

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

Факультет энергетический

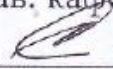
Кафедра энергетики

Направление подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы Энергообеспечение предприятий

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

 Н.В. Савина
«27» 06 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Расширение СП «Райчихинская ГРЭС» филиала «Амурская генерация» АО «ДГК» в связи с подключением системы энергоснабжения поселка Новорайчихинск Бурейского района Амурской области

Исполнитель

студент группы 543-об


подпись, дата

И.А. Городниченко

Руководитель

Профессор, д-р
техн.наук

 25.06.19
подпись, дата


С.П. Присяжная

Консультант по

безопасности и

экологичности


доцент, канд.техн.наук

 19.06.19
подпись, дата

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

ст. преподаватель

 27.06.2019
подпись, дата

Н.С. Бодруг

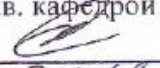
Благовещенск 2019

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

Факультет энергетический
Кафедра энергетики

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой


Н.В. Савина
« 01 » 04 2019 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Борисовича Ирины Александровны.

1. Тема выпускной квалификационной работы: Расширение ОП «Калининской ГРЭС» филиала «Амурское генеральное АО «ФСК» в связи с нормотечением системы энергоснабжения поселия Ново-Варыжничинск Бурейского района Амурской области.
(утверждено приказом от 01.01.2019 № 752/Ф)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта): 26.06.2019г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: материалы предпринимательской практики, генеральный план объекта, нормативно-справочные материалы, ПУЭ, ГОСТы.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): Описание объекта проектирования, расчет системы тепло-энергоснабжения, подбор оборудования котельной, расчет системы электрооснабжения, технико-экономическое сравнение, теплоаппарат

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) План поселия со схемой тепло- и электрооснабжения, чертеж котла КВР, чертеж ш-ловое трансформатора,

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Безопасность и надежность - А.Б. Буллаков

7. Дата выдачи задания: 5.04.2019г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Григорьев Р.М. Профессор, в.т.н.
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 5.04.2019г.
(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 88 с., 3 рисунка, 21 таблицу, 50 формул, 50 источников.

ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ, ОТОПЛЕНИЕ, ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ, ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена система энергоснабжения поселка Новорайчихинск от собственных источников, в данном случае от котельной «Агромех» и присоединение к действующей системе теплоснабжения от Райчихинской ГРЭС. Рассчитаны тепловые нагрузки на отопление и горячее водоснабжение, тепловые потери. С точки зрения экономики рассмотрена разница между стоимостью замены оборудования котельной и присоединением к действующей тепловой сети РГРЭС. Рассчитаны электрические нагрузки жилого района. Рассмотрены вопросы безопасности на предприятии РГРЭС. Рассчитаны вредные выбросы предприятия. Перечислены возможные чрезвычайные ситуации и действия персонала.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Описание объекта проектирования	9
2 Расчет системы теплоснабжения	18
2.1 Расчетные данные для теплового расчета	18
2.2 Расчет тепловых нагрузок жилого района	20
2.2.1 Расчет нагрузок на отопление	20
2.2.2 Расчет нагрузок на горячее водоснабжение	22
2.3 Гидравлический расчет	25
2.4 Предварительный гидравлический расчет	26
2.5 Уточненный гидравлический расчет	31
2.6 Расчет тепловых потерь	34
3 Выбор оборудования котельной	41
3.1 Характеристика котла КВ – Р – 4,0 (КВ – Р – 4,65 – 150)	41
3.2 Топка ТЛЗМ 2 – 1,87/3,0	43
3.3 Вентилятор ВДН – 10ВДН – 10	43
3.4 Дымосос ДН-11,2	44
3.5 Выбор насосов	44
3.5.1 Сетевые насосы	44
3.5.2 Подпиточные насосы	44
4 Расчет системы электроснабжения	46
4.2 Расчет электрических нагрузок	50
4.3 Нагрузка наружного и внутриквартального освещения	55
4.4 Выбор сечения питающей линии	56
4.5 Выбор числа и мощности ТП	58
4.6 Выбор сечений распределительной сети 6 кВ	61
5. Техничо – экономическое сравнение вариантов системы теплоснабжения	64
5.1 Расчет капиталовложений первого варианта	64

