расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях, °С;

t_o^p - расчетная для отопления температура наружного воздуха, °С;

t_o^{cp} - расчетная за отопительный период температура наружного воздуха, °С.

Годовой расход теплоты на отопление

$$Q_o^r = Q_o^{cp} \cdot h_0 \quad (8)$$

где h_0 - длительность отопительного периода, ч.

3.2 Расчет нагрузок на горячее водоснабжение

Средняя часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения потребителя тепловой энергии Q_{hm} , Гкал/ч, в отопительный период определяется по формуле:

$$Q_{hm} = \frac{\alpha N (55 - t_c) 10^{-6}}{T} \quad (9)$$

где α - норма затрат воды на горячее водоснабжение абонента, л/ед. измерения в сутки; должна быть утверждена местным органом самоуправления; при отсутствии утвержденных норм принимается по таблице Приложения 3 (обязательного) СНиП 2.04.01-85 [3];

N - количество единиц измерения, отнесенное к суткам, - количество жителей, учащихся в учебных заведениях и т.д.;

t_c - температура водопроводной воды в отопительный период, °С; при отсутствии достоверной информации принимается $t_c = 5$ °С;

T - продолжительность функционирования системы горячего водоснабжения абонента в сутки, принимаем 24 ч;

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение:

$$Q_{hm}^r = Q_{hm} \cdot n_0 \quad (10)$$

где n_0 - длительность периода горячего водоснабжения, ч.

Таблица 1 - Нагрузка на отопление и горячее водоснабжение

№ здания	V, м ³	q, ккал /м ³ ч ⁰ С	L, м	t, °С	Q _{омах} Гкал/ч	Q ₀ ^Г Гкал	Q _{hm} Гкал/ч	Q _{hm} ^Г Гкал
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	48	0,21	4	18	4,5*10 ⁻⁴	3,5*10 ⁻⁵	5*10 ⁻⁶	0,044
2	2400	0,38	6	18	0,04	0,013	0,016	142,35
3	2400	0,38	6	18	0,042	0,013	0,016	142,35
4	2400	0,38	6	18	0,04	0,226	0,033	284,7
5	6000	0,43	10	18	0,116	0,029	4,2*10 ⁻³	36,5
6	4200	0,41	12	18	0,078	0,152	0,022	191,625
7	24	0,15	3	18	1,6*10 ⁻⁴	1.2*10 ⁻⁵	1,7*10 ⁻⁶	0,015
8	6000	0,43	15	18	0,117	0,564	0,081	711,75
9	60	0,31	3	18	8,3*10 ⁻⁴	7.2*10 ⁻³	1,1*10 ⁻³	9,125
10	6000	0,43	15	18	0,117	0,564	0,081	711,75
11	6000	0,43	15	18	0,117	0,564	0,081	711,75
12	2400	0,38	6	18	0,04	0,226	0,033	284,7
13	2400	0,38	6	18	0,042	0,226	0,033	284,7
14	3600	0,39	9	18	0,063	0,339	0,049	427,05

Расчет приведен в приложении А.

4 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Для проведения гидравлического расчета необходимо разбить тепловую сеть на участки, а затем для каждого из них определить тепловые нагрузки на отопление и горячее водоснабжение.

Расчетный расход теплоносителя на отопление, кг/с:

$$G_o^{\max} = \frac{Q_o^{\max}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')}, \quad (11)$$

где c – теплоемкость воды;

τ_1', τ_2' - текущие температуры в подающем трубопроводе тепловой сети и обратном трубопроводе после системы отопления, °С.

Расход теплоносителя на горячее водоснабжение, кг/с:

$$G_{hm} = \frac{Q_{hm}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')}, \quad (12)$$

4.1 Предварительный гидравлический расчет

Предварительный гидравлический расчет выполняется без учета потерь в местных сопротивлениях.

Зная расходы теплоносителя на участках и средние удельные потери на трение, находим диаметр $d_{вн}$ трубопровода и соответствующие значения $R_{уд}$:

$$d_{вн} = \frac{0,117 \cdot G^{0,38}}{R_{уд}^{0,19}}, \quad (13)$$

где G -расход теплоносителя на участке, кг/с;

$d_{вн}$ - внутренний диаметр, м;

$R_{уд}$ – удельные потери, Па/м.

По вычисленному значению $d_{вн}$ подбирается стандартный диаметр, по которому уточняется величина $R_{уд}$:

$$R_{уд} = \frac{13,62 \cdot 10^{-6} \cdot G^2}{d_{вн}^{5,25}}, \quad (15)$$

Предварительный гидравлический расчет сводится в таблицу 2.

Таблица 2 – Предварительный гидравлический расчет

№ участка	Расчётные расходы теплоносителя, кг/с			l, м	$d_{вн}$, мм	$R_{уд}$, Па/м	$R_{уд} \times l$, Па
	$G_{от}$	$G_{гвс}$	$G_{сум}$				
1	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	13,15	30	0,144	58,86	6,835
2	0,281	0,013	0,775	55	0,051	49,05	6,144
3	0,293	0,013	12,375	89	0,136	68,67	6,053
4	0,281	0,226	0,519	50	0,041	68,67	1,201
5	0,804	0,029	11,857	45	0,143	49,05	5,556
6	0,539	0,152	11,857	45	0,143	49,05	5,556
7	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	0,507	47	0,043	49,05	2,629
8	0,813	0,564	0,507	47	0,043	49,05	2,629
9	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-3}$	8,583	54	0,126	49,05	2,912
10	0,813	0,564	4,292	110	0,097	49,05	3,909
11	0,813	0,564	1,377	8	0,059	68,67	8,468
12	0,281	0,226	2,915	87	0,084	49,05	37,933
13	0,293	0,226	$1,1 \cdot 10^{-3}$	49	$4,2 \cdot 10^{-3}$	49,05	$5,5 \cdot 10^{-6}$
14	0,436	0,339	3,332	10	0,088	49,05	6,015
15	-	-	1,666	41	0,068	49,05	1,504
16	-	-	0,833	43,4	0,052	49,05	0,376
17	-	-	0,833	14,3	0,052	49,05	0,376
18	-	-	2,767	34	0,082	49,05	1,625
19	-	-	1,377	18	0,063	49,05	8,468
20	-	-	1,377	42	0,063	49,05	8,468
21	-	-	0,013	84	0,011	49,05	$9 \cdot 10^{-5}$
22	-	-	0,013	10	0,011	49,05	$1,7 \cdot 10^{-3}$
23	-	-	2,913	51	0,084	49,05	37,904
24	-	-	0,691	121	0,049	49,05	0,772
25	-	-	0,691	7	0,049	49,05	0,772
26	-	-	2,222	29	0,076	49,05	4,59
27	-	-	1,014	40	0,056	49,05	11,904
28	-	-	0,507	41,9	0,043	49,05	11,904
29	-	-	0,507	6,6	0,043	49,05	11,904

Продолжение таблицы 2

№ участка	Расчётные расходы теплоносителя, кг/с			l, м	d _{вн} , мм	R _{уд} , Па/м	R _{уд} × l, Па
	G _{от}	G _{гвс}	G _{сум}				
30	-	-	1,209	83	0,06	49,05	6,523
31	-	-	0,803	106	0,051	49,05	2,879
32	-	-	0,406	9	0,04	49,05	0,735
33	-	-	0,397	39	0,039	49,05	1,614
34	-	-	0,394	9	0,039	49,05	7,194
35	-	-	3.1*10 ⁻³	10	6.2*10 ⁻³	49,05	10*10 ⁻⁵
36	-	-	3.1*10 ⁻³	76	6.2*10 ⁻³	49,05	4.5*10 ⁻⁴

4.2 Уточненный гидравлический расчет

Таблица 3 – Уточненный гидравлический расчет

№ участка	G _{сум} , кг/с	l, м	l ₃ , м	l+l ₃ , м	d _{вн} , мм	R _{уд} , Па/м	H, Па
1	2	3	4	5	6	7	8
1	41,324	63	12,6	75,6	0,222	1,693*10 ⁶	1,263*10 ⁴
2	28,626	52	10,4	62,4	0,2	52,153	0,332
3	3,93	73	14,6	87,6	0,088	37,404	0,334
4	24,696	59	11,8	70,8	0,189	4,466*10 ³	32,229
5	3,709	85	17	102	0,089	10,327	0,107
6	1,094	24	4,8	28,8	0,058	20,321	0,06
7	19,893	53	10,6	63,6	0,168	297,031	1,926
8	2,433	10	2	12	0,078	100,67	0,123
9	2,722	66	13,2	79,2	0,079	5,56	0,045
10	10,738	54	10,8	64,8	0,155	3,69*10 ³	24,377
11	2,831	76	15,2	91,2	0,08	6,014	0,056
12	11,907	27	5,4	32,4	0,143	2,409*10 ³	7,956
13	5,954	24	4,8	28,8	0,103	26,604	0,078
14	1,401	97	19,4	116,4	0,061	4,755	0,056
15	12,698	169	33,8	202,8	0,147	1,548*10 ⁵	3,199*10 ³
16	1,224	63	12,6	75,6	0,06	3,627	0,028
17	1,224	25	5	30	0,06	508,668	1,556
18	11,475	28	5,6	33,6	0,136	318,903	1,092
19	4,853	48	9,6	57,6	0,102	57,053	0,335
20	6,621	70	14	84	0,115	32,906	0,282
21	1,485	35	7	42	0,065	748,682	3,205
22	2,776	23	4,6	27,6	0,082	5,785	0,016

Продолжение таблицы 3

№ участка	G _{сум} , кг/с	l, м	l ₃ , м	l+l ₃ , м	d _{вн} , мм	Руд, Па/м	Н, Па
23	2,36	72	14,4	86,4	0,075	13,495	0,119
24	0,824	22	4,4	26,4	0,052	62,612	0,168
25	1,536	38	7,6	45,6	0,066	5,716	0,027
26	0,775	28	5,6	33,6	0,049	0,173	5,929*10 ⁻⁴
27	0,761	27	5,4	32,4	0,05	0,034	1,126*10 ⁻⁴
28	0,455	41,9	8,38	50,28	0,041	9,6	0,049
29	0,455	66	1,32	7,92	0,041	9,6	0,008
30	1,37	83	16,6	99,6	0,063	8,4	0,008
31	0,9	106	21,2	127,2	0,054	3,7	0,048
32	0,455	9	1,8	10,8	0,041	0,9	0,001
33	0,459	39	7,8	46,8	0,042	2,1	0,01
34	0,455	9	1,8	10,8	0,041	9,6	0,011
35	0,0034	10	2	12	0,006	0,0001	0,0000002
36	0,0034	76	15,2	91,2	0,006	0,0006	0,000005

Расчет приведен в приложении А.

5 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

Нормативы технологических потерь при передаче тепловой энергии разрабатываются для каждой организации, эксплуатирующей тепловые сети для передачи тепловой энергии потребителям. Разработка нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии осуществляется выполнением расчетов нормативов для тепловой сети каждой системы теплоснабжения.

Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой, м^3 , определяются по формуле:

$$G_{\text{ут.н}} = a \times V_{\text{год}} \times n_{\text{год}} 10^{-2} = m_{\text{ут.год.н}} n_{\text{год}}, \quad (16)$$

где a - норма среднегодовой утечки теплоносителя, $\text{м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^3$, установленная правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей, а также правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок, в пределах 0,25 % среднегодовой емкости трубопроводов тепловых сетей в час;

$V_{\text{год}}$ - среднегодовая емкость трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией, м^3 ;

$n_{\text{год}}$ - продолжительность функционирования тепловых сетей в году, ч;

$m_{\text{ут.год.н}}$ - среднегодовая норма потерь теплоносителя, обусловленных утечкой, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии, $G_{\text{кал}}$, обусловленных потерями теплоносителя производится по формуле:

$$Q_{\text{у.н}} = m_{\text{у.год.н}} \rho_{\text{год}} c [b \tau_{1\text{год}} + (1-b) \tau_{2\text{год}} - \tau_{\text{х.год}}] n_{\text{год}} 10^{-6}, \quad (17)$$

где $\rho_{\text{год}}$ - среднегодовая плотность теплоносителя при средней (c учетом

б) температуре теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, кг/ м³;

b - доля массового расхода теплоносителя, теряемого подающим трубопроводом тепловой сети (принимается 0,6);

$\tau_{1\text{год}}$ и $\tau_{2\text{год}}$ - среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети по температурному графику регулирования тепловой нагрузки, °С;

$\tau_{x.\text{год}}$ - среднегодовое значение температуры исходной воды, подаваемой на источник теплоснабжения и используемой для подпитки тепловой сети, °С;

c - удельная теплоемкость теплоносителя, ккал/кг °С.

Нормативные технологические затраты тепловой энергии на заполнение новых участков трубопроводов и после плановых ремонтов, Гкал, определяются:

$$Q_{\text{зап}} = 1,5 V_{\text{тр.з}} \rho_{\text{зап}} c (\tau_{\text{зап}} - \tau_x) 10^{-6}, \quad (18)$$

где $V_{\text{тр.з}}$ - емкость заполняемых трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией, м³;

$\rho_{\text{зап}}$ - плотность воды, используемой для заполнения, кг/ м³;

$\tau_{\text{зап}}$ - температура воды, используемой для заполнения, °С;

τ_x - температура исходной воды, подаваемой на источник тепловой энергии в период заполнения, °С.

Результаты расчета тепловых потерь сведены в таблицу, приведенную в приложении А.

6 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

Для определения тепловой нагрузки котельной необходимо учесть тепловую нагрузку на отопление, горячее водоснабжение и потери.

$$\sum Q_{\text{отmax}} + Q_{\text{гв}} + Q_{\text{пот}} = Q_{\text{котельной}} \quad (14)$$

$$0,906 + 0,154 + 0,321 = 1,9$$

Выбираем котёл КВМ-3,0-95ТШПм (КВМ-3,0КБ), производительность 3,0 МВт. КПД котла 85%, котёл работает на буром угле. Температура воды на входе/выходе 70/115°C. Так же учитывается наличие резервного котла марки КВМ-3,0-95ТШПм.

7 РЕКОНСТРУКЦИЯ

7.1 Котлы

В связи с тем что срок эксплуатации котлов Гефест-2,5-95ШП (КВм-2,5КБ) равен 10-ти годам, было принято решение реконструировать котельную, основываясь на замене котлов, эквивалентным вышеуказанным. Так как ставить один котёл считается не рациональным решением, мы установим два котла марки КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ).

7.2 Устройство и принцип работы котла КВм-3,0-95

Котёл КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ) состоит из блока котла в обшивке и изоляции и топки ТШПм.

Блок котла КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ) установлен на топку и колонны для рамы. Блок котла КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ), собранный на опорной раме, представляет собой сварную конструкцию, состоящую из трубной системы с конвективной поверхностью нагрева. Конвективная поверхность нагрева состоит из конвективных экранов, собранных из флажков, которые можно демонтировать при ремонте.

В нижней части конвективного блока расположен зольный бункер с лазом для осмотра и очистки труб конвективного пучка. Над конвективной и над топочной частью блока котла КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ) расположены два взрывных клапана по одному взрывному клапану над каждой частью. Подвод воды в котёл КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ) осуществляется через коллектор входной, отвод воды в систему производится через коллектор выходной, расположенные с тыльной стороны котла.

Отвод дымовых газов производится через газоход в верхней части задней стенки котла. Наружные поверхности блока котла КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ) закрыты обшивкой из стального листа с теплоизоляционными матами из минеральной ваты.

Топливо подается через бункер при помощи секторного питателя на неподвижную колосниковую решетку, по которой перемещается при помощи трехгранной планки, совершающей периодические возвратно-поступательные движения вдоль решетки. Под решеткой организованы камеры (зоны), для подачи воздуха, необходимого для горения.

Воздух под колосниковую решетку подается от вентилятора, который отключается синхронно с ходом шурующей планки. На котле КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ) вентилятором КЗГ-280-АК54-02 подается воздух в систему сопел вторичного дутья (в нижней части топочного объема), которая обеспечивает более полное сгорание топлива в топочном объеме.

Для управления работой котла КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ), обеспечения расчетных режимов работы и безопасных условий эксплуатации котел оснащается необходимой предохранительной и запорной арматурой, контрольно-измерительными приборами и приборами безопасности.

Контрольно-измерительные приборы: термометры и манометры обеспечивают измерение температуры и давления воды на входе и выходе из котла.

Котёл КВм-3,0-95ТШПм (КВм-3,0КБ) поставляется двумя транспортабельными блоками (блок котла в обшивке и изоляции, топка с установленными комплектующими) в комплекте с приборами безопасности, КИП, арматурой и гарнитур

Таблица 4 – Каталожные данные котла КВм-2,6

№	Наименование показателя	Значение
1	Номер чертежа компоновки	23.8009.062
2	Тип котла	Водогрейный
3	Вид расчетного топлива	1 - Каменный уголь; 2 - Бурый уголь
4	Теплопроизводительность, ГКал/ч	2.6

5	Теплопроизводительность, МВт	3
6	Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе, МПа (кгс/см ²)	0,6 (6)
7	Температура питательной воды, °С	70
8	Температурный график воды, °С	70-95
9	Расчетный КПД (топливо №1), %	81
10	Расход расчетного топлива (топливо №1), кг/ч (м ³ /ч - для газа и жидкого топлива)	454
11	Расход расчетного топлива (топливо №2), кг/ч (м ³ /ч - для газа и жидкого топлива)	662
12	Габариты транспортабельного блока, LxVxH, мм	4334x2200x2654
13	Габариты компоновки, LxVxH, мм	7240x2390x3250
14	Масса котла без топки (транспортабельного блока котла), кг	4694
15	Масса котла без топки (в объеме заводской поставки), кг	8060 (9260)
16	Вид поставки	В сборе
17	Базовая комплектация в сборе	Блок котла в обшивке и изоляции Топка ТШПм-2,5М

7.3 Топки

Для сжигания топлива к новым котлам мы докупим подходящие им топки.

Топка ТШПМ 2,5 механическая топка с неподвижной топочной решеткой и шурующей планкой, мощностью 2,5 МВт., предназначена для сжигания

сортированных и рядовых каменных и бурых углей и используются с паровыми и водогрейными котлами.

С топками ТШПМ-2,5 устанавливаются водогрейные котлы Гефест, котлы КВм мощностью от 2,5 до 3,0 МВт, паровые котлы ДСЕ. Топки ТШПМ-2,5 устанавливается в твердотопливных котельных, с механическими транспортерами подачи топлива в бункер топки и механическими системами шлакоудаления.

Топки ТШПМ механизмируют процесс подачи топлива, его шурования и сброса шлака, и обеспечивают автоматическую работу котла по заданному автоматикой циклу. Принцип работы: Топки ТШПМ-2,5 обеспечивают автоматическую подачу топлива на колосниковую или водоохлаждаемую трубную решётку, шурование и перемещение слоя горящего топлива и сброс золы и шлака при помощи шурующей планки с электромеханическим приводом.

При ходе планки вперед все топливо, лежащее на решетке, движется волнообразно, что способствует его перемешиванию, а при обратном ходе планки часть раскаленного топлива с середины решетки перемещается к фронту, благодаря чему улучшаются условия воспламенения угля, поступающего на решетку, поскольку раскаленные частицы являются очагами воспламенения свежего топлива.

Когда планка движется назад, то топливо смещается только на 15-25% от величины сдвига в прямом направлении. Сброс золы и шлака с решетки осуществляется при опрокидывании поворотных колосников в задней части топки.

Для надежного заполнения решетки топливом, а также осуществления шуровки слоя происходит чередование ходов планки на разную длину. Выбор движения планки определяется в зависимости от характеристик топлива, длины решетки и тепловой нагрузки топки. Движение планки регулируется автоматикой топки.

В топках ТШПМ-2,5 предусмотрены устройства независимого регулирования объема дутьевого воздуха по зонам горения, подаваемого под решетку и подача вторичного воздуха в зону горения над решеткой. Диапазон регулирования мощности топок обеспечивается изменением интервала времени между циклами хода шурующей планки и объема подачи дутьевого воздуха в зоны горения топлива.

При прекращении подачи электроэнергии и отклонениях от допустимых значений давления, температуры воды на выходе из котла, разрежения в топочной камере, автоматика безопасности обеспечивает отключение дутьевого вентилятора, автоматической подачи топлива и включение светозвуковой сигнализации.

Устройство: В состав топки ТШПМ-2,5 входят следующие узлы:

- бункер топлива;
- неподвижная колосниковая или охлаждаемая решетка;
- основание топки;
- шурующая планка;
- каретка;
- редуктор с электродвигателем;
- щит управления топкой ТШПМ-2,5;
- вентилятор поддува;
- контрольно-измерительные приборы;
- запорные вентили.

Топочная решетка топки ТШПМ-2,5 предназначена для поддержания горящего слоя топки и распределения воздуха в слой топлива.

В конце топочной решетки ТШПМ-2,5 устанавливаются поворотные колосники, служащие для дожигания несгоревших кусочков угля. При необходимости, колосники вручную опрокидываются, а затем возвращаются в исходное положение. Топочная решетка устанавливается на основание топки.

Основание топки ТШПМ-2,5 представляет собой раму, сваренную из швеллеров, боковых листов, газового короба, перегородок делящих газовый короб на дутьевые зоны и дверцы для осмотра и обслуживания. На задней стенке основания топки имеется люк. Через переднюю стенку и воздушные перегородки проходит короб, по которому перемещается зубчатая рейка (штанга).

Перегородки делят данное основание на зоны дутья для регулирования подвода воздуха к зонам горящего слоя топлива. На основание топки, кроме топочной решетки, устанавливаются все остальные детали топки ТШПМ-2,5.

Шурующая планка ТШПМ-2,5 состоит из трехгранной планки и труб, через которые подается вода для охлаждения планки водой. Шурующая планка предназначена для продвижения горящего топлива по решетке, шуровки слоя, сброса выгоревшего шлака и подачи раскаленных кусочков топлива под свежее топливо.

Передняя грань шурующей планки, обращенная к шлаковому бункеру, расположена под углом $40 - 60^\circ$ к горизонтали, а грань, обращенная в сторону бункера с топливом, под углом $15 - 16^\circ$. Вследствие такого расположения граней топливо из бункера при каждом ходе планки поступает в топку в большем количестве, а при обратном движении увлекается в меньшем количестве.

Шурующая планка герметично закрепляется в основании топки при помощи втулок. Втулки могут выполняться из бронзы и из чугуна. Каретка ТШПМ-2,5 приводит в движение шурующую планку, состоит из швеллера с приваренными к нему опорами шурующей планки, опорами каретки с роликами, кронштейнами для крепления штанги и тяги секторного питателя. Каретка служит для передачи усилия со штанги на шурующую планку и тягу секторного питателя бункера.

Рама каретки состоит из двух направляющих швеллеров, стоек с раскосами. Рама каретки служит для установки на ней каретки, бункера и концевых выключателей. Опора штанги состоит из стойки, ролика, оси. Опора

штанги служит для направления движения штанги в коробе топки. Бункер топки ТШПМ-2,5 состоит из корпуса с качающейся перегородкой, секторного питателя с кронштейнами. Бункер служит для создания запаса топлива и подачи его на решетку при помощи секторного питателя.

Секторный питатель закреплен на осях, снабженных масленками для смазки. Секторный питатель приводится в движение тягой. Для уменьшения зависания топлива в корпусе бункера служит качающаяся перегородка. Вверху бункера устанавливается решетка размером ячейки 100*100, для исключения попадания больших кусков топлива в бункер. При использовании угля с повышенной влажностью, а также содержанием мелочи от 0 до 6 мм более 50 % не рекомендуется заполнять бункер более чем до половины.

Усилие, необходимое для движения шурующей планки и секторного питателя, создается приводом. Привод топки ТШПМ-2,5 состоит из электродвигателя мощностью 3 КВт, числом оборотов 1000 и редуктора типа Ч 125-63, соединенных полумуфтой. На вал двигателя устанавливается шестерня, приводящая в движение зубчатую рейку (штангу).

Зубчатая рейка (штанга) собирается из сегментов зубчатой рейки и уголка.

Топки ТШПМ-2,5 устанавливаются на опоры и закрепляются пластинами, имеют расширение в продольном и поперечном направлениях. Для установки топки ТШПМ-2,5 изготовление фундамента не требуется, достаточно ровной поверхности. Подвод воздуха к топке односторонний с правой или левой стороны топки. Для регулирования воздуха применены воздушные клапаны, установленные на щеке со стороны подвода воздуха. В топках предусмотрены устройства независимого регулирования объема дутьевого воздуха по зонам горения, подаваемого под решетку. В некоторых моделях топок предусмотрена подача вторичного воздуха в зону горения над решеткой.

Автоматика топки ТШПМ-2,5 обеспечивает технологическую защиту котла, топки и электродвигателей. При прекращении подачи электроэнергии и отклонениях от допустимых значений давления, температуры воды на выходе из котла, разрежения в топочной камере, автоматика безопасности

обеспечивает отключение дутьевого вентилятора, автоматической подачи топлива и включение светозвуковой сигнализации. Существует два вида автоматики топок ТШПМ-2,5. Стандартные с одним ходом шурующей планки-вперед назад, и с полуторным ходом, когда планка совершает полный ход вперед-назад, а затем эмпирический ход - на время устанавливаемое пользователем.

Таблица 5 - Технические характеристики ТШПМ 2,5

Наименование	Топка ТШПм-2,5
Производительность топки, МВт	2,5
Вид топлива	Каменный и бурый уголь
Коэффициент избытка воздуха за топкой, не боле	1,4
Активная площадь колосниковой решетки, м ²	2,34
Скорость движения полотна, м/ч	1,3...19,3
Давление воды для охлаждения решетки и шурующей планки, МПа (кгс/см ²)	0,6 (6,0)
Установочная мощность, кВт	3
Режим работы	Наладочный и автоматический
Габаритные размеры:	
длина	5300
ширина (по решетке)	1180
высота	2530
Масса, т, не более	2,4

7.4 Вентиляторы

Электровентилятор дутьевой центробежный котельный ВД-2,8-3000 одностороннего всасывания производства ОАО «Бийский котельный завод» специализирован с целью подачи воздуха в топки паровых и водогрейных котлов малой мощности.

Эксплуатация вентилятора ВД-2,8-3000 предусмотрена в последующих условиях:

- температура окружающей среды: от $(-30)^{\circ}\text{C}$ по $(+40)^{\circ}\text{C}$;
- температура перемещаемой среды на входе в вентиляторы: с $(-30)^{\circ}\text{C}$ вплоть до $(+70)^{\circ}\text{C}$;
- умеренный и тропический климат под навесом или в помещениях, в каком месте колебания температуры воздуха незначительно различаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ к внешнему воздуху.

Вентилятор ВД-2,8-3000 выполнен с посадкой рабочего колеса на ось двигателя-привода, корпус спиральный поворотный. Электровентилятор ВД-2,8-3000 поставляется с углом разворота инжекторного патрубка 270° . При монтаже блок-корпус может быть установлен с углом разворота инжекторного патрубка от 0° вплоть до 270° через 90° .

Направление вращения рабочего колеса у вентилятора ВД-2,8-3000 левое. Основными узлами вентилятора ВД-2,8-3000 являются: рабочее колесо, корпус (улитка), всасывающий патрубок, электродвигатель-привод, рама (опора). Корпус и двигатель, с насаженным на его вал рабочим колесом, установлены на П-образной раме. Рама притягивается к общему фундаменту фундаментными болтами.

Рабочее колесо вентиляторов ВД-2,8-3000 состоит из переднего и заднего дисков, 32-х лопаток и ступицы. Рабочие колеса статически отбалансированы на заводе-изготовителе, класс точности балансировки 4 (СТАНДАРТ 22061).

Сварной спиральный корпус собран из двух боковых стенок и обечайки. К передней стенке корпуса с помощью болтового соединения крепится всасывающий патрубок цилиндрической формы.

По отдельному договору с Заказчиком с вентилятором ВД-2,8-3000 может поставляться всасывающий карман с лопастным направляющим аппаратом. Всасывающий карман устанавливается на входе потока воздуха в корпус (крепится к патрубку сваркой) и позволяет, изменяя направление потока на 90°, стабилизировать его и повысить коэффициент полезного действия тягодутьевой машины.

Регулирование производительности и полного давления вентилятора ВД-2,8-3000 осуществляется лопастным направляющим аппаратом. Управление направляющим аппаратом может осуществляться вручную или исполнительным механизмом.

На внутренний рынок вентиляторы ВД-2,8-3000 поставляются без упаковки. Для поставок на экспорт, а также в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, упаковка вентиляторов производится в ящики. Транспортирование вентиляторов осуществляется всеми видами транспорта.

Таблица 6 – Каталожные данные вентилятора ВД-2,8-3000

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Номер чертежа компоновки (левое вращение)	00.8048.119-01; 00.8048.119-03**
2	Диаметр рабочего колеса, м	0.28

Продолжение таблицы 6

3	Частота вращения рабочего колеса двигателя(синхронная), тах, об/мин	3000
4	Типоразмер двигателя	АИР112М2
5	Установленная мощность двигателя, кВт	7.5
6	Потребляемая мощность, кВт	3.3
7	Производительность на всасывании, м ³ /ч	2600
8	Полное давление, даПа	280
9	Температура перемещаемой среды на всасывании, С	20
10	КПД тах, %	65
11	Предельная запыленность перемещаемой среды, г/м ³	0.1
12	Предельная температура перемещаемой среды на всасывании, С	70
13	Габариты поставочные с э/дв., LxВxH, мм	565x525x580; 860x810x580**
14	Масса с э/дв. (без э/дв.), кг	80 (34) 103 (57)**
15	Угол разворота корпуса при поставке (монтаже)	270° (0°-270° через 90°)
16	ТУ	ТУ 24.112-94

7.5 Дымососы

Закупим 4 дымососа марки ДН-9м-1500 и установим по два на каждый котёл. Дымосос центробежный котельный ДН-9м-1500 одностороннего всасывания из листовой углеродистой стали производства ОАО «Бийский котельный завод» предназначен для отвода дымовых газов из топок паровых и водогрейных котлов малой и средней мощности.

Разрешается использование дымососов ДН-9м-1500 в технологических конструкциях предприятий разных отраслей, требующих регулировки производительности, с целью отвода воздуха и иных сред (газов) в санитарно-технические и относительно-изводственные потребности (к примеру, в концепциях газоочистки, аспирации и др.).

Эксплуатация дымососов ДН-9м-1500 учтена в последующих условиях:

- температура окружающей среды: с $(-30)^{\circ}\text{C}$ вплоть до $(+40)^{\circ}\text{C}$;
- температура перемещаемой среды на входе в дымососы: с $(-30)^{\circ}\text{C}$ вплоть до $(+200)^{\circ}\text{C}$;
- средний и тропический климат под навесом либо в помещениях, где колебания температуры атмосферы несущественно различаются от колебаний на открытом воздухе и существует сравнительно свободный доступ наружного воздуха.

Дымосос ДН-9м-1500 выполнен с посадкой рабочего колеса на ось двигателя привода; блок-корпус спиральный поворотный. Дымососы ДН-9м-1500 поставляются с углом разворота инжекторного патрубка 255° ; при монтаже блок-корпус способен быть установлен с углом разворота инжекторного патрубка от 0° вплоть до 270° через 15° . Направление вращения рабочего колеса - правое и левосторонние.

Главными узлами дымососов ДН-9м-1500 считаются: рабочее колесо, корпус (улитка), всасывающий патрубок, регулирующий устройство, электродвигатель привод, постамент. Постамент предназначается единым несущим компонентом, на котором с помощью болтовых соединений в общий

поставочный блок устанавливаются улитка в сборе с направляющим механизмом и двигатель с насаженным на его ось рабочим колесом.

Рабочее колесо состоит из центрального диска, переднего конического диска, 16-ти назад загнутых лопаток и ступицы. Рабочие колёса отбалансированы на заводе-изготовителе, группа точности балансировки 4 (СТАНДАРТ 22061).

С целью избежания перегрева подшипников электродвигателей, находящихся со стороны рабочих колёс (передних подшипников), посадочные поверхности ступиц рабочих колес вентиляторов выполняются со шлицевыми пазами.

Сварной спиральный корпус собран из 2-ух боковых стенок и обечайки. С целью создания нужной жёсткости торцевые стенки корпуса усиливаются оребрением из полос. К передней стенке корпуса приваривается всасывающий патрубок трубчатой формы. С целью повышения прочности корпус дымососа содержит вспомогательный броневой лист согласно образующей обечайки.

Регулирование производительности и абсолютного давления дымососа осуществляется осевым направляющим механизмом. Электропривод лопаток направляющего агрегата осуществляется ручным способом либо от колонки дистанционного или автоматического регулирования.

Согласно отдельному соглашению с Заказчиком с дымососом ДН-9м-1500 может быть поставляться всасывающий карман. Всасывающий карман устанавливается на входе потока воздуха в корпус (крепится к патрубку болтами) и дает возможность, меняя направление потока на 90°, сбалансировать его и увеличить коэффициент полезного действия дутьевой машины.

В внутренний рынок дымососы ДН-9м-1500 поставляются в отсутствии упаковки, мотор обвернут полиэтиленовой пленкой; на экспорт, а кроме того в регионы Крайнего Севера и труднодоступные регионы дымососы поставляются в ящиках.

Таблица 7 - Каталожные данные дымососа ДН-9м-1500

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Номер чертежа компоновки (правое вращение)	0124.8046.008-10
2	Номер чертежа компоновки (левое вращение)	0124.8046.008-11
3	Диаметр рабочего колеса, м	0.9
4	Частота вращения рабочего колеса двигателя(синхронная), max, об/мин	1500
5	Типоразмер двигателя	АИР160S4
6	Установленная мощность двигателя, кВт	15
7	Потребляемая мощность, кВт	9.1
8	Производительность на всасывании, м ³ /ч	14900
9	Полное давление, даПа	181
10	Температура перемещаемой среды на всасывании, С	200
11	КПД max, %	83
12	Предельная запыленность перемещаемой среды, г/м ³	2
13	Предельная температура перемещаемой среды на всасывании, С	200
14	Габариты поставочные с э/дв., LxВxН, мм	1205x1647x1368
15	Масса с э/дв. (без э/дв.), кг	505
16	Угол разворота корпуса при поставке (монтаже)	255° (0°-270° через 15°)
17	ТУ	ТУ 108.1360-2006

7.6 Циклоны

Для улавливания золы и угольной пыли в котельной на котел необходимо установить специальный батарейный циклон. В нашем случае мы будем использовать циклом марки ЦБ-25.

Циклон батарейный ЦБ-25 производства ОАО «Бийский котельный завод» предназначен для очистки запылённых газов или воздуха от твёрдых частиц неслипающейся пыли или золы с размерами частиц более 5 мкм.

Циклон ЦБ-25 применяется для улавливания:

- золы в промышленных котельных и на тепловых электростанциях;
- угольной пыли в сушильных установках обогатительных и брикетных фабрик и системах промышленной вентиляции;
- неслипающейся пыли в различных отраслях хозяйства.

Циклон ЦБ-25 представляет собой сварной корпус, в котором установлены ряды параллельно расположенных циклонных элементов с полуулиточным вводом газов в них. Циклон ЦБ-25 разделяется в 3 части: верхняя камера очищенных газов, средняя камера запылённых газов, нижняя - бункер сбора пыли.

Циклонные компоненты заключаются из полых цилиндрических корпусов с конусной составляющей снизу и входными патрубками с агрегатами закручивания (полуулитками). Внутри элементов вертикально установлены выхлопные патрубки. Циклонные компоненты в циклоне ЦБ-25 устанавливаются последовательно согласно ходу перемещения газов таким образом, то что входные патрубки циклонных компонентов последующего ряда располагаются ниже прошлого.

Нижние крышки входных патрубков последнего по ходу газа ряда циклонных компонентов являются частью нижней трубной дощечки, то что обеспечивает вынос пыли, осевшей на нижней трубной дощечке. В верхней крышке циклона установлен взрывной гидроклапан. Циклон опирается на опорный пояс.

Дымовой газ поступает во входное окошко циклона ЦБ-25 и затягивается во входные патрубки циклонных компонентов. Под воздействием

гравитационных и центробежных сил из потока запылённого газа сепарируются частички золы, которые осаждаются в бункере-накопителе. Пепел время от времени удаляется через шибер либо другие приборы с целью выгрузки.

Очищенный газ отводится из циклона через выходное окно.

Таблица 8 - Каталожные данные циклона ЦБ-25

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Наименование изделия	ЦБ-25
2	Номер чертежа	00.8315.014
3	Номинальная производительность, м ³ /ч	14000
4	Коэффициент очистки, %	80
5	Расч. температура на входе, С	300
6	Аэродин. сопротивление, кгс/см ²	100
7	Запыл. поступлен. газов, г/м ³	600
8	Расчетное давление внутри циклона, Па (кгс/м ³), не более	4
9	Габариты (LxDxH), мм	3112
10	Применяемость к котлам	ДКВр-4-13С
11	Масса, кг	1930

7.7 Арматура

При отключении котла от системы теплоснабжения, сливе воды при дренировании и для удаления воздуха при наполнении водою в течение времени пусков необходимо запорная арматура.

Таблица 9 - Каталожные данные арматуры

Наименование	Кол-во
Гайка АМ 16.25 Ш.4 ГОСТ 9064-75	32
Затвор дисковый поворотный Ду125 Ру16	2

Контргайка 15 ГОСТ 8968-75	15
Контргайка 25 ГОСТ 8968-75	7
Кран шаровой Ду(DN)25 Ру(PN)16 11Б41п025	7
Кран шаровой Ду15 11Б41п-015	15
Фланец 125-16 ГОСТ 12820-80	2
Шайба 16.02 ГОСТ 11371-78	32
Шпилька АМ16х170.40.35.Ш.2 ГОСТ 9066-75	16
Болт М16х70.56 ГОСТ 15589-70	8
Гайка АМ 16.25 Ш.4 ГОСТ 9064-75	24
Клапан предохранительный Ду50 Ру16 Б 2203 ТУ 24.155-98	2
Контргайка 15 ГОСТ 8968-75	4
Кран трехходовой натяжной с фланцем Ду15 Ру16 (11Б38бк3) ТУ 3712-028-05749381-2002	2
Манометр МПЗ-У У2-1,6МПа-1,5 ТУ 25-02.180335-84	2
Прокладка	2
Прокладка	2
Термометр БТ-51.112.0-160 °С G1/2.46	2
Трубка сифонная	2
Шайба 16.02 ГОСТ 11371-78	24
Шпилька АМ16х90.32.35.Ш.2 ГОСТ 9066-75	8

8 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

8.1 Расчет капиталовложений

Капиталовложения в модернизацию системы энергоснабжения котельной «ДОС» складываются из капиталовложений в оборудование и монтажа этого оборудования. Список оборудования вместе с ценами приведен в таблице 9 (цены за 2017 г.) []:

Таблица 9 - Список и стоимость оборудования

Наименование	Маркировка	Кол-во	Цена 1шт. тыс.руб	Сумма, тыс.руб.
Оборудования для котлов				
Котлы	КВм-3,0-95ТШПм	2	725	1450
Дымососы	ДН-9м-1500 лев	1	90,4	90,4
	ДН-9м-1500 пр	1	90,4	90,4
Вентиляторы	ВД-2,8-3000 лев	1	35,7	35,7
	ВД-2,8-3000 пр	1	35,7	35,7
Арматура	Ящик №1	2	52	104
Итого котлы:				1806,2

Распределение капиталовложений, вложенных в котельную с водогрейными котлами можно определить в процентном соотношении, которые представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Распределение капиталовложения, вложенных в котельную с водогрейными котлами

Объект	Строительные работы, %	Монтажные работы, %	Оборудовани е, %
Котельная с водогрейными котлами	35,5	31,5	33

Капитальных вложений в теплотехническое оборудование определяется суммированием сметной стоимости оборудования, строительных и монтажных работ :

$$K_{\Sigma \text{ кот}} = K_{\text{обор.к}} + K_{\text{стр.к}} + K_{\text{мр.к}}, \quad (15)$$

где $K_{\text{обор.к}}$ - сметная стоимость оборудования без учета строительно-монтажных работ, тыс. руб;

$K_{\text{стр.к}}$ - строительные работы, тыс. руб.