5.2 Расчет капиталовложений второго варианта	66
6 Безопасность и экологичность проекта	68
6.1 Безопасность	68
6.1.1 Меры безопасности при обслуживании котлоагрегата	69
6.2 Экологичность	72
6.2.1 Расчет выбросов в атмосферу частиц золы и недожога	73
6.2.2 Расчет выбросов в атмосферу окислов серы	74
6.2.3 Расчет выбросов в атмосферу окиси углерода	75
6.2.4 Расчет выбросов в атмосферу оксидов азота	75
6.2.5 Расчет дымовой трубы	77
6.3 Чрезвычайные ситуации	79
6.3.1 Действия персонала при возникновении аварийных ситуаций	81
Заключение	83
Библиографический список	84
Приложение А расчет тепловой части	
Приложение Б расчет системы электроснабжения	

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- ГВС – горячее водоснабжение;
- КЛ – кабельная линия;
- СЭС – система электроснабжения;
- ТП – трансформаторная подстанция;
- КПД – коэффициент полезного действия;
- ПС – электрическая подстанция;
- СЭ – сетевой электронасос;
- ПЭ – подпиточный электронасос;
- МО – муниципальный округ;
- ЖКХ – жилищно – коммунальное хозяйство;
- ОВД – очередь высокого давления;
- ОСД – очередь среднего давления.

ВВЕДЕНИЕ

Амурская область – субъект Российской Федерации, входящий в состав Дальневосточного федерального округа. Область образована 20 октября 1932 года в составе Дальневосточного края. 2 августа 1948 года была выделена в самостоятельную область. Площадь территории составляет 361908 км². Численность населения 793194 человек. Согласно Уставу (Основному Закону) Амурской области, субъект включает в себя следующие муниципальные образования: 20 районов, 9 городских округов, включая 1 закрытое административное – территориальное образование Циолковский, 2 городских поселения, а также прочие городские и сельские поселения в составе районов и иные населенные пункты, не являющиеся муниципальными образованиями.

В составе Амурской области 242 сельских поселения. Развитие большинства населенных пунктов не происходит уже несколько лет. Из-за отсутствия развития происходит отток населения. Большинство населения переезжают в более крупные города. Вследствие этого нового жилищного строительства в данных населенных пунктах не предполагается и соответственно энергообеспечение поселков и сел сохраняется на существующем уровне, либо утрачивает свою необходимость.

Большинство поселков и сел получают теплоснабжение от собственных котельных, электроснабжение от близлежащих электрических подстанций. Оборудование котельных, тепловых и электрических сетей, считается устаревшим и изношенным, это связано с тем, что большинство объектов было построено достаточно давно и находится на грани завершения всех сроков эксплуатации. Устаревшее оборудование котельных приводит к уменьшению КПД и увеличению расходов предприятий на теплоснабжение, а также может послужить к возникновению аварий, как на самой котельной, так и на теплосетях. Всё это приведёт к большим необоснованным затратам. При своевременной реконструкции и модернизации оборудования можно избежать аварий и затрат.

В настоящей выпускной квалификационной работе рассматривается разница в реконструкции системы энергоснабжения поселка Новорайчихинск, в частности котельной «Агромех», в связи с износом оборудования, и присоединением к действующей тепловой сети от Райчихинской ГРЭС, расположенной в поселке городского типа Прогресс.

Целью данной работы является замена системы теплоснабжения поселка Новорайчихинск Амурской области от котельной «Агромех» и присоединением к системе теплоснабжения РГРЭС. Для выполнения указанной цели необходимо выполнить следующие действия:

- анализ существующего состояния котельной и оборудования;
- расчёт теплоснабжения поселка Новорайчихинск;
- сделать замену и выбор оборудования для котельной;
- произвести расчет электрических нагрузок;
- произвести расчет стоимости замены оборудования и строительства новой тепловой сети.

Проект реконструкции выполнен в соответствии с требованиями всех действующих нормативных документов.

При выполнении выпускной квалификационной работы использовались программные комплексы, такие как: Microsoft Office Word 2013г., Microsoft Office Excel 2013г, MathType 6.1 Equation, Mathcad 15.0, Autodesk AutoCAD 2016.

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В декабре 1858 года была учреждена Амурская область, которая в свою очередь, поделилась на волости. Одной из таких волостей была Завитинская, получившая свое название от речки Завитая.

Современная территория муниципального округа (МО) р.п. Прогресс в разные исторические периоды входила в состав Завитинского уезда, Завитинского района и в последующем входила в состав Бурейского района.

В 1956 году Райчихинский поселковый Совет Бурейского района был преобразован в городской Совет областного подчинения. К нему отошли посёлки Прогресс и Кивда.

Указом Президиума Верховного Совета РСФСР от 24 мая 1956 года село Прогресс было отнесено к категории рабочих поселков, на территории которого в июне 1956 года был образован Исполком Прогрессовского поселкового Совета народных депутатов, находившийся в ведении Райчихинского городского Совета народных депутатов.