$K_{\text{мр.к}}$ - монтажные работы, тыс. руб.

По определенной ранее общей стоимости оборудования можно определить неизвестные слагаемые формулы и определить общую величину капитальных вложений в теплотехническое оборудование проектируемой котельной:

$$K_{\Sigma \text{ кот}} = 1806,2 + \frac{1806,2 \cdot 35,5}{33} + \frac{1806,2 \cdot 31,5}{33} = 5473,2 \text{ руб.}$$

Суммарные капитальные вложения в проектируемую котельную составят:

$$K_{\Sigma} = K_{\Sigma \text{ кот}} \cdot (1 + k_{\text{инф}}). \quad (16)$$

где $k_{\text{инф}}$ - коэффициент инфляции, на начало 2017 года он равен 2,45 % [12].

$$K_{\Sigma} = 5473,2 \cdot (1 + 0,0245) = 5607,3 \text{ руб.}$$

8.2 Расчет амортизационных отчислений и затрат на ремонт и эксплуатацию основных фондов

Основные производственные фонды – средства труда (здания, сооружения, машины, оборудование и пр.), с помощью которых

изготавливается продукция, пополняются за счет капитальных вложений (инвестиций) [].

Амортизация – постепенный перенос стоимости основных фондов (капиталовложений) на производимые с их помощью продукт или работу (услугу) []. Цель амортизации – накопление финансовых средств для возмещения изношенных основных фондов.

Амортизационные отчисления – денежное выражение стоимости основных фондов в себестоимости продукции. Амортизационные отчисления для *i*-го вида оборудования определяются по формуле:

$$I_i = \sum_i \frac{K_{обор.i} \cdot \alpha_{н.i}}{100}, \quad (17)$$

где α_i – ежегодные нормы отчислений на амортизацию для *i*-го вида основных средств, $\alpha_i = 3,33$ (срок службы котельного оборудования принимаем 20 лет) .

Амортизационные отчисления проектируемой котельной равны:

$$I_{ам} = \frac{1806,2 \cdot 3,33}{100} = 60,15 \text{ тыс.руб.}$$

Ежегодные затраты на капитальные и текущие ремонты, а также на техническое обслуживание определяется по формуле:

$$I_{экс} = K_i \cdot \alpha_{экс}, \quad (18)$$

где $\alpha_{экс}$ – норма ежегодных отчислений на эксплуатацию, текущий и капитальный ремонт и техническое обслуживание равны 0,0638 [2].

Ежегодные затраты на капитальные и текущие ремонты, а также на техническое обслуживание проектируемой котельной равны:

$$I_{\text{экс, кот}} = 1806,2 \cdot 0,0638 = 115,24 \text{ тыс.руб.}$$

8.2 Расчет затрат на водопользование

Расчет затрат на воду производится исходя из общего количества потребляемой воды на выработку тепловой энергии и цены 1 м³ воды.

Укрупненно, общее количество потребляемой котельной воды на выработку тепловой энергии рассчитывается в зависимости от системы теплоснабжения (закрытая или открытая):

Для закрытой системы теплоснабжения ($V_{\text{закр}}$)

$$V_{\text{закр}} = v \cdot Q_{\text{выр}}, \quad (19)$$

где v – удельный расход воды при закрытой системе теплоснабжения, м³/Гкал (определяется согласно таблицы 11);

$Q_{\text{выр}}$ – годовая выработка тепловой энергии, Гкал;

$Q_{\text{выр}} = 27456$ Гкал/год;

$Q_{\text{кот}} = 5,2$ Гкал/ч;

Таблица 11 – Удельный расход воды при закрытой системе теплоснабжения, м³/Гкал

Вид топлива	Средневзвешенная мощность одного котла, Гкал/ч				
	до 0.6	свыше 0.6 до 3	свыше 3 до 20	свыше 20 до 100	свыше 100
Твердое топливо	1.75	1.75-1.15	1.15-0.6	0.6-0.4	менее 0.4

Расчет затрат на водопользования (для закрытой системы теплоснабжения) проектируемой котельной:

$$V_{\text{закр}} = 1.5 \cdot 27456 = 41184 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Затраты на воду определяются:

$$I_B = V_{\text{закр}} \cdot T_B. \quad (20)$$

где T_B – тариф на воду (принимаем равным $T_e = 21,42$ руб/м³) [13].

Расчет затрат на воду проектируемой котельной:

$$I_B = 41184 \cdot 21,42 = 882161,28 \text{ тыс. руб/год.}$$

8.4 Расчет затрат на электроэнергию

Укрупнено, в зависимости от средневзвешенной мощности котла и вида сжигаемого топлива, удельные нормы расхода электроэнергии на выработку 1 Гкал, приведены в таблице 12 .

$$W_{\text{эл}} = Q_{\text{выр}} \cdot q, \quad (21)$$

где q – удельная норма расхода электроэнергии (кВт·ч)/Гкал [14].

Таблица 12 – Удельные нормы расхода электроэнергии, (кВт·ч)/Гкал

Средневзвешенная мощность одного котла	Природный газ	Мазут	Уголь	Торф
до 0.6	28-26	30-28	32-30	34-32
Свыше 0.6 до 3	26-24	28-26	30-28	32-30
Свыше 3 до 10	24-22	26-24	28-26	30-28
Свыше 10 до 50	22-20	24-22	26-24	-

$$W_{\text{эл}} = 27456 \cdot 26 = 713856 \text{ кВт ч/год,}$$

Определим затраты на электроэнергию:

$$I_{\text{эл}} = W_{\text{эл}} \cdot T_{\text{э}}, \quad (22)$$

где $T_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию (принимается равным $T_{\text{э}} = 5,68$ руб/(кВт·ч)).

Расчет затрат на электроэнергию проектируемой котельной:

$$I_{\text{эл}} = 713856 \cdot 5,68 = 4054,702 \text{ тыс.руб/год.}$$

8.5 Расчет затрат на топливо

Затраты на топливо определяются из объема потребляемого топлива за год, стоимости одной тонны за расчетный период:

где V_{T} - объем сжигаемого топлива за расчетный период ($V_{\text{T}} = 32360,67$ т. в год – сметные данные);

T_{T} - тариф на уголь ($T_{\text{T}} = 950$ руб за т.) [2].

$$I_{\text{м}} = 32360,67 \cdot 950 = 30742,6365 \text{ тыс.руб/год.}$$

8.6 Расчет численности персонала и заработной платы

Численность персонала котельной определяется по нормативам численности промышленно-производственного персонала котельных.

Зависимость нормативной численности персонала котельной от установленной производительности приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Нормативная численность персонала

Установленная производительность котельной, Гкал/ч	Численность персонала (чел.) при количестве котлов в котельной, ед.									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	2	3	4	6	8	7	8	9	10
4	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-
8	13	15	-	-	-	-	-	-	-	-
30	16	18	21	-	-	-	-	-	-	-
60	19	21	25	29	-	-	-	-	-	-
100	21	25	29	33	37	40	43	-	-	-

Продолжение таблицы 13

150	24	29	33	36	39	43	46	49	52	
200	28	32	36	38	41	45	49	52	55	59
300	-	35	38	41	44	48	51	55	59	62

Численность персонала принимаем $N=13$ чел.

При определении расходов на оплату труда, включаемых в необходимую валовую выручку, регулирующие органы определяют размер фонда оплаты труда в соответствии с отраслевыми тарифными соглашениями, заключенными соответствующими организациями, и фактическим объемом фонда оплаты труда в последнем расчетном периоде регулирования, а также с учетом прогнозного индекса потребительских цен.

Повременная система оплаты труда ранее основывалась на тарифно-квалификационной системе, которая включала единую тарифную сетку и тарифно-квалификационный справочник, где устанавливалась зависимость степени сложности определенных работ от уровня квалификации работников, имеющих право выполнять эту работу. В настоящее время эта система носит рекомендательный характер, и в «чистом виде» на предприятиях практически не применяется.

При отсутствии данных о заработной плате по предприятию можно воспользоваться статистической отчетностью Федеральных организаций статистики. Такие учреждения публикуют оценки средней заработной платы в отрасли по РФ в целом или по отдельному региону. В этом случае в целом по предприятию годовой фонд заработной платы может быть определен следующей формулой:

$$\Phi ЗП_{год} = N \cdot ЗП_{cp} \cdot 12. \quad (23)$$

где $ZП_{cp}$ – средняя заработная плата в отрасли, к которой относится данное предприятие, тыс. руб.

Средняя заработная плата для предприятий Муниципальной собственности, занимающихся производством и распределением электроэнергии, и горячей воды в Амурской области равна

$$ZП_{cp} = 15,95 \text{ тыс. руб.}$$

Годовой фонд заработной платы равен:

$$\Phi ZП_{год} = 13 \cdot 15,95 \cdot 12 = 2488,2 \text{ тыс.руб.}$$

8.7 Расчет налога на социальные нужды и медицинское страхование

Ставки налогов и их распределение определяются статьей 241 НК РФ.

Обычный размер ставки на 2015 составляет 30 %. СН вычисляется по следующему выражению:

$$СН_{иМС} = 0,3 \cdot \Phi ZП_{год}, \quad (24)$$

$$СН_{иМС} = 0,3 \cdot 2488,2 = 746,46 \text{ тыс.руб.}$$

8.8 Расчет прочих затрат

По найденным выше значениям издержек, годового фонда заработной платы и СН определяются прочие затраты:

$$I_{np} = 0,01 \cdot K_{\Sigma}. \quad (25)$$

Расчет прочих затрат проектируемой котельной:

$$I_{np} = 0,01 \cdot 5607,3 = 56,1 \text{ тыс.руб.}$$

8.9 Суммарные издержки

По всем вышеперечисленным затратам определим общие:

$$I_{\Sigma} = I_{ам} + I_{экс} + I_{г} + I_{эл} + I_{м} + СНиМС + ФЗП_{год} + I_{пр}. \quad (26)$$

Расчет суммарных издержек проектируемой котельной:

$$I_{\Sigma} = 60,15 + 115,24 + 882161,28 + 4054,702 + 30742,637 + 56,1 + 746,46 + 2488,2 = 9204,23 \text{ тыс.руб.}$$

8.10 Расчет окупаемости проекта

Простой срок окупаемости представляет собой период, в течении которого сумма чистых доходов покрывает инвестиции. Определение срока окупаемости капитальных вложений производится последовательным суммированием величины чистого дохода в стабильных ценах (без учета инфляции) по годам расчетного периода до того момента, пока полученная сумма не сравняется с величиной суммарных капитальных вложений.

В расчетах используется тариф на тепло, стоимость 1 Гкал тепловой энергии равна 2234.83 руб./Гкал.

Выручка с продажи тепловой энергии за год равна:

$$O_{pt} = Q_{пол.отп} \cdot T_k^m, \quad (27)$$

где T_k^m – тариф на тепловую энергию, 1424,26 руб/Гкал;

$Q_{пол.отп}$ - полезный отпуск в сети при проектировании, 27456 Гкал.

$$O_{pt} = 1424,26 \cdot 27456 = 39104,482 \text{ тыс.руб.}$$

Прибыль от реализации тепловой энергии, определяется по формуле:

$$П = O_{pt} - I_{\Sigma}, \quad (28)$$

$$П = 39104,482 - 9204,23 = 29900,25 \text{ тыс.руб.}$$

Ставка налога на прибыль на 2018 год равен 20 %.

Налог на прибыль равен:

$$H_{\Pi} = \Pi \cdot 0,2, \quad (29)$$

$$H_{\Pi} = 29900,25 \cdot 0,2 = 5980,1 \text{ тыс.руб.},$$

Чистая прибыль от реализации тепловой энергии равна:

$$\Pi_{\text{чист}} = \Pi - H_{\Pi}, \quad (30)$$

$$\Pi_{\text{чист}} = 29900,25 - 5980,1 = 2392,015 \text{ тыс.руб.}$$

Приведенные затраты:

$$ПЗ = I_{\Sigma} + K_{\Sigma \text{ кот}} \cdot E. \quad (31)$$

где E – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, равен 0,12.

$$ПЗ = 9204,23 + 5473,2 \cdot 0,12 = 9861,014 \text{ тыс.руб.}$$

Так как в проектном варианте приведенные затраты наименьшие, то выбираем его для расчета экономической эффективности.

Срок окупаемости равен:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Pi_{\text{чист}}}, \quad (32)$$

Срок окупаемости проектируемой котельной:

$$T_{\text{ок}} = \frac{5607,3}{2392,015} = 2,34 \text{ год.}$$

Срок окупаемости данного проекта 2,34 года.

8.11 Расчет и построение графика чистого дисконтированного дохода

Дисконтированный доход относится к интегральным (динамическим) критериям оценки экономической эффективности инвестиций и оперирует с показателями работы проектируемых объектов по годам расчетного периода с учетом фактора времени. В этом методе расходы и доходы, разнесенные по времени, приводятся к одному (базовому) моменту времени, за который обычно принимают дату начала реализации проекта, дату начала производственной деятельности или условную дату, близкую ко времени проведения расчетов эффективности проекта. Процедура приведения разновременных платежей к базовой дате называется дисконтированием, а получаемая величина – дисконтированной стоимостью.

Текущий дисконтированный доход, т.е. доход за каждый год эксплуатации определяется:

$$TDD = P_{ч.п} \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (33)$$

где $P_{ч.п}$ – чистая прибыль или доход каждого года;

t – год эксплуатации.

Чистый дисконтированный доход представляет собой сумму текущих дисконтированных доходов:

$$ЧДД = \sum TDD = \sum P_{ч.п} \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (34)$$

где T_p – расчетный период (для проектов в области энергетики составляет 20 лет), лет;

E – коэффициент дисконтирования (обычно принимают ставку рефинансирования ЦБ, т.е. примерно $E=0,205\%$).

Расчет и построение графика чистого дисконтированного дохода сведены в приложение В.

Критерием финансовой эффективности инвестиций в ИП является условие: $ЧДД > 0$, тогда доходность инвестиций превышает величину среднего норматива дисконтирования (или средней стоимости капитала).

Подробный экономический расчет приведен в приложении Microsoft Office Excel 2013.

Построение графика чистого дисконтированного дохода рисунок 1.

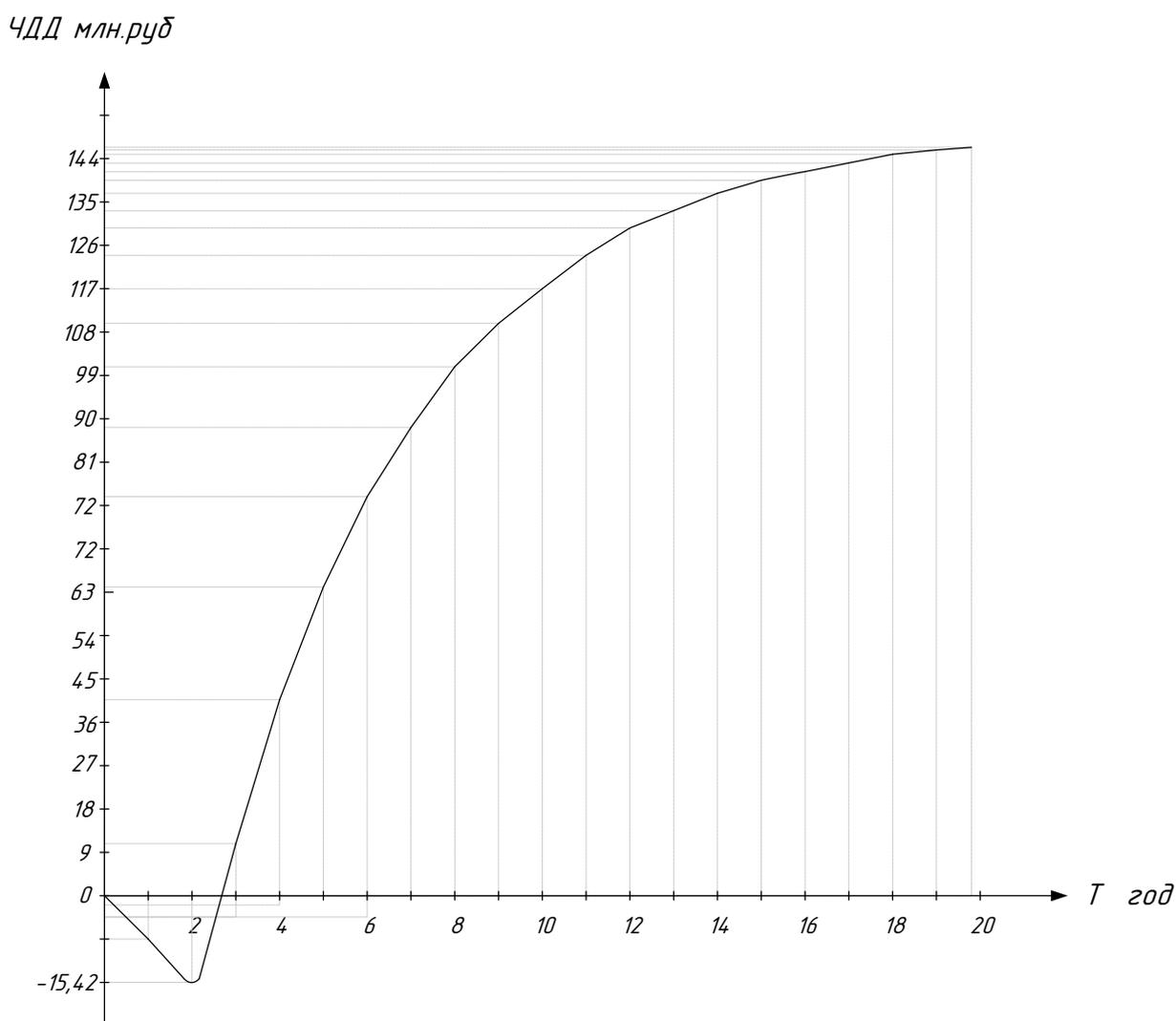


Рисунок 1 – Зависимость ЧДД от срока службы

В ходе выполнения организационно-экономической части дипломного проекта были определены суммарные капиталовложения, были рассчитаны амортизационные отчисления, эксплуатационные затраты, единый социальный налог, фонд заработной платы. Определили экономическую эффективность проекта. Выяснили минимальный срок окупаемости проекта и выгоду вложений в него инвестиций.

9 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Обеспечение безопасности на предприятии считается преобладающей задачей. Её задача - формирование оптимальных условий с целью получения предприятием дохода при минимизации допустимых рисков. События согласно обеспечению защищенности могут являться разными, начиная от строжайшего сохранения коммерческой тайны вплоть до организации предельно безопасного для жизни и здоровья работников рабочего процесса.

Концепция безопасности предприятий - представление, никак не обладающее на сегодняшний день чётких очертаний. У любого предприятия она своя. Но, в неё безусловно входит охрана предприятий, позволяющая реализовывать промышленный процесс на должном, установленном законодательством, уровне.

Условия проведения работ:

- работа с ручным и электрифицированным инструментом;
- работа с трубопроводами находящимся под давлением;
- работа с наличием температуры свыше 450;
- работа при наличии в воде вредных веществ 1-4 класса вредности и микроорганизмов 1-4 класса вредности

Опасные производственные факторы, возможные при проведении работ:

- движущие, вращающиеся, разлетающиеся предметы (части станков, обрабатываемые детали, заготовки, стружка, инструмент, части абразивных кругов и др.);
- падающие, перемещаемые предметы и грузы;
- поражение электротоком;
- термические ожоги;
- высокое давление воды, водяного пара

Вредные производственные факторы:

- повышенная влажность, температура;
- вредные вещества 1-4 класса, микроорганизмы;
- повышенный шум при работе насосов, вентиляторов

Группа производственного процесса:

загрязнение рук спецодежды веществами 3 и 4 класса опасности - 2в.

Тяжесть труда:

умеренные физические нагрузки. Категория - II Б;

Зрительная работа:

Рассматривание предметов размером 1 - 5мм. Характер зрительной работы - средней точности. Разряд зрительной работы - 5.

Риски

- соскальзывание и падение на ровные поверхности, в частности, на скользкий пол, на который разлиты вода, топливо, масла и др.;
- механические травмы при работе с распылителем и механическим загрузчиком топлива в котлах, работающих от угольного топлива;
- падение с большой высоты
- взрыв котла с вероятностью пожара (из-за перегрева и избыточного давления, отказа структурных компонентов вследствие усталости металла и др.); травмы, вызванные действием взрывной волны, летящими осколками, пламенем, паром и др.;
- возгорание и взрыв топлива (в частности, вследствие утечки топлива); возгорание ветоши, пропитанной топливом; взрывы газо-воздушных смесей внутри котла;
- возгорание сажи;
- ожоги от горячих поверхностей, горячей воды и выходящего пара;

- смерть от удара электрическим током и электрошок;
- удушье от вдыхания воздуха с низким содержанием кислорода;
- отравление окисью углерода или другими продуктами сгорания в воздухе, в частности, в случае неисправной вентиляции или недостаточного притока воздуха в горелки (острое отравление окисью углерода может вызвать головные боли, головокружение, тошноту, потерю сознания, кому и смерть);
- попадание брызг гидразина и его производных на кожу может вызвать проникающие ожоги и сильный дерматит;
- попадание в глаза химических веществ, используемых при регенерации ионообменников, при удалении ржавчины и окалины (в частности, попадание в глаза брызг гидразина и его производных может вызвать необратимые повреждения роговицы глаз).

Неблагоприятное воздействие физических факторов повышенный уровень шума.

Вредное воздействие химических веществ

- образование пневмокониоза в связи с вдыханием ванадиевой пыли и асбеста, содержащегося в изоляционном материале, в частности, во время работ по техническому обслуживанию и ремонту, а также вдыханием летучей золы;
- образование дерматоза от контакта с топливами и ингибиторами коррозии (различные органические или металлоорганические соединения) и другими водными добавками;
- раздражение глаз, дыхательных путей и кожи в результате попадания гидразина и его производных, использующихся в добавках к котловой воде (сильное воздействие может вызвать временную слепоту);

- раздражение верхних дыхательных путей и кашель в результате вдыхания двуокиси серы, в частности, при сжигании топлив с высоким содержанием серы;
- воздействие химических веществ и соединений, используемых в водоочистке, в частности, ингибиторов коррозии и очистителей кислорода, таких как гидразин; химических веществ, являющихся восстановителями ионообменных смол, включая кислоты и основания; чистящих веществ и растворителей для удаления ржавчины и окалина; окиси углерода; двуокиси углерода; окисей азота; двуокиси серы; пылесодержащих тугоплавких окисей и окиси ванадия.

Неблагоприятное воздействие биологических факторов

Развитие грибковых заболеваний и рост бактерий в котельной вследствие повышенной температуры и влажности.

Эргономические и социальные факторы

- стресс под действием жары;
- общая усталость в результате физической работы в шумном, теплом и влажном помещении.

В соответствии с опубликованным докладом, операторы котла подвергаются высокому риску болезни раком груди и носоглотки; воздействие гидразина и его производных способен спровоцировать нарушение легких, печени и почек.

Имеется возможность особого риска присутствие применения отходов в качестве горючего; оператор котельного отделения может быть подвержен влиянию ряда небезопасных химических элементов, присутствующих в отходах либо сложившихся во время их сжигания (к примеру, производные диоксидов, фураны, испарения металлов, минеральные волокна и др.). Оператор котельного отделения способен кроме того подвергаться укусам паразитов,

насекомых и в том числе и не очень больших животных (к примеру, змей и скорпионов), находящихся в отходах, а еще бактериальным инфекциям.

Так как котельные зачастую находятся в подвалах домов, в некоторых районах котельщики имеют все шансы подвергаться влиянию радона.

Обозначения и сокращения

Обозначения и сокращения по СТП СУОТ и ПБ -00-00

9.1 Общие положения.

Настоящая инструкция разработана на основании требований гл. 15 "Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа и температурой нагрева воды не выше 115°C". К работе по обслуживанию водогрейных котлов допускаются :

- лица никак не младше 18 лет, прикрепленные за данным оборудованием приказом согласно предприятию;
- не обладающие, согласно заключению медкомиссии, противопоказаний к исполнению этих работ;
- прошедшие специальное обучение, инструктаж, практику и проверку познаний (с выдачей удостоверения) согласно вопросам охраны труда в объеме требований особой программы, противопожарного минимального количества и 1-й квалификационной группы согласно электробезопасности.

Проверка знаний персонала котельных проводится с периодичностью не реже 1-го раза в год, а также при переходе к обслуживанию котлов другого типа или переводе обслуживаемых котлов на другой вид топлива.

Программа обучения и проверки знаний должна учитывать требования "Правил устройства и безопасной эксплуатации водогрейных котлов" и "Правил безопасности в газовом хозяйстве".

Работники, выполняющие эти работы обеспечиваются бесплатно спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с

утвержденными нормами. Опасными местами в котельной являются: топка котла, трубопроводы пара и горячей воды, предохранительные клапаны, насосы, ременные передачи, электродвигатели и электропускатели.

9.2 Требования безопасности перед началом работы.

Перед началом работ необходимо убедиться в исправности спецодежды и средств защиты. Одеть спецодежду, застегнуть на все пуговицы. Проверить наличие и исправность телефона, часов, первичных средств пожаротушения, укомплектованность медицинской аптечки, наличие схем водоснабжения и тепло-обеспечения, режимных карт работы котлов, температурных графиков, сменного журнала, технологической и других инструкций.

Проверить не загромождены ли проходы, пути эвакуации, основные и запасные выходы из помещения котельной. Убрать посторонние предметы.

Внешним осмотром убедиться :

- в исправности (отсутствии повреждений) котлов, дымоходов, топок, ограждений, инвентаря и подсобных приспособлений;
- в исправности электропроводки, шин и проводников заземления, корпусов и кнопок выключателей и электромагнитных пускателей, электроосвещения и вентиляции;
- в целостности водоуказательных стекол, термометров и манометров;
- в отсутствии порывов и течи трубопроводов пара, горячей и холодной воды, в исправности вентилей и трехходовых кранов.

Проверить работу основных и резервных питательных и циркуляционных насосов. Проверить соответствуют ли расчетным параметрам показания контрольно-измерительных приборов. Перед пуском котла в работу проверить "продувкой" работу водоуказательных приборов и кратковременным "подрывом" действие предохранительного клапана. Произвести проверки схем и приборов автоматики в соответствии с технологической инструкцией.

Ознакомиться с записями в сменном журнале, обратив особое внимание на имеющиеся недостатки и характер производившихся ремонтных или профилактических работ, а также - сливалась ли вода из системы и какова была температура наружного воздуха. Произвести прием дежурства под роспись в журнале.

9.3 Требования безопасности во время работы.

Растопку котла необходимо вести постепенно, обеспечивая равномерный прогрев всех его частей, наблюдая за показаниями манометра, термометра и водоуказательного стекла.

Производить эксплуатацию котла в строгом соответствии с технологической инструкцией, соблюдая температурный график и расчетные параметры. Следить за уровнем воды в водоуказательном стекле.

При обслуживании котла, работающего на твердом топливе, кочегар обязан:

- подавать топливо небольшими порциями при ослабленном дутье, поддерживая равномерное горение по всей площади колосниковой решетки;
- при повышении нагрузки котла сначала усилить тягу, затем прибавить дутье, а при снижении нагрузки сначала уменьшить дутье, а затем уменьшить тягу;
- после окончания загрузки котла топливом, закрыть топочные дверцы на щеколды.

При обслуживании котла, работающего на жидком топливе, кочегар обязан :

- следить за полным сгоранием жидкого топлива в топке, не допускать его растекания;

- при повышении нагрузки котла прибавить тягу, увеличить подачу воздуха, а затем - подачу топлива, пара;
- прекратить подачу топлива, в случае погасания всех форсунок; разжигать форсунки в этом случае можно только после предварительной вентиляции котла в течение 10 - 15 минут.

Котел должен быть немедленно остановлен и отключен действием автоматики или персоналом в следующих случаях :

- при обнаружении неисправности предохранительного клапана;
- при прекращении действия всех питательных насосов;
- при погасании факелов в топке при камерном сжигании топлива;
- исчезновении электрического напряжения, питания контрольно-измерительных приборов;
- при обнаружении трещин, вспучиваний, пропусков в сварных швах, обрывов анкерных болтов, других разрушений;
- при возникновении пожара в помещении котельной.

Для паровых котлов, кроме случаев указанных в п. 3.5., необходимо произвести немедленную их остановку и отключение в случае:

- повышения давления в барабане котла на 10 % выше разрешенного и его дальнейшем росте;
- снижения или повышения уровня воды ниже или выше допустимого уровня;
- неисправности водоуказательных приборов.

Для водогрейных котлов, кроме вышеуказанных случаев, необходимо произвести их немедленную остановку и отключение при:

- снижении расхода воды через котел ниже минимально допустимого значения;

- снижении давления воды в тракте котла ниже допустимого;
- повышении температуры воды на выходе из котла до значения на 20(С ниже температуры насыщения, соответствующей рабочему давлению в выходном коллекторе котла.

Котел должен быть остановлен по распоряжению владельца или лица, ответственного за безопасную эксплуатацию, в случае обнаружения свищей в трубах, поверхностях нагрева, паро- и водо-перепускных трубах, паропроводах, коллекторах, в питательных трубопроводах, течи и испарений во фланцевых и вальцовочных соединениях.

При аварийной остановке котла необходимо прекратить подачу топлива, прикрыть поддувальную дверцу, после прекращения горения, выгрести оставшееся топливо с колосниковой решетки. До начала осмотра или ремонтных работ котел должен быть отсоединен от всех трубопроводов. Отсоединенные трубопроводы должны быть заглушены. Работы внутри топок, барабанов, газоходов, воздухопроводов и дымовых труб должны производиться после их вентиляции от вредных газов, проверки воздуха на загазованность и при температуре внутренних элементов котельной установки не выше 33(С, по наряду-допуску.

Запрещается:

- во время работы котла, операторам выполнять работы не связанные с непосредственным обслуживанием котельной установки или за пределами помещения котельной;
- производить, во время работы котла, электрогазосварочные и другие ремонтные работы;
- использовать при работе внутри котла керосиновые и бензиновые лампы;
- допускать в котельную посторонних лиц или выполнение не санкционированных работ;

- хранить, сушить в котельной посторонние предметы, спецодежду, какие-либо материалы;
- закрывать вентиляционные проемы, форточки и другие места притока воздуха в котельную;
- производить растопку котла со спущенной водой или при замерзшей воде в системе;
- спускать воду из котла до полного прекращения горения топлива;
- тушить огонь, заливая топку водой.

9.4 Требования безопасности по окончании работы.

При круглосуточной работе котла необходимо:

- закончить загрузку топлива, закрыть топочные дверцы;
- привести в порядок рабочее место, подсобные приспособления и инструмент;
- произвести необходимые записи в сменном журнале для передачи смены.

При не круглосуточной работе котла необходимо:

- убедиться в полном прекращении горения в топке котла;
- отключить электропитание насосов;
- привести в порядок рабочее место, инвентарь, осмотреть помещение котельной;
- сделать необходимые записи о работе котельной установки в сменном журнале;
- закрыть, опечатать и сдать под охрану объект.

9.5 Действия в аварийных ситуациях.

При эксплуатации котлов возможны следующие аварийные ситуации:

- пожар, взрыв котла трубопроводов газа или других агрегатов котельной;
- короткое замыкание электропроводки, или в других агрегатах котельной;

- прекращение подачи воды или электроэнергии;
- стихийные бедствия и другие случаи, не связанные с работой котла.

Во всех случаях необходимо произвести экстренную остановку котла. Отключить электропитание. Перекрыть подачу жидкого топлива или газа. Перекрыть соответствующие вентили паропроводов и трубопроводов горячей воды. В случае пожара вызвать пожарную команду и использовать первичные средства пожаротушения для локализации пожара. Эвакуировать в безопасное место персонал. Оказать необходимую мед помощь пострадавшим. Вызвать скорую помощь.

Доложить о случившемся руководителю участка, цеха. При работе котла на газе необходимо сообщить о случившемся диспетчеру газовой службы.

Ликвидировать последствия аварии и производить последующий пуск котла в работу можно только по письменному распоряжению начальника цеха (по наряду-допуску).

9.6 Экологичность

Экологичность — качество чего-либо, отражающее его способность не наносить вреда окружающей природе. В некоторых значениях этого слова экология может пониматься в более узком смысле. Так, в психологии под экологичностью подразумевают качество какого-либо процесса, отражающее его способность не оказывать побочного негативного влияния на личную жизнь человека.

Например экологичный психотерапевтический процесс — это такой процесс, который достигает улучшения психического здоровья человека не разрушая его личную жизнь.

Экологическая безопасность — данное положение безопасности природной среды и жизненно значимых заинтересованностей лица от возможного отрицательного влияния хозяйственной и другой деятельности, чрезвычайных ситуаций естественного и техногенного нрава, их результатов.

Экологическая безопасность – это концепция норм права, стабилизирующих данный круг социальных взаимоотношений.

Данные нормы права имеют известным единством, выражающимся в первую очередь в целом присутствии единых основ правового регулирования, общих целях и задачах.

Принцип экологической безопасности: презумпция природоохранной угрозы любой производственно хозяйственной и иной работы. Законодатель установил приоритет природоохранной безопасности.

Объекты экологической безопасности – человек, его организации, общество и правительство, находящаяся вокруг сфера и её элементы отдельные природные объекты, экосистемы, особенно охраняемые территории.

Субъекты:

1) согласно ст. 2 Закона «О безопасности» – государство, осуществляющее функции в этой области через органы законодательной, исполнительной и судебной властей. Оно обеспечивает безопасность каждого гражданина на территории РФ, а за пределами ее территории оно гарантирует своим гражданам защиту и покровительство;

2) граждане, общественные организации и объединения. Они обладают правами обязанностями по обеспечению безопасности в соответствии с законодательством РФ и законодательством ее субъектов, принятым в пределах их компетенции.

Государство обеспечивает правовую и социальную защиту гражданам, общественным и иным организациям и объединениям, оказывающим содействие в обеспечении безопасности в соответствии с законом.

Для этого необходимы:

1) осуществление в приоритетном порядке учета интересов и безопасности населения при решении вопросов о потенциально опасных производствах и видах деятельности;

2) обеспечение экологической безопасности при разоружении, при обращении с

радиоактивными веществами, радиоактивными отходами и ядерными материалами;

3) снижение производства и использования токсичных и других особо опасных веществ;

4) реабилитация территорий и акваторий, подвергшихся негативному влиянию хозяйственной деятельности, загрязненных в процессе функционирования объектов ракетно-космической и атомной отраслей промышленности. Экологическая безопасность – это состояние защищенности человека, общества, государства и окружающей природной среды от негативного природного и техногенного воздействия, обеспечиваемое организационно-правовыми, экономическими, научно-техническими и иными средствами.

9.7 Чрезвычайные ситуации

К техногенным относятся ЧС, происхождение которых связано с производственно-хозяйственной деятельностью человека на объектах техносферы. Как правило, техногенные ЧС возникают вследствие аварий, сопровождающихся самопроизвольным выходом в окружающее пространство вещества и (или) энергии. Базовая классификация ЧС техногенного характера строится по типам и видам чрезвычайных событий, инициирующих ЧС:

1. транспортные аварии (катастрофы) – могут быть двух видов: происходящие на производственных объектах, не связанных непосредственно с перемещением транспортных средств (депо, станции, автовокзалы, порты и др.), и случающиеся во время движения транспортных средств. Первый вид носит общий характер, второй – специфический, связанный в большинстве своём с тяжёлыми последствиями. Такие происшествия, как удаление места катастрофы от крупных населённых пунктов, трудность доставки туда спасательных формирований и большое число пострадавших, нуждающихся в срочной хирургической помощи считаются отдельным типом ЧС.

2. пожары, взрывы, угроза взрывов – самые распространённые ЧС в современном индивидуальном обществе наиболее часто встречающиеся и, как правило, с тяжёлыми социальными, экономическими последствиями.

3. аварии с выбросом (угрозой выброса) ХОВ – классификация ЧС с ними может быть проведена, например, по масштабу распространения ядовитого вещества, его поражающим свойствам, продолжительности действия и т.д. Некоторые токсические вещества в определённых условиях (при пожарах) в результате химических реакций могут образовывать ядовитые соединения. Все эти ситуации также требуют отдельного учёта.

4. аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ – причисляются к независимому виду. Появление их возможно на радиационно-опасных объектах: АЭС, компании по производству и переработке ядерного горючего, захоронению радиоактивных отходов, научно – исследовательские и проектные организации, обладающие ядерные реакторы, практические стенды, сборки и т.п. Серьёзную угрозу предполагает перевозка радиационно-опасных материалов.

5. аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ – далеко не частое проявление. Но, принимая во внимание серьёзность результатов в случае попадания чужих биологически небезопасных элементов в окружающую среду, подобные катастрофы отображены в классификации отдельно, однако в отсутствии большой детализации.

6. аварии на электроэнергетических системах и аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения – крайне редко сопровождается смертью людей. Но они формируют значительные затруднения в жизнедеятельности населения, особенно в холодное время года, имеют все шансы быть фактором серьёзных нарушений и в том числе и приостановки работы объектов аграрного хозяйства и промышленности.

7. аварии на очистных сооружениях – то связано отнюдь не только с резким отрицательным их влиянием на обслуживающий персонал объектов и населения близкорасположенных населённых мест, однако и с залповыми выбросами отравляющих токсических и просто вредоносных элементов в окружающую среду.

8. гидродинамические аварии – образуются в основном при разрушении (прорыве) гидротехнических сооружений, чаще всего плотин. Их результаты –

дефект и разрушение гидроузлов, других зданий, поражение людей, затопление обширных территорий. Более тяжёлые результаты при катастрофических затоплениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе была произведена реконструкция котельной ДОС посёлка Моховая падь, работающей на твёрдом топливе, с заменой котлоагрегатов котельной трёх водогрейных котлов типа Гефест-2,5-95ШП на два водогрейных котла типа КВм-3,0-95ТШПм.

В ходе разработки проекта были представлены сведения о климате Амурской области и проведён анализ оборудования котельной.

Выполнен расчёт тепловых нагрузок, гидравлический расчёт и расчёт тепловых потерь. После проведения данных расчётов мы с успехом смогли выбрать подходящее оборудование.

1-Котлы

2-Топки

3-Вентиляторы

4-Дымососы

5-Циклоны

6-Арматура

В организационно-экономической части произведена оценка экономической эффективности реконструкции котельной. Выполнен расчёт капиталовложений и суммарных издержек. Определен срок окупаемости данного проекта, который составил 2,4 года. Завершающим шагом экономического расчёта было построение графика чистого дисконтированного дохода.

В разделе безопасность и экологичность были рассмотрены теоретические аспекты связанные с вопросами безопасной эксплуатации котельной. Рассмотрены виды техногенных чрезвычайных ситуаций, возникающих вследствие аварий на производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. РД 34.09.255-97. СПО ОРГРЭС, М., 1998.
2. Сазыкина О.В. Основы экономики промышленной энергетики. Учебное пособие/ Норильский индустриальный институт. - Норильск, 1997.
3. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Госстрой России. М., 1999.
4. СНиП 2.08.01-85. Жилые здания. ЦИТП Госстроя СССР. М., 1986.
5. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Госстрой России. М., 1997.
6. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. Минстрой России. М., 1996.
7. Судаков Г.В. Бизнес-планирование инвестиционных проектов по строительству ТЭС, котельных и тепловых сетей. Учебное пособие в 2 частях. – Благовещенск: Изд-во Амурск. гос. ун-та, 2009. – 170 с.
8. Судаков Г.В., Галушко Т.А. Оценка экономической эффективности проектов по строительству, реконструкции и модернизации систем электроснабжения объектов. Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурской гос. ун-т, 2006. – 189 с.
9. Экономика предприятия: Учебник / Под ред. проф. Н.А. Сафронова. М.:Юристь, 1998.

Приложение А

$$g := 9.81$$

$$w_0 := 2.9$$

$$\alpha := 0.8$$

$$f := 30$$

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления:

$$t_0 := -34$$

Высоты зданий:

$$L_1 := 4 \quad L_{12} := 6$$

$$L_2 := 6 \quad L_{13} := 6$$

$$L_3 := 6 \quad L_{14} := 9$$

$$L_4 := 6$$

$$L_5 := 10$$

$$L_6 := 12$$

$$L_7 := 3$$

$$L_8 := 15$$

$$L_9 := 3$$

$$L_{10} := 15$$

$$L_{11} := 15$$

Температуры внутри помещений по типам зданий:

$$t_{j1} := 20 \quad t_{j12} := 24$$

$$t_{j2} := 21 \quad t_{j13} := 21$$

$$t_{j3} := 21 \quad t_{j14} := 21$$

$$t_{j4} := 21$$

$$t_{j5} := 24$$

$$t_{j6} := 16$$

$$t_{j7} := 20$$

$$t_{j8} := 21$$

$$t_{j9} := 20$$

$$t_{j10} := 21$$

$$t_{j11} := 21$$

Расчетные коэффициенты инфильтрации:

$$\hat{E}_{\text{ед}1} := 10^{-2} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L_1 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j1}}\right) + w_0^2} = 0.048$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 2} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_2 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j2}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.055$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 3} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_3 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j3}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.055$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 4} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_4 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j4}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.055$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 5} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_5 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j5}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.068$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 6} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_6 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j6}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.07$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 7} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_7 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j7}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.044$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 8} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_8 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j8}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.08$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 9} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_9 \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j9}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.044$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 10} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{10} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j10}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.08$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 11} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{11} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j11}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.08$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 12} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{12} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j12}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.056$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 13} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{13} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j13}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.055$$

$$\hat{E}_{\epsilon\delta 14} := 10^{-2} \cdot \sqrt{\left[2 \cdot g \cdot L_{14} \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_{j14}} \right) + w_0^2 \right]} = 0.064$$

Поправочный коэффициент (принимается для всех зданий):

$$\alpha := 0.86$$

$$V_1 := 48 \quad V_{12} := 2548$$

$$V_2 := 2548 \quad V_{13} := 2548$$

$$V_3 := 2548 \quad V_{14} := 3621$$

$$V_4 := 2548$$

$$V_5 := 6132$$

$$V_6 := 4358$$

$$V_7 := 24$$

$$V_8 := 6132$$

$$V_9 := 60$$

$$V_{10} := 6132$$

$$V_{11} := 6132$$

Удельная отопительная характеристика зданий (по типам зданий):

$$q_{o,1} := 0.21$$

$$q_{o,2} := 0.38$$

$$q_{o,3} := 0.38$$

$$q_{o,4} := 0.38$$

$$q_{o,5} := 0.43$$

$$q_{o,6} := 0.41$$

$$q_{o,7} := 0.15$$

$$q_{o,8} := 0.43$$

$$q_{o,9} := 0.31$$

$$q_{o,10} := 0.43$$

$$q_{o,11} := 0.43$$

$$q_{o,12} := 0.38$$

$$q_{o,13} := 0.38$$

$$q_{o,14} := 0.35$$

МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕПЛОВЫЙ ПОТОК НА ОТОПЛЕНИЕ, ГКал/ч

$$\begin{aligned}
Q_{\text{Omax}1} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_1 \cdot q_{o.1} \cdot (t_{j1} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 1}) = 4.905 \times 10^{-4} \\
Q_{\text{Omax}2} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_2 \cdot q_{o.2} \cdot (t_{j2} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 2}) = 0.048 \\
Q_{\text{Omax}3} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_3 \cdot q_{o.3} \cdot (t_{j3} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 3}) = 0.048 \\
Q_{\text{Omax}4} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_4 \cdot q_{o.4} \cdot (t_{j4} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 4}) = 0.048 \\
Q_{\text{Omax}5} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_5 \cdot q_{o.5} \cdot (t_{j5} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 5}) = 0.141 \\
Q_{\text{Omax}6} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_6 \cdot q_{o.6} \cdot (t_{j6} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 6}) = 0.082 \\
Q_{\text{Omax}7} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_7 \cdot q_{o.7} \cdot (t_{j7} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 7}) = 1.745 \times 10^{-4} \\
Q_{\text{Omax}8} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_8 \cdot q_{o.8} \cdot (t_{j8} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 8}) = 0.135 \\
Q_{\text{Omax}9} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_9 \cdot q_{o.9} \cdot (t_{j9} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 9}) = 9.017 \times 10^{-4} \\
Q_{\text{Omax}10} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{10} \cdot q_{o.10} \cdot (t_{j10} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 10}) = 0.135 \\
Q_{\text{Omax}11} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{11} \cdot q_{o.11} \cdot (t_{j11} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 11}) = 0.135 \\
Q_{\text{Omax}12} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{12} \cdot q_{o.12} \cdot (t_{j12} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 12}) = 0.051 \\
Q_{\text{Omax}13} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{13} \cdot q_{o.13} \cdot (t_{j13} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 13}) = 0.048 \\
Q_{\text{Omax}14} &:= 10^{-6} \cdot \alpha \cdot V_{14} \cdot q_{o.14} \cdot (t_{j14} - t_0) \cdot (1 + \hat{E}_{\text{e}\delta 14}) = 0.071
\end{aligned}$$

Расход сетевой воды на отопление, кг/с

$$\tau_1 := 110 \quad \tau_2 := 70$$

$$G_{o1} := \frac{Q_{\text{Omax}1} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 3.406 \times 10^{-3}$$

$$G_{o2} := \frac{Q_{\text{Omax}2} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.336$$

$$G_{o3} := \frac{Q_{\text{Omax}3} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.336$$

$$G_{o4} := \frac{Q_{\text{Omax}4} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.336$$

$$G_{o5} := \frac{Q_{\text{omax}5} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.976$$

$$G_{o6} := \frac{Q_{\text{omax}6} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.571$$

$$G_{o7} := \frac{Q_{\text{omax}7} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 1.212 \times 10^{-3}$$

$$G_{o8} := \frac{Q_{\text{omax}8} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.935$$

$$G_{o9} := \frac{Q_{\text{omax}9} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 6.262 \times 10^{-3}$$

$$G_{o10} := \frac{Q_{\text{omax}10} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.935$$

$$G_{o11} := \frac{Q_{\text{omax}11} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.935$$

$$G_{o12} := \frac{Q_{\text{omax}12} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.354$$

$$G_{o13} := \frac{Q_{\text{omax}13} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.336$$

$$G_{o14} := \frac{Q_{\text{omax}14} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.494$$

Площадь здания, м2

$$F_{\zeta\ddot{a}1} := \frac{V_1}{1} = 48$$

$$F_{\zeta\ddot{a}2} := \frac{V_2}{2} = 1.274 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}3} := \frac{V_3}{2} = 1.274 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}4} := \frac{V_4}{2} = 1.274 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}5} := \frac{V_5}{3} = 2.044 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}6} := \frac{V_6}{4} = 1.089 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}7} := \frac{V_7}{1} = 24$$

$$F_{\zeta\ddot{a}8} := \frac{V_8}{5} = 1.226 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}9} := \frac{V_9}{2} = 30$$

$$F_{\zeta\ddot{a}10} := \frac{V_{10}}{5} = 1.226 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}11} := \frac{V_{11}}{5} = 1.226 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}12} := \frac{V_{12}}{2} = 1.274 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}13} := \frac{V_{13}}{2} = 1.274 \times 10^3$$

$$F_{\zeta\ddot{a}14} := \frac{V_{14}}{3} = 1.207 \times 10^3$$

$$N_1 := \frac{F_{\zeta\ddot{a}1}}{f} = 1.6$$

$$N_2 := \frac{F_{\zeta\ddot{a}2}}{f} = 42.467$$

$$N_3 := \frac{F_{\text{çä3}}}{f} = 42.467$$

$$N_4 := \frac{F_{\text{çä4}}}{f} = 42.467$$

$$N_5 := \frac{F_{\text{çä5}}}{f} = 68.133$$

$$N_6 := \frac{F_{\text{çä6}}}{f} = 36.317$$

$$N_7 := \frac{F_{\text{çä7}}}{f} = 0.8$$

$$N_8 := \frac{F_{\text{çä8}}}{f} = 40.88$$

$$N_9 := \frac{F_{\text{çä9}}}{f} = 1$$

$$N_{10} := \frac{F_{\text{çä10}}}{f} = 40.88$$

$$N_{11} := \frac{F_{\text{çä11}}}{f} = 40.88$$

$$N_{12} := \frac{F_{\text{çä12}}}{f} = 42.467$$

$$N_{13} := \frac{F_{\text{çä13}}}{f} = 42.467$$

$$N_{14} := \frac{F_{\text{çä14}}}{f} = 40.233$$

**а-норма затрат воды на горячее водоснабжение абонента, л/ед.
измерения в сутки**

$$a_1 := 3$$

$$a_2 := 19^{\circ}$$

$$a_3 := 19^{\circ}$$

$$a_4 := 19^{\circ}$$

$$a_5 := 10$$

$$a_6 := 75$$

$$a_7 := 0$$

$a_8 := 195$
 $a_9 := 0$
 $a_{10} := 195$
 $a_{11} := 195$
 $a_{12} := 195$
 $a_{13} := 195$
 $a_{14} := 195$

$t_c := 5$ $T := 24$

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Подключенная расчетная нагрузка на ГВС, Гкал/ч

$$Q_{\text{рач1}} := \frac{a_1 \cdot N_1 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 1 \times 10^{-5}$$

$$Q_{\text{рач2}} := \frac{a_2 \cdot N_2 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{рач3}} := \frac{a_3 \cdot N_3 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{рач4}} := \frac{a_4 \cdot N_4 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{рач5}} := \frac{a_5 \cdot N_5 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 1.419 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{рач6}} := \frac{a_6 \cdot N_6 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 5.674 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{рач7}} := \frac{a_7 \cdot N_7 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0$$

$$Q_{\text{рач8}} := \frac{a_8 \cdot N_8 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{рач9}} := \frac{a_9 \cdot N_9 \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0$$

$$Q_{\text{аан}10} := \frac{a_{10} \cdot N_{10} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{аан}11} := \frac{a_{11} \cdot N_{11} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{аан}12} := \frac{a_{12} \cdot N_{12} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{аан}13} := \frac{a_{13} \cdot N_{13} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.017$$

$$Q_{\text{аан}14} := \frac{a_{14} \cdot N_{14} \cdot (55 - t_c) \cdot 10^{-6}}{T} = 0.016$$

$n := 528$ **Число часов использования систем отопления:**

РАСХОД ТЕПЛА НА ГВС, ГКал/год

$$Q_{\text{аан}1\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}1} = 0.053$$

$$Q_{\text{аан}2\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}2} = 91.091$$

$$Q_{\text{аан}3\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}3} = 91.091$$

$$Q_{\text{аан}4\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}4} = 91.091$$

$$Q_{\text{аан}5\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}5} = 7.495$$

$$Q_{\text{аан}6\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}6} = 29.961$$

$$Q_{\text{аан}7\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}7} = 0$$

$$Q_{\text{аан}8\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}8} = 87.688$$

$$Q_{\text{аан}9\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}9} = 0$$

$$Q_{\text{аан}10\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}10} = 87.688$$

$$Q_{\text{аан}11\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}11} = 87.688$$

$$Q_{\text{аан}12\text{а}} := n \cdot Q_{\text{аан}12} = 91.091$$

$$Q_{\text{ГВС}13\Gamma} := n \cdot Q_{\text{ГВС}13} = 91.091$$

$$Q_{\text{ГВС}14\Gamma} := n \cdot Q_{\text{ГВС}14} = 86.3$$

Средний расход сетевой воды на ГВС, кг/с

$$G_{\text{ГВС}1} := \frac{Q_{\text{ГВС}1} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 6.944 \times 10^{-5}$$

$$G_{\text{ГВС}2} := \frac{Q_{\text{ГВС}2} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.12$$

$$G_{\text{ГВС}3} := \frac{Q_{\text{ГВС}3} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.12$$

$$G_{\text{ГВС}4} := \frac{Q_{\text{ГВС}4} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.12$$

$$G_{\text{ГВС}5} := \frac{Q_{\text{ГВС}5} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 9.857 \times 10^{-3}$$

$$G_{\text{ГВС}6} := \frac{Q_{\text{ГВС}6} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.039$$

$$G_{\text{ГВС}7} := \frac{Q_{\text{ГВС}7} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0$$

$$G_{\text{ГВС}8} := \frac{Q_{\text{ГВС}8} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.115$$

$$G_{\text{ГВС}9} := \frac{Q_{\text{ГВС}9} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0$$

$$G_{\text{ГВС}10} := \frac{Q_{\text{ГВС}10} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.115$$

$$G_{\text{ГВС}11} := \frac{Q_{\text{ГВС}11} \cdot 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.115$$

$$G_{ГВС12} := \frac{Q_{ГВС12} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.12$$

$$G_{ГВС13} := \frac{Q_{ГВС13} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.12$$

$$G_{ГВС14} := \frac{Q_{ГВС14} 10^6}{3600(\tau_1 - \tau_2)} = 0.114$$

Расходы сетевой воды на каждое здание:

36-й участок

$$G_{\Sigma 36} := G_{O1} + G_{ГВС1} = 3.476 \times 10^{-3}$$

35-й участок

$$G_{\Sigma 35} := G_{\Sigma 36} = 3.476 \times 10^{-3}$$

34-й участок

$$G_{\Sigma 34} := G_{O2} + G_{ГВС2} = 0.455$$

33-й участок

$$G_{\Sigma 33} := G_{\Sigma 35} + G_{\Sigma 34} = 0.459$$

32-й участок

$$G_{\Sigma 32} := G_{O3} + G_{ГВС3} = 0.455$$

31-й участок

$$G_{\Sigma 31} := G_{\Sigma 32} + G_{\Sigma 33} = 0.914$$

30-й участок

$$G_{\Sigma 30} := G_{\Sigma 32} + G_{\Sigma 31} = 1.37$$

29-й участок

$$G_{\Sigma 29} := G_{O4} + G_{ГВС4} = 0.455$$

28-й участок

$$G_{\Sigma 28} := G_{\Sigma 29} = 0.455$$

27-й участок

$$G_{\Sigma 27} := G_{\Sigma 28} + G_{\Sigma 29} = 0.911$$

26-й участок

$$G_{\Sigma 26} := G_{\Sigma 27} + G_{\Sigma 30} = 2.28$$

25-й участок

$$G_{\Sigma 25} := G_{06} + G_{ГВС6} = 0.61$$

24-й участок

$$G_{\Sigma 24} := G_{\Sigma 25} = 0.61$$

23-й участок

$$G_{\Sigma 23} := G_{\Sigma 24} + G_{\Sigma 26} = 2.891$$

22-й участок

$$G_{\Sigma 22} := G_{09} + G_{ГВС9} = 6.262 \times 10^{-3}$$

21-й участок

$$G_{\Sigma 21} := G_{\Sigma 22} = 6.262 \times 10^{-3}$$

20-й участок

$$G_{\Sigma 20} := G_{010} + G_{ГВС10} = 1.05$$

19-й участок

$$G_{\Sigma 19} := G_{011} + G_{ГВС11} = 1.05$$

18-й участок

$$G_{\Sigma 18} := G_{\Sigma 19} + G_{\Sigma 20} + G_{\Sigma 21} = 2.107$$

17-й участок

$$G_{\Sigma 17} := G_{05} + G_{ГВС5} = 0.986$$

16-й участок

$$G_{\Sigma 16} := G_{\Sigma 17} = 0.986$$

15-й участок

$$G_{\Sigma 15} := G_{\Sigma 16} + G_{\Sigma 17} = 1.971$$

14-й участок

$$G_{\Sigma 14} := G_{\Sigma 15} + G_{\Sigma 16} + G_{\Sigma 17} = 3.943$$

13-й участок

$$G_{\Sigma 13} := G_{07} + G_{ГВС7} = 1.212 \times 10^{-3}$$

12-й участок

$$G_{\Sigma 12} := G_{\Sigma 13} + G_{\Sigma 23} = 2.892$$

11-й участок

$$G_{\Sigma 11} := G_{08} + G_{ГВС8} = 1.05$$

10-й участок

$$G_{\Sigma 10} := G_{\Sigma 11} + G_{\Sigma 12} = 3.942$$

9-й участок

$$G_{\Sigma 9} := G_{\Sigma 10} + G_{\Sigma 11} + G_{\Sigma 12} = 7.885$$

8-й участок

$$G_{\Sigma 8} := G_{012} + G_{ГВС12} = 0.474$$

7-й участок

$$G_{\Sigma 7} := G_{\Sigma 8} = 0.474$$

6-й участок

$$G_{\Sigma 6} := G_{\Sigma 7} + G_{\Sigma 9} + G_{\Sigma 18} = 10.466$$

5-й участок

$$G_{\Sigma 5} := G_{\Sigma 6} = 10.466$$

4-й участок

$$G_{\Sigma 4} := G_{013} + G_{ГВС13} = 0.455$$

3-й участок

$$G_{\Sigma 3} := G_{\Sigma 4} + G_{\Sigma 5} = 10.921$$

2-й участок

$$G_{\Sigma 2} := G_{014} + G_{ГВС14} = 0.607$$

1-й участок

$$G_{\Sigma 1} := G_{\Sigma 2} + G_{\Sigma 3} = 11.529$$

Удельные потери, Па/м

$R_{уд1} := 58.86$	$R_{уд19} := 49.05$
$R_{уд2} := 49.05$	$R_{уд20} := 49.05$
$R_{уд3} := 68.67$	$R_{уд21} := 49.05$
$R_{уд4} := 68.67$	$R_{уд22} := 49.05$
$R_{уд5} := 49.05$	$R_{уд23} := 49.05$
$R_{уд6} := 49.05$	$R_{уд24} := 49.05$
$R_{уд7} := 49.05$	$R_{уд25} := 49.05$
$R_{уд8} := 49.05$	$R_{уд26} := 49.05$
$R_{уд9} := 49.05$	$R_{уд27} := 49.05$
$R_{уд10} := 49.05$	$R_{уд28} := 49.05$
$R_{уд11} := 68.67$	$R_{уд29} := 49.05$
$R_{уд12} := 49.05$	$R_{уд30} := 49.05$
$R_{уд13} := 49.05$	$R_{уд31} := 49.05$
$R_{уд14} := 49.05$	$R_{уд32} := 49.05$
$R_{уд15} := 49.05$	$R_{уд33} := 49.05$
$R_{уд16} := 49.05$	$R_{уд34} := 49.05$
$R_{уд17} := 49.05$	$R_{уд35} := 49.05$
$R_{уд18} := 49.05$	$R_{уд36} := 49.05$

$$d_{вн1} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 1}^{0.38}}{R_{уд1}^{0.19}} = 0.137$$

$$d_{вн2} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 2}^{0.38}}{R_{уд2}^{0.19}} = 0.046$$

$$d_{вн3} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 3}^{0.38}}{R_{уд3}^{0.19}} = 0.13$$

$$d_{вн4} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 4}^{0.38}}{R_{уд4}^{0.19}} = 0.039$$

$$d_{\text{BH5}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 5}^{0.38}}{R_{\text{yд5}}^{0.19}} = 0.136$$

$$d_{\text{BH7}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 7}^{0.38}}{R_{\text{yд7}}^{0.19}} = 0.042$$

$$d_{\text{BH9}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 9}^{0.38}}{R_{\text{yд9}}^{0.19}} = 0.122$$

$$d_{\text{BH11}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 11}^{0.38}}{R_{\text{yд11}}^{0.19}} = 0.053$$

$$d_{\text{BH13}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 13}^{0.38}}{R_{\text{yд13}}^{0.19}} = 4.352 \times 10^{-3}$$

$$d_{\text{BH15}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 15}^{0.38}}{R_{\text{yд15}}^{0.19}} = 0.072$$

$$d_{\text{BH17}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 17}^{0.38}}{R_{\text{yд17}}^{0.19}} = 0.056$$

$$d_{\text{BH19}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 19}^{0.38}}{R_{\text{yд19}}^{0.19}} = 0.057$$

$$d_{\text{BH21}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 21}^{0.38}}{R_{\text{yд21}}^{0.19}} = 8.123 \times 10^{-3}$$

$$d_{\text{BH23}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 23}^{0.38}}{R_{\text{yд23}}^{0.19}} = 0.084$$

$$d_{\text{BH25}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 25}^{0.38}}{R_{\text{yд25}}^{0.19}} = 0.046$$

$$d_{\text{BH27}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 27}^{0.38}}{R_{\text{yд27}}^{0.19}} = 0.054$$

$$d_{\text{BH6}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 6}^{0.38}}{R_{\text{yд6}}^{0.19}} = 0.136$$

$$d_{\text{BH8}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 8}^{0.38}}{R_{\text{yд8}}^{0.19}} = 0.042$$

$$d_{\text{BH10}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 10}^{0.38}}{R_{\text{yд10}}^{0.19}} = 0.094$$

$$d_{\text{BH12}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 12}^{0.38}}{R_{\text{yд12}}^{0.19}} = 0.084$$

$$d_{\text{BH14}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 14}^{0.38}}{R_{\text{yд14}}^{0.19}} = 0.094$$

$$d_{\text{BH16}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 16}^{0.38}}{R_{\text{yд16}}^{0.19}} = 0.056$$

$$d_{\text{BH18}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 18}^{0.38}}{R_{\text{yд18}}^{0.19}} = 0.074$$

$$d_{\text{BH20}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 20}^{0.38}}{R_{\text{yд20}}^{0.19}} = 0.057$$

$$d_{\text{BH22}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 22}^{0.38}}{R_{\text{yд22}}^{0.19}} = 8.123 \times 10^{-3}$$

$$d_{\text{BH24}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 24}^{0.38}}{R_{\text{yд24}}^{0.19}} = 0.046$$

$$d_{\text{BH26}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 26}^{0.38}}{R_{\text{yд26}}^{0.19}} = 0.076$$

$$d_{\text{BH28}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 28}^{0.38}}{R_{\text{yд28}}^{0.19}} = 0.041$$

$$d_{\text{BH29}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 29}^{0.38}}{R_{\text{уд}29}^{0.19}} = 0.041$$

$$d_{\text{BH30}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 30}^{0.38}}{R_{\text{уд}30}^{0.19}} = 0.063$$

$$d_{\text{BH31}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 31}^{0.38}}{R_{\text{уд}31}^{0.19}} = 0.054$$

$$d_{\text{BH32}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 32}^{0.38}}{R_{\text{уд}32}^{0.19}} = 0.041$$

$$d_{\text{BH33}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 33}^{0.38}}{R_{\text{уд}33}^{0.19}} = 0.042$$

$$d_{\text{BH34}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 34}^{0.38}}{R_{\text{уд}34}^{0.19}} = 0.041$$

$$d_{\text{BH35}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 35}^{0.38}}{R_{\text{уд}35}^{0.19}} = 6.495 \times 10^{-3}$$

$$d_{\text{BH36}} := 0.117 \frac{G_{\Sigma 36}^{0.38}}{R_{\text{уд}36}^{0.19}} = 6.495 \times 10^{-3}$$

Стандартные диаметры:

$$d_{\text{ст}1} := 0.215 \quad d_{\text{ст}20} := 0.085$$

$$d_{\text{ст}2} := 0.076 \quad d_{\text{ст}21} := 0.135$$

$$d_{\text{ст}3} := 0.215 \quad d_{\text{ст}22} := 0.076$$

$$d_{\text{ст}4} := 0.085 \quad d_{\text{ст}23} := 0.085$$

$$d_{\text{ст}5} := 0.215 \quad d_{\text{ст}24} := 0.108$$

$$d_{\text{ст}6} := 0.215 \quad d_{\text{ст}25} := 0.108$$

$$d_{\text{ст}7} := 0.076 \quad d_{\text{ст}26} := 0.085$$

$$d_{\text{ст}8} := 0.076 \quad d_{\text{ст}27} := 0.085$$

$$d_{\text{ст}9} := 0.215 \quad d_{\text{ст}28} := 0.055$$

$$d_{\text{ст}10} := 0.155 \quad d_{\text{ст}29} := 0.055$$

$$d_{\text{ст}11} := 0.085 \quad d_{\text{ст}30} := 0.085$$

$$d_{\text{ст}12} := 0.085 \quad d_{\text{ст}31} := 0.085$$

$$d_{\text{ст}13} := 0.085 \quad d_{\text{ст}32} := 0.085$$

$$d_{\text{ст}14} := 0.135 \quad d_{\text{ст}33} := 0.076$$

$$d_{\text{ст}15} := 0.135 \quad d_{\text{ст}34} := 0.055$$

$$d_{cr16} := 0.135 \quad d_{cr35} := 0.076$$

$$d_{cr17} := 0.135 \quad d_{cr36} := 0.055$$

$$d_{cr18} := 0.155$$

$$d_{cr19} := 0.085$$

Уточненные удельные потери Па/м

$$R_{уд1у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 1}^2}{d_{cr1}^{5.25}} = 5.253 \quad R_{уд2у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 2}^2}{d_{cr2}^{5.25}} = 3.772$$

$$R_{уд3у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 3}^2}{d_{cr3}^{5.25}} = 4.714 \quad R_{уд4у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 4}^2}{d_{cr4}^{5.25}} = 0.926$$

$$R_{уд5у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 5}^2}{d_{cr5}^{5.25}} = 4.329 \quad R_{уд6у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 6}^2}{d_{cr6}^{5.25}} = 4.329$$

$$R_{уд7у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 7}^2}{d_{cr7}^{5.25}} = 2.298 \quad R_{уд8у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 8}^2}{d_{cr8}^{5.25}} = 2.298$$

$$R_{уд9у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 9}^2}{d_{cr9}^{5.25}} = 2.457 \quad R_{уд10у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 10}^2}{d_{cr10}^{5.25}} = 3.299$$

$$R_{уд11у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 11}^2}{d_{cr11}^{5.25}} = 4.927 \quad R_{уд12у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 12}^2}{d_{cr12}^{5.25}} = 37.349$$

$$R_{уд13у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 13}^2}{d_{cr13}^{5.25}} = 6.559 \times 10^{-6} \quad R_{уд14у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 14}^2}{d_{cr14}^{5.25}} = 8.424$$

$$R_{уд15у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 15}^2}{d_{cr15}^{5.25}} = 2.106 \quad R_{уд16у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 16}^2}{d_{cr16}^{5.25}} = 0.526$$

$$R_{уд17у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 17}^2}{d_{cr17}^{5.25}} = 0.526 \quad R_{уд18у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 18}^2}{d_{cr18}^{5.25}} = 0.942$$

$$R_{уд19у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 19}^2}{d_{cr19}^{5.25}} = 4.927 \quad R_{уд20у} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 20}^2}{d_{cr20}^{5.25}} = 4.927$$

$$R_{уд21y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 21}^2}{d_{cr21}^{5.25}} = 2.125 \times 10^{-5} \quad R_{уд22y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 22}^2}{d_{cr22}^{5.25}} = 4.011 \times 10^{-4}$$

$$R_{уд23y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 23}^2}{d_{cr23}^{5.25}} = 37.318 \quad R_{уд24y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 24}^2}{d_{cr24}^{5.25}} = 0.602$$

$$R_{уд25y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 25}^2}{d_{cr25}^{5.25}} = 0.602 \quad R_{уд26y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 26}^2}{d_{cr26}^{5.25}} = 23.223$$

$$R_{уд27y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 27}^2}{d_{cr27}^{5.25}} = 3.704 \quad R_{уд28y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 28}^2}{d_{cr28}^{5.25}} = 9.607$$

$$R_{уд29y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 29}^2}{d_{cr29}^{5.25}} = 9.607 \quad R_{уд30y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 30}^2}{d_{cr30}^{5.25}} = 8.377$$

$$R_{уд31y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 31}^2}{d_{cr31}^{5.25}} = 3.733 \quad R_{уд32y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 32}^2}{d_{cr32}^{5.25}} = 0.926$$

$$R_{уд33y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 33}^2}{d_{cr33}^{5.25}} = 2.154 \quad R_{уд34y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 34}^2}{d_{cr34}^{5.25}} = 9.607$$

$$R_{уд35y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 35}^2}{d_{cr35}^{5.25}} = 1.236 \times 10^{-4} \quad R_{уд36y} := 13.6210^{-6} \cdot \frac{G_{\Sigma 36}^2}{d_{cr36}^{5.25}} = 5.597 \times 10^{-4}$$

Длины трубопроводов, м

$$l_1 := 30$$

$$l_2 := 55$$

$$l_3 := 85$$

$$l_4 := 50$$

$$l_5 := 45$$

$l_6 := 4^5$
 $l_7 := 4^7$
 $l_8 := 4^7$
 $l_9 := 5^4$
 $l_{10} := 110$
 $l_{11} := 8$
 $l_{12} := 87$
 $l_{13} := 49$
 $l_{14} := 10$
 $l_{15} := 41$
 $l_{16} := 43.4$
 $l_{17} := 14.3$
 $l_{18} := 34$
 $l_{19} := 18$
 $l_{20} := 42$
 $l_{21} := 84$
 $l_{22} := 10$
 $l_{23} := 51$
 $l_{24} := 121$
 $l_{25} := 7$
 $l_{26} := 29$
 $l_{27} := 40$
 $l_{28} := 41.5$
 $l_{29} := 6.6$
 $l_{30} := 83$
 $l_{31} := 100$
 $l_{32} := 9$
 $l_{33} := 39$
 $l_{34} := 9$
 $l_{35} := 10$
 $l_{36} := 76$

$$\begin{aligned}
l_{13} &:= l_1 \cdot 0.2 = 6 \\
l_{23} &:= l_2 \cdot 0.2 = 11 \\
l_{33} &:= l_3 \cdot 0.2 = 17.8 \\
l_{43} &:= l_4 \cdot 0.2 = 10 \\
l_{53} &:= l_5 \cdot 0.2 = 9 \\
l_{63} &:= l_6 \cdot 0.2 = 9 \\
l_{73} &:= l_7 \cdot 0.2 = 9.4 \\
l_{83} &:= l_8 \cdot 0.2 = 9.4 \\
l_{93} &:= l_9 \cdot 0.2 = 10.8 \\
l_{103} &:= l_{10} \cdot 0.2 = 22 \\
l_{113} &:= l_{11} \cdot 0.2 = 1.6 \\
l_{123} &:= l_{12} \cdot 0.2 = 17.4 \\
l_{133} &:= l_{13} \cdot 0.2 = 9.8 \\
l_{143} &:= l_{14} \cdot 0.2 = 2 \\
l_{153} &:= l_{15} \cdot 0.2 = 8.2 \\
l_{163} &:= l_{16} \cdot 0.2 = 8.68 \\
l_{173} &:= l_{17} \cdot 0.2 = 2.86 \\
l_{183} &:= l_{18} \cdot 0.2 = 6.8 \\
l_{193} &:= l_{19} \cdot 0.2 = 3.6 \\
l_{203} &:= l_{20} \cdot 0.2 = 8.4 \\
l_{213} &:= l_{21} \cdot 0.2 = 16.8 \\
l_{223} &:= l_{22} \cdot 0.2 = 2 \\
l_{233} &:= l_{23} \cdot 0.2 = 10.2 \\
l_{243} &:= l_{24} \cdot 0.2 = 24.2 \\
l_{253} &:= l_{25} \cdot 0.2 = 1.4 \\
l_{263} &:= l_{26} \cdot 0.2 = 5.8 \\
l_{273} &:= l_{27} \cdot 0.2 = 8 \\
l_{283} &:= l_{28} \cdot 0.2 = 8.38 \\
l_{293} &:= l_{29} \cdot 0.2 = 1.32 \\
l_{303} &:= l_{30} \cdot 0.2 = 16.6 \\
l_{313} &:= l_{31} \cdot 0.2 = 21.2 \\
l_{323} &:= l_{32} \cdot 0.2 = 1.8 \\
l_{333} &:= l_{33} \cdot 0.2 = 7.8 \\
l_{343} &:= l_{34} \cdot 0.2 = 1.8 \\
l_{353} &:= l_{35} \cdot 0.2 = 2 \\
l_{363} &:= l_{36} \cdot 0.2 = 15.2
\end{aligned}$$

Суммарная длина трубопроводов м

$$l_{1\Sigma} := l_1 + l_{1\vartheta} = 36$$

$$l_{2\Sigma} := l_2 + l_{2\vartheta} = 66$$

$$l_{3\Sigma} := l_3 + l_{3\vartheta} = 106.8$$

$$l_{4\Sigma} := l_4 + l_{4\vartheta} = 60$$

$$l_{5\Sigma} := l_5 + l_{5\vartheta} = 54$$

$$l_{6\Sigma} := l_6 + l_{6\vartheta} = 54$$

$$l_{7\Sigma} := l_7 + l_{7\vartheta} = 56.4$$

$$l_{8\Sigma} := l_8 + l_{8\vartheta} = 56.4$$

$$l_{9\Sigma} := l_9 + l_{9\vartheta} = 64.8$$

$$l_{10\Sigma} := l_{10} + l_{10\vartheta} = 132$$

$$l_{11\Sigma} := l_{11} + l_{11\vartheta} = 9.6$$

$$l_{12\Sigma} := l_{12} + l_{12\vartheta} = 104.4$$

$$l_{13\Sigma} := l_{13} + l_{13\vartheta} = 58.8$$

$$l_{14\Sigma} := l_{14} + l_{14\vartheta} = 12$$

$$l_{15\Sigma} := l_{15} + l_{15\vartheta} = 49.2$$

$$l_{16\Sigma} := l_{16} + l_{16\vartheta} = 52.08$$

$$l_{17\Sigma} := l_{17} + l_{17\vartheta} = 17.16$$

$$l_{18\Sigma} := l_{18} + l_{18\vartheta} = 40.8$$

$$l_{19\Sigma} := l_{19} + l_{19\vartheta} = 21.6$$

$$l_{20\Sigma} := l_{20} + l_{20\vartheta} = 50.4$$

$$l_{21\Sigma} := l_{21} + l_{21\vartheta} = 100.8$$

$$l_{22\Sigma} := l_{22} + l_{22\vartheta} = 12$$

$$l_{23\Sigma} := l_{23} + l_{23\vartheta} = 61.2$$

$$l_{24\Sigma} := l_{24} + l_{24\vartheta} = 145.2$$

$$l_{25\Sigma} := l_{25} + l_{25\vartheta} = 8.4$$

$$l_{26\Sigma} := l_{26} + l_{26\vartheta} = 34.8$$

$$l_{27\Sigma} := l_{27} + l_{27\vartheta} = 48$$

$$l_{28\Sigma} := l_{28} + l_{28\vartheta} = 50.28$$

$$l_{29\Sigma} := l_{29} + l_{29\vartheta} = 7.92$$

$$l_{30\Sigma} := l_{30} + l_{30э} = 99.6$$

$$l_{31\Sigma} := l_{31} + l_{31э} = 127.2$$

$$l_{32\Sigma} := l_{32} + l_{32э} = 10.8$$

$$l_{33\Sigma} := l_{33} + l_{33э} = 46.8$$

$$l_{34\Sigma} := l_{34} + l_{34э} = 10.8$$

$$l_{35\Sigma} := l_{35} + l_{35э} = 12$$

$$l_{36\Sigma} := l_{36} + l_{36э} = 91.2$$

Потери давления, м

$$\Delta H_1 := \frac{R_{уд1y} \cdot l_{1\Sigma}}{9810} = 0.019$$

$$\Delta H_2 := \frac{R_{уд2y} \cdot l_{2\Sigma}}{9810} = 0.025$$

$$\Delta H_3 := \frac{R_{уд3y} \cdot l_{3\Sigma}}{9810} = 0.051$$

$$\Delta H_4 := \frac{R_{уд4y} \cdot l_{4\Sigma}}{9810} = 5.664 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_5 := \frac{R_{уд5y} \cdot l_{5\Sigma}}{9810} = 0.024$$

$$\Delta H_6 := \frac{R_{уд6y} \cdot l_{6\Sigma}}{9810} = 0.024$$

$$\Delta H_7 := \frac{R_{уд7y} \cdot l_{7\Sigma}}{9810} = 0.013$$

$$\Delta H_8 := \frac{R_{уд8y} \cdot l_{8\Sigma}}{9810} = 0.013$$

$$\Delta H_9 := \frac{R_{уд9y} \cdot l_{9\Sigma}}{9810} = 0.016$$

$$\Delta H_{10} := \frac{R_{уд10y} \cdot l_{10\Sigma}}{9810} = 0.044$$

$$\Delta H_{11} := \frac{R_{уд11y} \cdot l_{11\Sigma}}{9810} = 4.822 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{12} := \frac{R_{уд12y} \cdot l_{12\Sigma}}{9810} = 0.397$$

$$\Delta H_{13} := \frac{R_{y\pi 13y} \cdot l_{13\Sigma}}{9810} = 3.931 \times 10^{-8}$$

$$\Delta H_{14} := \frac{R_{y\pi 14y} \cdot l_{14\Sigma}}{9810} = 0.01$$

$$\Delta H_{15} := \frac{R_{y\pi 15y} \cdot l_{15\Sigma}}{9810} = 0.011$$

$$\Delta H_{16} := \frac{R_{y\pi 16y} \cdot l_{16\Sigma}}{9810} = 2.795 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{17} := \frac{R_{y\pi 17y} \cdot l_{17\Sigma}}{9810} = 9.209 \times 10^{-4}$$

$$\Delta H_{18} := \frac{R_{y\pi 18y} \cdot l_{18\Sigma}}{9810} = 3.919 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{19} := \frac{R_{y\pi 19y} \cdot l_{19\Sigma}}{9810} = 0.011$$

$$\Delta H_{20} := \frac{R_{y\pi 20y} \cdot l_{20\Sigma}}{9810} = 0.025$$

$$\Delta H_{21} := \frac{R_{y\pi 21y} \cdot l_{21\Sigma}}{9810} = 2.183 \times 10^{-7}$$

$$\Delta H_{22} := \frac{R_{y\pi 22y} \cdot l_{22\Sigma}}{9810} = 4.907 \times 10^{-7}$$

$$\Delta H_{23} := \frac{R_{y\pi 23y} \cdot l_{23\Sigma}}{9810} = 0.233$$

$$\Delta H_{24} := \frac{R_{y\pi 24y} \cdot l_{24\Sigma}}{9810} = 8.916 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{25} := \frac{R_{y\pi 25y} \cdot l_{25\Sigma}}{9810} = 5.158 \times 10^{-4}$$

$$\Delta H_{26} := \frac{R_{y\pi 26y} \cdot l_{26\Sigma}}{9810} = 0.082$$

$$\Delta H_{27} := \frac{R_{y\pi 27y} \cdot l_{27\Sigma}}{9810} = 0.018$$

$$\Delta H_{28} := \frac{R_{y\pi 28y} \cdot l_{28\Sigma}}{9810} = 0.049$$

$$\Delta H_{29} := \frac{R_{y\pi 29y} \cdot l_{29\Sigma}}{9810} = 7.756 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{30} := \frac{R_{уд30y} \cdot l_{30\Sigma}}{9810} = 0.085$$

$$\Delta H_{31} := \frac{R_{уд31y} \cdot l_{31\Sigma}}{9810} = 0.048$$

$$\Delta H_{32} := \frac{R_{уд32y} \cdot l_{32\Sigma}}{9810} = 1.02 \times 10^{-3}$$

$$\Delta H_{33} := \frac{R_{уд33y} \cdot l_{33\Sigma}}{9810} = 0.01$$

$$\Delta H_{34} := \frac{R_{уд34y} \cdot l_{34\Sigma}}{9810} = 0.011$$

$$\Delta H_{35} := \frac{R_{уд35y} \cdot l_{35\Sigma}}{9810} = 1.512 \times 10^{-7}$$

$$\Delta H_{36} := \frac{R_{уд36y} \cdot l_{36\Sigma}}{9810} = 5.203 \times 10^{-6}$$

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

V.уд опред. по МДК 4.05.2004

$$V_{уд1} := 1.4$$

$$V_{уд2} := 1.4$$

$$V_{уд3} := 5.3$$

$$V_{уд4} := 1.4$$

$$V_{уд5} := 12$$

$$V_{уд6} := 8$$

$$V_{уд7} := 5.3$$

$$V_{уд8} := 5.3$$

$$V_{уд9} := 3.9$$

$$V_{уд10} := 5.3$$

$$V_{уд11} := 5.3$$

$$V_{уд12} := 3.9$$

$$V_{уд13} := 5.3$$

$$V_{уд14} := 3.9$$

$n_{\text{ГОД}} := 8760$ продолжительность функционирования тепловых сетей в году, ч

$n_{\text{ЛЕТН}} := 2832$

$n_{\text{ОТОП}} := 5280$

$a := 0.25$

$$V_{\text{ОТОП1}} := V_{\text{УД1}} \cdot l_1 \cdot 10^{-3} = 0.042$$

$$V_{\text{ЛЕТН1}} := V_{\text{УД1}} \cdot l_1 \cdot 10^{-3} = 0.042$$

$$V_{\text{ОТОП2}} := V_{\text{УД2}} \cdot l_2 \cdot 10^{-3} = 0.077$$

$$V_{\text{ЛЕТН2}} := V_{\text{УД2}} \cdot l_2 \cdot 10^{-3} = 0.077$$

$$V_{\text{ОТОП3}} := V_{\text{УД3}} \cdot l_3 \cdot 10^{-3} = 0.472$$

$$V_{\text{ЛЕТН3}} := V_{\text{УД3}} \cdot l_3 \cdot 10^{-3} = 0.472$$

$$V_{\text{ОТОП4}} := V_{\text{УД4}} \cdot l_4 \cdot 10^{-3} = 0.07$$

$$V_{\text{ЛЕТН4}} := V_{\text{УД4}} \cdot l_4 \cdot 10^{-3} = 0.07$$

$$V_{\text{ОТОП5}} := V_{\text{УД5}} \cdot l_5 \cdot 10^{-3} = 0.54$$

$$V_{\text{ЛЕТН5}} := V_{\text{УД5}} \cdot l_5 \cdot 10^{-3} = 0.54$$

$$V_{\text{ОТОП6}} := V_{\text{УД6}} \cdot l_6 \cdot 10^{-3} = 0.36$$

$$V_{\text{ЛЕТН6}} := V_{\text{УД6}} \cdot l_6 \cdot 10^{-3} = 0.36$$

$$V_{\text{ОТОП7}} := V_{\text{УД7}} \cdot l_7 \cdot 10^{-3} = 0.249$$

$$V_{\text{ЛЕТН7}} := V_{\text{УД7}} \cdot l_7 \cdot 10^{-3} = 0.249$$

$$V_{\text{ОТОП8}} := V_{\text{УД8}} \cdot l_8 \cdot 10^{-3} = 0.249$$

$$V_{\text{ЛЕТН8}} := V_{\text{УД8}} \cdot l_8 \cdot 10^{-3} = 0.249$$

$$V_{\text{ОТОП9}} := V_{\text{УД7}} \cdot l_7 \cdot 10^{-3} = 0.249$$

$$V_{\text{ЛЕТН9}} := V_{\text{УД9}} \cdot l_7 \cdot 10^{-3} = 0.183$$

$$V_{\text{ОТОП10}} := V_{\text{УД8}} \cdot l_8 \cdot 10^{-3} = 0.249$$

$$V_{\text{ЛЕТН10}} := V_{\text{УД10}} \cdot l_{10} \cdot 10^{-3} = 0.583$$

$$V_{\text{ОТОП11}} := V_{\text{УД11}} \cdot l_{11} \cdot 10^{-3} = 0.042$$

$$V_{\text{ЛЕТН11}} := V_{\text{УД11}} \cdot l_{11} \cdot 10^{-3} = 0.042$$

$$V_{\text{ОТОП12}} := V_{\text{УД12}} \cdot l_{12} \cdot 10^{-3} = 0.339$$

$$V_{\text{ЛЕТН12}} := V_{\text{УД12}} \cdot l_{12} \cdot 10^{-3} = 0.339$$

$$V_{\text{ОТОП13}} := V_{\text{УД13}} \cdot l_{13} \cdot 10^{-3} = 0.26$$

$$V_{\text{ЛЕТН13}} := V_{\text{УД13}} \cdot l_{13} \cdot 10^{-3} = 0.26$$

$$V_{\text{ОТОП14}} := V_{\text{УД14}} \cdot l_{14} \cdot 10^{-3} = 0.039$$

$$V_{\text{ЛЕТН14}} := V_{\text{УД14}} \cdot l_{14} \cdot 10^{-3} = 0.039$$

Средняя емкость трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией м^3

$$V_{\text{ГОД1}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{ОТОП1}} \cdot n_{\text{ОТОП}} + V_{\text{ЛЕТН1}} \cdot n_{\text{ЛЕТН}})}{n_{\text{ГОД}}} = 0.078$$

$$V_{\text{ГОД2}} := \frac{2 \cdot (V_{\text{ОТОП2}} \cdot n_{\text{ОТОП}} + V_{\text{ЛЕТН2}} \cdot n_{\text{ЛЕТН}})}{n_{\text{ГОД}}} = 0.143$$

$$V_{\text{год}3} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}3} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}3} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.874$$

$$V_{\text{год}4} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}4} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}4} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.13$$

$$V_{\text{год}5} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}5} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}5} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 1$$

$$V_{\text{год}6} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}6} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}6} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.667$$

$$V_{\text{год}7} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}7} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}7} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.461$$

$$V_{\text{год}8} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}8} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}8} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.461$$

$$V_{\text{год}9} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}9} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}9} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.419$$

$$V_{\text{год}10} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}10} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}10} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.677$$

$$V_{\text{год}11} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}11} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}11} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.079$$

$$V_{\text{год}12} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}12} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}12} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.628$$

$$V_{\text{год}13} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}13} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}13} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.481$$

$$V_{\text{год}14} := \frac{2 \cdot (V_{\text{отоп}14} \cdot n_{\text{отоп}} + V_{\text{летн}14} \cdot n_{\text{летн}})}{n_{\text{год}}} = 0.072$$

$$V_{\text{сум}} := 507.52$$

Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой м^3

$$G_{\text{ут.н}1} := a \cdot V_{\text{год}1} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.027$$

$$G_{\text{ут.н}2} := a \cdot V_{\text{год}2} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.882$$

$$G_{\text{ут.н}3} := a \cdot V_{\text{год}3} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 11.532$$

$$G_{\text{ут.н}4} := a \cdot V_{\text{год}4} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.711$$

$$G_{\text{ут.н}5} := a \cdot V_{\text{год}5} \cdot n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 13.201$$

$$G_{\text{ут.н6}} := a \cdot V_{\text{год6}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.801$$

$$G_{\text{ут.н7}} := a \cdot V_{\text{год7}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.09$$

$$G_{\text{ут.н8}} := a \cdot V_{\text{год8}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.09$$

$$G_{\text{ут.н9}} := a \cdot V_{\text{год9}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 5.528$$

$$G_{\text{ут.н10}} := a \cdot V_{\text{год10}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.94$$

$$G_{\text{ут.н11}} := a \cdot V_{\text{год11}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 1.037$$

$$G_{\text{ут.н12}} := a \cdot V_{\text{год12}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 8.295$$

$$G_{\text{ут.н13}} := a \cdot V_{\text{год13}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 6.349$$

$$G_{\text{ут.н14}} := a \cdot V_{\text{год14}} n_{\text{отоп}} \cdot 10^{-2} = 0.953$$

$$C := 1 \quad \tau_{1\text{год}} := 82 \quad \tau_{2\text{год}} := 55$$

Средняя норма потерь теплоносителя, обусловленных утечкой, мЗ/ч

$$m_{\text{у.год.н1}} := 0.25 V_{\text{год1}} \cdot 10^{-2} = 1.945 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н2}} := 0.25 V_{\text{год2}} \cdot 10^{-2} = 3.565 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н3}} := 0.25 V_{\text{год3}} \cdot 10^{-2} = 2.184 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н4}} := 0.25 V_{\text{год4}} \cdot 10^{-2} = 3.241 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н5}} := 0.25 V_{\text{год5}} \cdot 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н6}} := 0.25 V_{\text{год6}} \cdot 10^{-2} = 1.667 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н7}} := 0.25 V_{\text{год7}} \cdot 10^{-2} = 1.153 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н8}} := 0.25 V_{\text{год8}} \cdot 10^{-2} = 1.153 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н9}} := 0.25 V_{\text{год9}} \cdot 10^{-2} = 1.047 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н10}} := 0.25 V_{\text{год10}} \cdot 10^{-2} = 1.693 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н11}} := 0.25 V_{\text{год11}} \cdot 10^{-2} = 1.963 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{у.год.н12}} := 0.25 V_{\text{год12}} \cdot 10^{-2} = 1.571 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н13}} := 0.25 V_{\text{год13}} \cdot 10^{-2} = 1.202 \times 10^{-3}$$

$$m_{\text{у.год.н14}} := 0.25 V_{\text{год14}} \cdot 10^{-2} = 1.806 \times 10^{-4}$$

$$\rho_{\text{год}} := 978 \quad b := 0.6 \quad \tau_x := 5$$

Норма технологических потерь тепловой энергии/ Гкал

$$Q_{y.n1} := m_{y.год.n1} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.11$$

$$Q_{y.n2} := m_{y.год.n2} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.202$$

$$Q_{y.n3} := m_{y.год.n3} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 1.239$$

$$Q_{y.n4} := m_{y.год.n4} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.184$$

$$Q_{y.n5} := m_{y.год.n5} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 1.418$$

$$Q_{y.n6} := m_{y.год.n6} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.945$$

$$Q_{y.n7} := m_{y.год.n7} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.654$$

$$Q_{y.n8} := m_{y.год.n8} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.654$$

$$Q_{y.n9} := m_{y.год.n9} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.594$$

$$Q_{y.n10} := m_{y.год.n10} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.96$$

$$Q_{y.n11} := m_{y.год.n11} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.111$$

$$Q_{y.n12} := m_{y.год.n12} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.891$$

$$Q_{y.n13} := m_{y.год.n13} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.682$$

$$Q_{y.n14} := m_{y.год.n14} \rho_{год} \cdot C \cdot [b \cdot \tau_{1год} + (1 - b) \cdot \tau_{2год} - \tau_x] \cdot n_{год} \cdot 10^{-6} = 0.102$$

$$\tau_{зап} := 40 \quad \rho_{зап} := 992.15$$

Нормативные технологические затраты тепловой энергии на заполнение новых участков трубопроводов и после плановых ремонтов

$$Q_{зап1} := 1.5 V_{год1} \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 4.052 \times 10^{-3}$$

$$Q_{зап2} := 1.5 V_{год2} \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 7.428 \times 10^{-3}$$

$$Q_{зап3} := 1.5 V_{год3} \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 0.046$$

$$Q_{зап4} := 1.5 V_{год4} \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 6.753 \times 10^{-3}$$

$$Q_{зап5} := 1.5 V_{год5} \rho_{зап} \cdot C \cdot (\tau_{зап} - \tau_x) \cdot 10^{-6} = 0.052$$

$$Q_{\text{зап}6} := 1.5 V_{\text{год}6} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.035$$

$$Q_{\text{зап}7} := 1.5 V_{\text{год}7} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.024$$

$$Q_{\text{зап}8} := 1.5 V_{\text{год}8} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.024$$

$$Q_{\text{зап}9} := 1.5 V_{\text{год}9} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.022$$

$$Q_{\text{зап}10} := 1.5 V_{\text{год}10} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.035$$

$$Q_{\text{зап}11} := 1.5 V_{\text{год}11} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 4.09 \times 10^{-3}$$

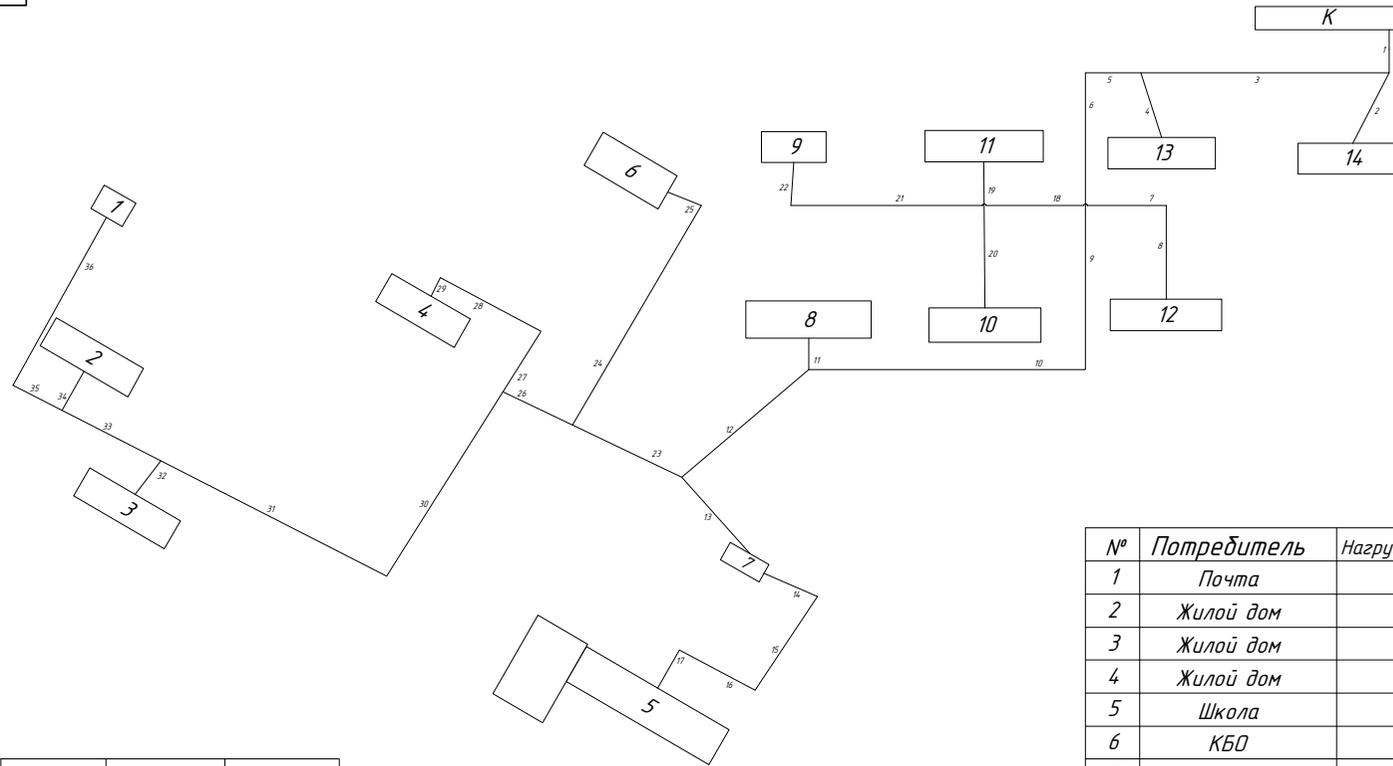
$$Q_{\text{зап}12} := 1.5 V_{\text{год}12} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.033$$

$$Q_{\text{зап}13} := 1.5 V_{\text{год}13} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 0.025$$

$$Q_{\text{зап}14} := 1.5 V_{\text{год}14} \rho_{\text{зап}} \cdot C \cdot (\tau_{\text{зап}} - \tau_{\text{х}}) \cdot 10^{-6} = 3.762 \times 10^{-3}$$

Нормативные часовые потери подающей и обратной магистрали

$q_{\text{п}1} := 94.8\text{°}$	$q_{\text{п}24} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}43} := 50.4\text{°}$	$q_{\text{п}64} := 30.6\text{°}$
$q_{\text{п}2} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}25} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}44} := 44.5\text{°}$	$q_{\text{п}65} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}3} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}26} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}45} := 50.4\text{°}$	$q_{\text{п}67} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}4} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}27} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}46} := 44.5\text{°}$	$q_{\text{п}69} := 28.9\text{°}$
$q_{\text{п}5} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}28} := 35.1\text{°}$	$q_{\text{п}47} := 44.5\text{°}$	$q_{\text{п}71} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}6} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}29} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}48} := 44.5\text{°}$	$q_{\text{п}73} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}10} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}30} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}49} := 59.1\text{°}$	$q_{\text{п}74} := 30.6\text{°}$
$q_{\text{п}12} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}31} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}50} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}75} := 50.4\text{°}$
$q_{\text{п}13} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}32} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}51} := 59.1\text{°}$	$q_{\text{п}76} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}14} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}33} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}53} := 48.0\text{°}$	$q_{\text{п}77} := 50.4\text{°}$
$q_{\text{п}15} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}34} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}55} := 44.7\text{°}$	$q_{\text{п}78} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}16} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}35} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}56} := 48.0\text{°}$	$q_{\text{п}79} := 48.0\text{°}$
$q_{\text{п}17} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}36} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}57} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}80} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}18} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}37} := 44.5\text{°}$	$q_{\text{п}58} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}81} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}19} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}38} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}59} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}83} := 44.5\text{°}$
$q_{\text{п}20} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}39} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}60} := 45.3\text{°}$	
$q_{\text{п}21} := 30.6\text{°}$	$q_{\text{п}40} := 72.7\text{°}$	$q_{\text{п}61} := 28.9\text{°}$	
$q_{\text{п}22} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}41} := 44.5\text{°}$	$q_{\text{п}62} := 45.3\text{°}$	
$q_{\text{п}23} := 28.9\text{°}$	$q_{\text{п}42} := 42.3\text{°}$	$q_{\text{п}63} := 44.5\text{°}$	

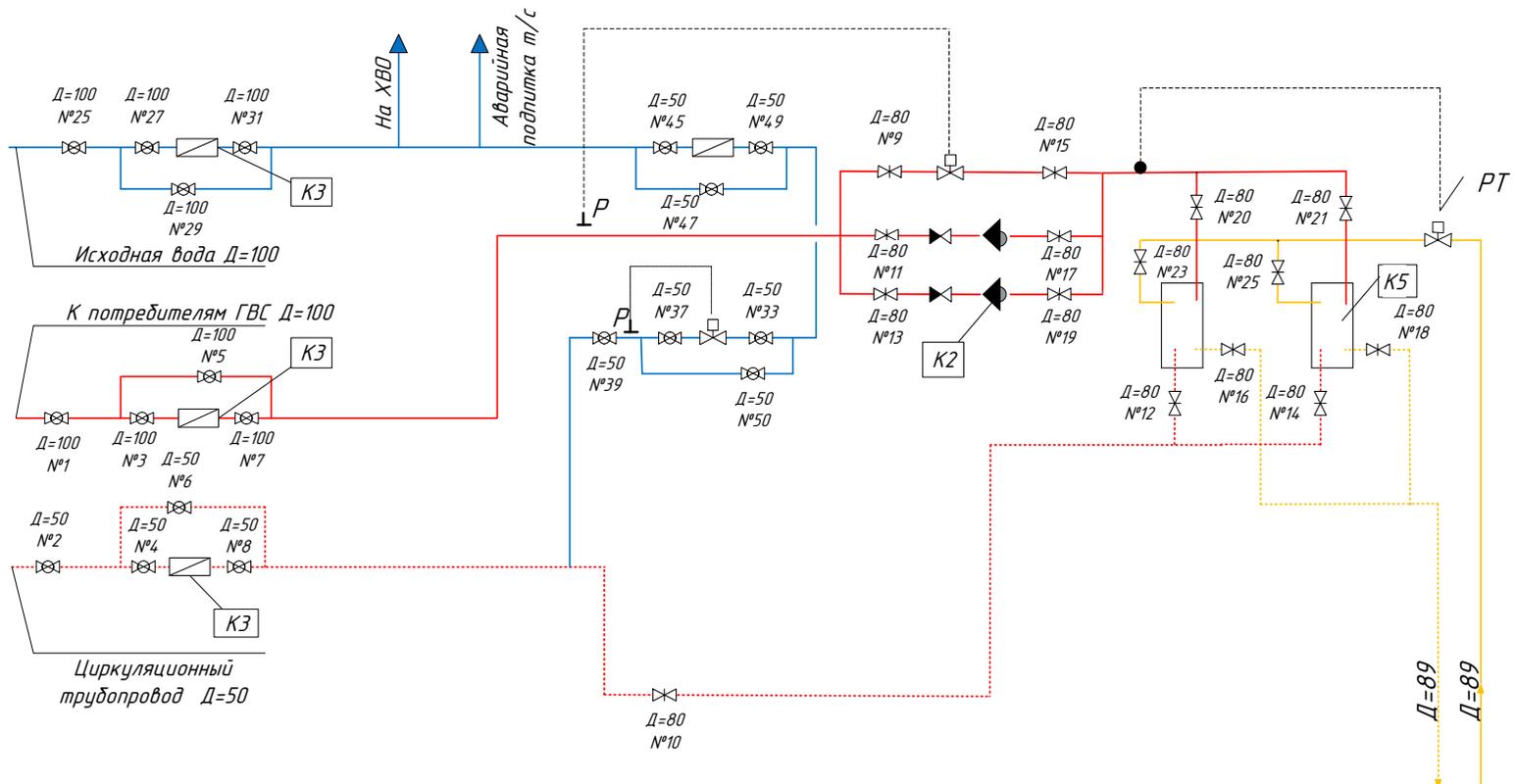


№ участка	D_{12}	L
1	$D_{12}=219$	$L=30$
2	$D_{12}=76$	$L=55$
3	$D_{12}=219$	$L=89$
4	$D_{12}=89$	$L=50$
5	$D_{12}=219$	$L=45$
6	$D_{12}=219$	$L=45$
7	$D_{12}=76$	$L=46$
8	$D_{12}=76$	$L=47$
9	$D_{12}=219$	$L=54$
10	$D_{12}=159$	$L=110$
11	$D_{12}=89$	$L=8$
12	$D_{12}=89$	$L=87$
13	$D_{12}=89$	$L=49$
14	$D_{12}=133$	$L=10$
15	$D_{12}=133$	$L=41$
16	$D_{12}=133$	$L=4,3,4$
17	$D_{12}=133$	$L=14,3$
18	$D_{12}=159$	$L=34$

№ участка	D_{12} мм	L м
19	$D_{12}=89$	$L=18$
20	$D_{12}=89$	$L=4,2$
21	$D_{12}=133$	$L=84$
22	$D_{12}=76$	$L=10$
23	$D_{12}=89$	$L=51$
24	$D_{12}=108$	$L=121$
25	$D_{12}=108$	$L=7$
26	$D_{12}=89$	$L=29$
27	$D_{12}=89$	$L=40$
28	$D_{12}=57$	$L=4,1,9$
29	$D_{12}=57$	$L=6,6$
30	$D_{12}=89$	$L=83$
31	$D_{12}=89$	$L=106$
32	$D_{12}=89$	$L=9$
33	$D_{12}=76$	$L=39$
34	$D_{12}=57$	$L=9$
35	$D_{12}=76$	$L=10$
36	$D_{12}=57$	$L=76$

№	Потребитель	Нагрузка ГВС Гкал/ч
1	Почта	0
2	Жилой дом	0,017
3	Жилой дом	0,017
4	Жилой дом	0,017
5	Школа	0
6	КБО	0,022
7	Хозяйственный корпус	0
8	Жилой дом	0,017
9	Магазин	0
10	Жилой дом	0,017
11	Жилой дом	0,017
12	Детский сад	0,017
13	Жилой дом	0,017
14	Жилой дом	0,016

				ВКР 144.131.130301.СХ				
Изд.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Схема тепловых сетей от котельной ДОС посёлка Моховая падь	Листов	Масса	Монтаж
Формат	Контурный лист	Длина	Ширина	Год		9		
Исполн.	Рольфа	ДТ			Лист 1	Листов в		
Исполн.	Рольфа	ДТ			Реконструкция котельной ДОС посёлка Моховая падь			Ан/У Группа 442-08(2)



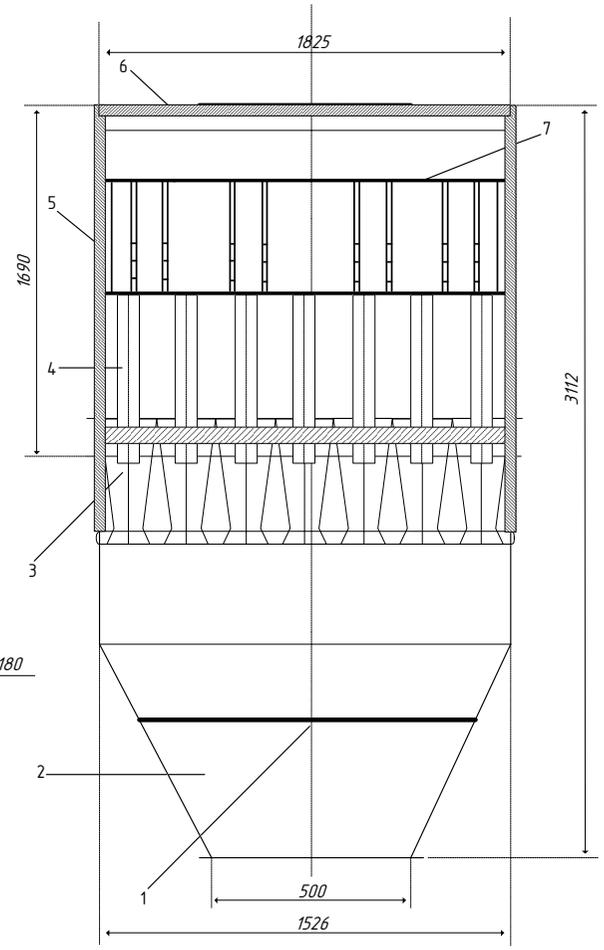
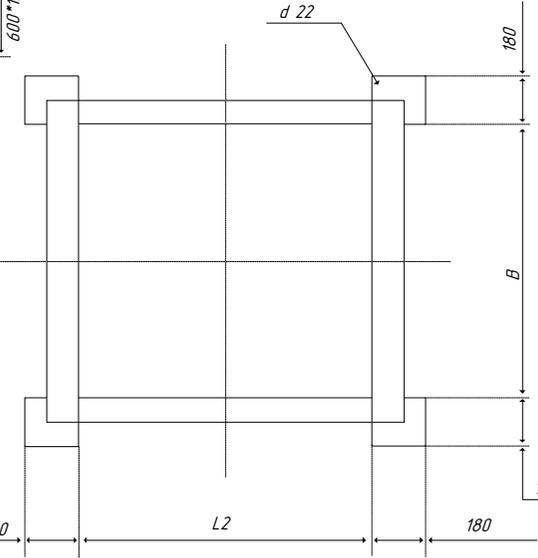
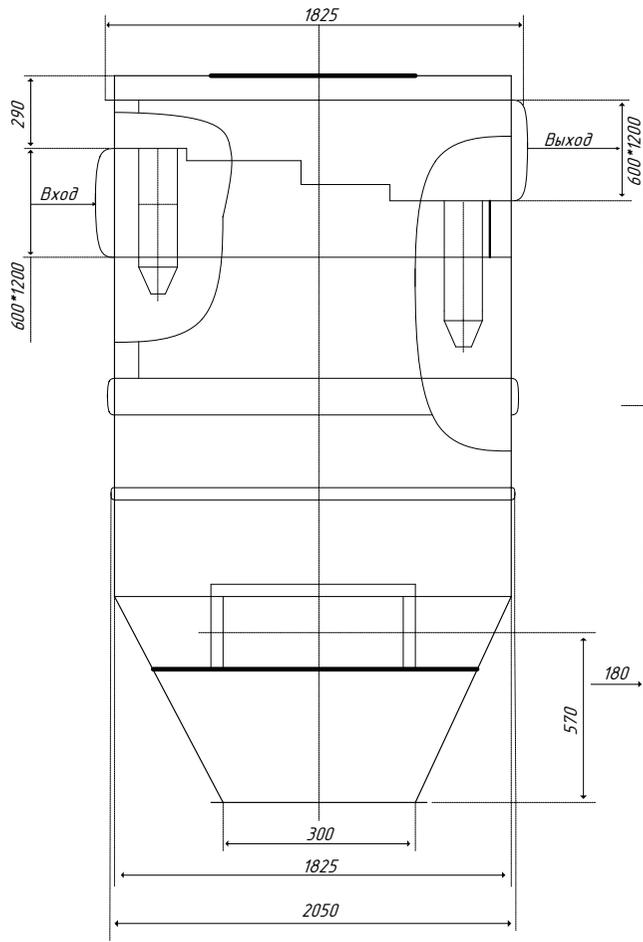
ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Обозн.	Наименование
K1	Накопительный бак
K2	Циркуляционно – повысительные насосы
K3	Приборы учета т. энергии на нужды ГВС
K4	Подогреватели ГВС
K5	Сетевой теплообменник
PT	Регулятор температуры сетевой воды

К насосам котлового контура

От котлов

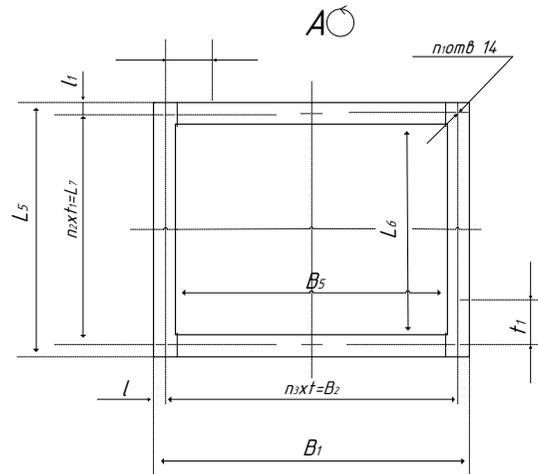
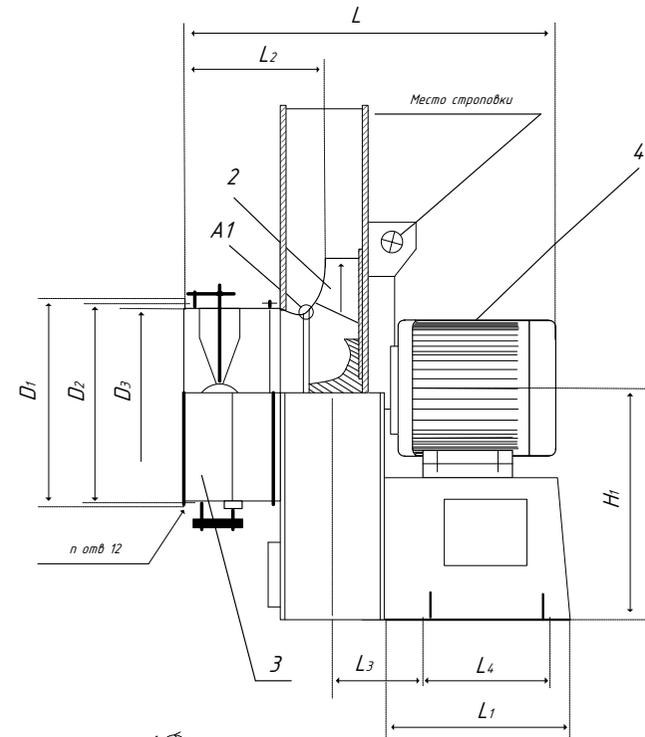
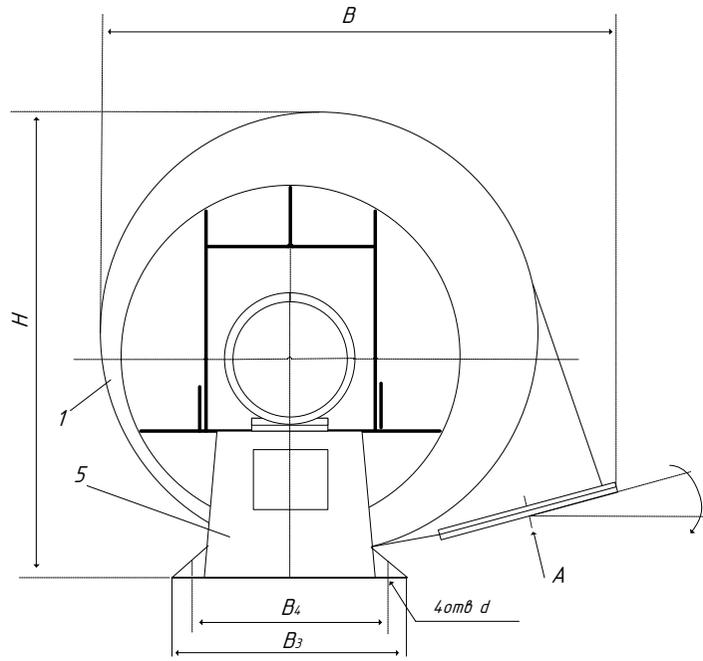
ВКР 144.131.130301.CX			
Исполн.	№ докум.	Подпись	Дата
Дроб.	Выполнил (И.И.)		
Т.И.	Проверил (И.И.)		
Исполн.	Руководит. Д.Г.	Лист 2	Листов 4
Имя	Собствен. И.И.	Реконструкция котельной ДЭС пос/ва Моховая падь	
		Ан/У Группа 442-08(2)	



Экспликация оборудования

1	перегородка
2	бункер
3	корпус с циклонными элементами
4	выхлопная труба
5	кожух
6	верхняя панель
7	решётка

ВКР 14.4.131.130301.СХ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Масса
Разработано	Составлено	Г.Г.			9
Проверено	Одобрено	Г.Г.			Листов 1
Исполнено	Рисовано	Г.Г.			Листов 1
Исполнено	Рисовано	Г.Г.			Листов 1
Исполнено	Собрано	Г.Г.			Листов 1
Реконструкция котельной ДЭС посёлка Моховая падь АнГУ Группа 442-08(2)					



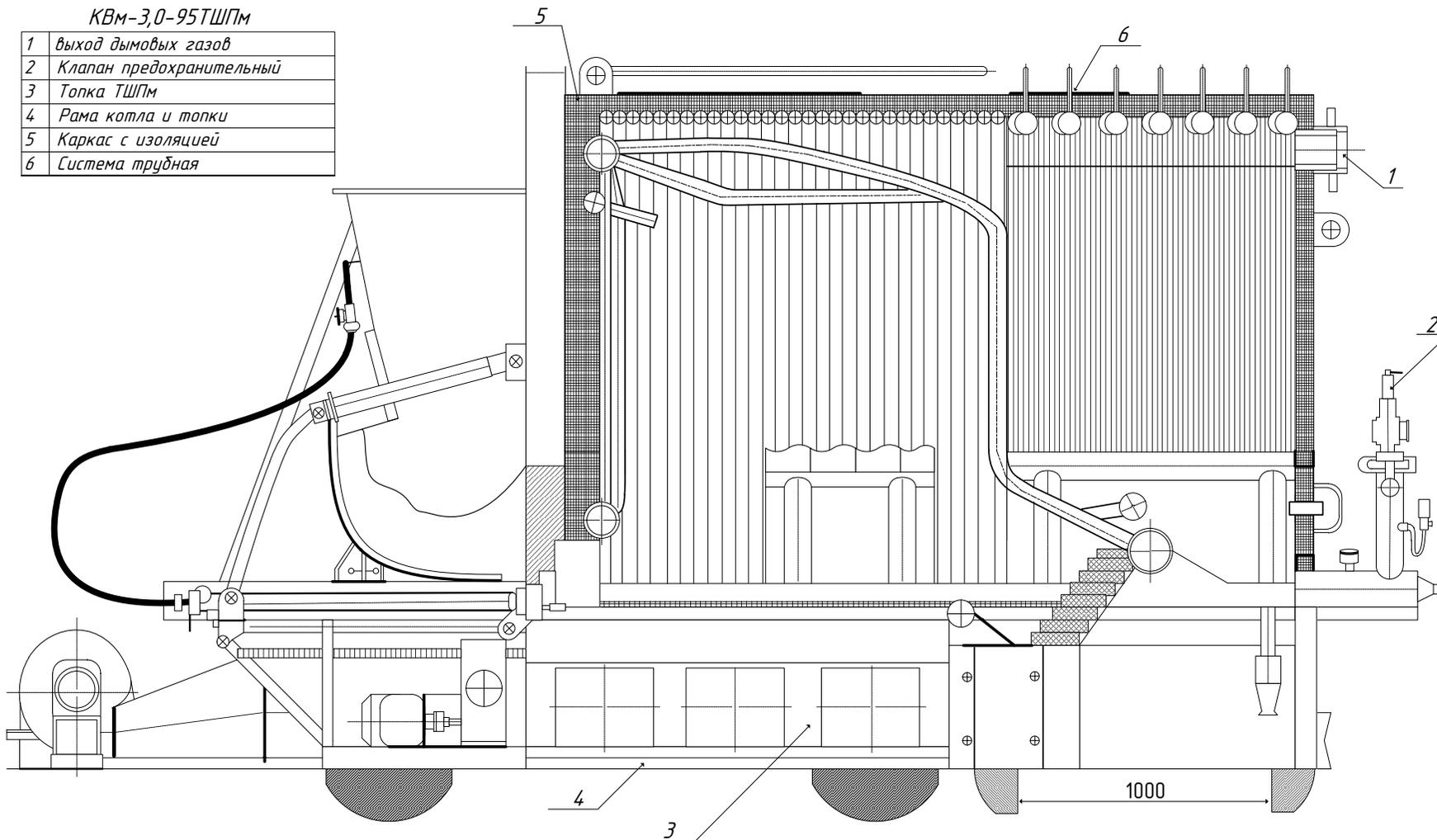
Обозначения

1 корпус
2 рабочее колесо
3 осевой направляющий аппарат
4 электродвигатель
5 постамент

ВКР 144.131.130301.CX				Листов	Масса	Мощность
Исполн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Дизайн	Конструктор	Т.С.				
Техник	Проверенный	Т.С.				
Начальник	Рисующий	Д.Г.				
Инженер	Собрано	Н.В.				
Схема дымохода ДН-9м-1500				Лист 5	Листов 6	
Реконструкция котельной ДООС поселка Моховая падь				Ан/У	Группа 442-08(2)	

КВМ-3,0-95ТШПм

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | выход дымовых газов |
| 2 | Клапан предохранительный |
| 3 | Топка ТШПм |
| 4 | Рама котла и топка |
| 5 | Каркас с изоляцией |
| 6 | Система трубная |



ВКР 14.4131.130301.СХ					
Изм.	Лист	М. проект	Подпись	Дата	Листов
1	1				1
Исполн.	Составитель	Котел водогрейный КВМ-3,0-95ТШПм			Листов
Техник	Инженер				Листов
Инженер	Рабочий	Реконструкция котельной			Лист 1
Мастер	Собрано	Д.О.С. поселка Маховая падь			Листов 6
		Ин'ч			Группа 442-03/02