В соответствии с законом Амурской области от 11.03.2005 г. № 445-ОЗ «О наделении муниципального образования рабочего поселка (поселка городского типа) Прогресс статусом городского округа и об установлении его границ» была образована самостоятельная административная единица (городской округ) областного подчинения.

Застройка р.п. Прогресс и р.п. Новорайчихинск в советский период, безусловно, осуществляется по генеральным планам и проектам планировки и застройки, что четко прослеживается в сохранившейся застройке населенных пунктов.

Территория городского округа р.п. (пгт) Прогресс расположена в юго-восточной части Амурской области, в геоморфологическом отношении территория муниципального образования находится в юго-западной части Зейско-Буреинской равнины.

Занимаемая муниципальным образованием территория характеризуется расчлененным рельефом, где неглубокие долины мелких рек и ручьев (р. Кивда, ручей Холодный ключ и др.) с абсолютными отметками 180-190м чередуются с отвалами-отрогами, имеющими абсолютные отметки до 225 м. В рощах преобладают смешанные породы деревьев: береза, осина, дуб, в пойменных местах по берегам реки ива, сплошной кустарник и луговая растительность.

Территория городского округа р.п. (пгт) Прогресс расположена в юго-восточной части Амурской области, в геоморфологическом отношении территория муниципального образования находится в юго-западной части Зейско-Буреинской равнины.

Занимаемая муниципальным образованием территория характеризуется расчлененным рельефом, где неглубокие долины мелких рек и ручьев (р. Кивда, ручей Холодный ключ и др.) с абсолютными отметками 180-190м чередуются с отвалами-отрогами, имеющими абсолютные отметки до 225 м. В рощах преобладают смешанные породы деревьев: береза, осина, дуб, в пойменных местах по берегам реки ива, сплошной кустарник и луговая растительность.

В результате разработки Райчихинского бурого угольного месторождения естественный рельеф на значительной территории муниципального образования нарушен и требует выполнения работ по рекультивации территории.

Муниципальное образование р.п. (пгт) Прогресс граничит на западе с территорией городского округа г. Райчихинск, на севере с МО пгт Буряя, на востоке и юге с территорией Малиновского сельсовета Бурейского района.

Административный центр городского округа – р.п. (пгт) Прогресс – расположен в 180 километрах к востоку от областного центра г. Благовещенск, в 26 километрах от формирующегося субрегионального центра р. Райчихинск и в 21 километре от федеральной автодороги Р-297 «Амур» Чита - Невер - Свободный - Архара - Биробиджан – Хабаровск.

МО р.п. (пгт) Прогресс имеет выгодное территориальное расположение по отношению к Транссибирской железнодорожной магистрали и федеральной автодороги Р-297 «Амур», также в его границах проходят участки региональных автодорог и участок железной дороги Буряя - Райчихинск. Населенные пункты городского округа расположены в зоне влияния субрегионального центра Амурской области - г. Райчихинск.

С административным центром области г. Благовещенск населенные пункты МО р.п. (пгт) Прогресс соединены региональной автодорогой «Благовещенск – Гомелевка». С завершением строительства федеральной автодороги Р-297 «Амур» Чита - Невер - Свободный - Архара - Биробиджан - Хабаровск транспортные связи МО р.п. (пгт) Прогресс и всей восточной части Амурской области существенно улучшились, населенные пункты получили устойчивую внешнюю связь с населенными пунктами восточной части Амурской области, Хабаровского края и Еврейской автономной области.

В состав муниципального образования Прогресс входят населенные пункты: рабочий поселок (пгт) Прогресс, рабочий поселок (пгт) Новорайчихинск, сельский населенный пункт – поселок Кивдинский.

Численность постоянного населения в МО поселок Прогресс составляет 11788 человек – 1,6% от общей численности населения Амурской области, в том числе в рабочем поселке (пгт) Прогресс – 9892 человек, в рабочем поселке (пгт) Новорайчихинск – 1882 человек, в сельском населенном пункте – поселок Кивдинский - 14 человек.

Площадь территории МО р.п. (пгт) Прогресс составляет 101,46 км², соответственно занимая последнее место по площади среди остальных городских округов и муниципальных районов Амурской области. Плотность населения в границах МО р.п. (пгт) Прогресс составляет 123,9 чел./км², что более чем в 50 раз выше средней плотности населения по Амурской области (2,4 чел./км²):

Площадь муниципального образования рабочий поселок (пгт) Прогресс составляет 101,45 км², в том числе:

пгт Прогресс- 54 км²;
пгт Новорайчихинск-15,21 км²;
поселок Кивдинский- 32,246 км².

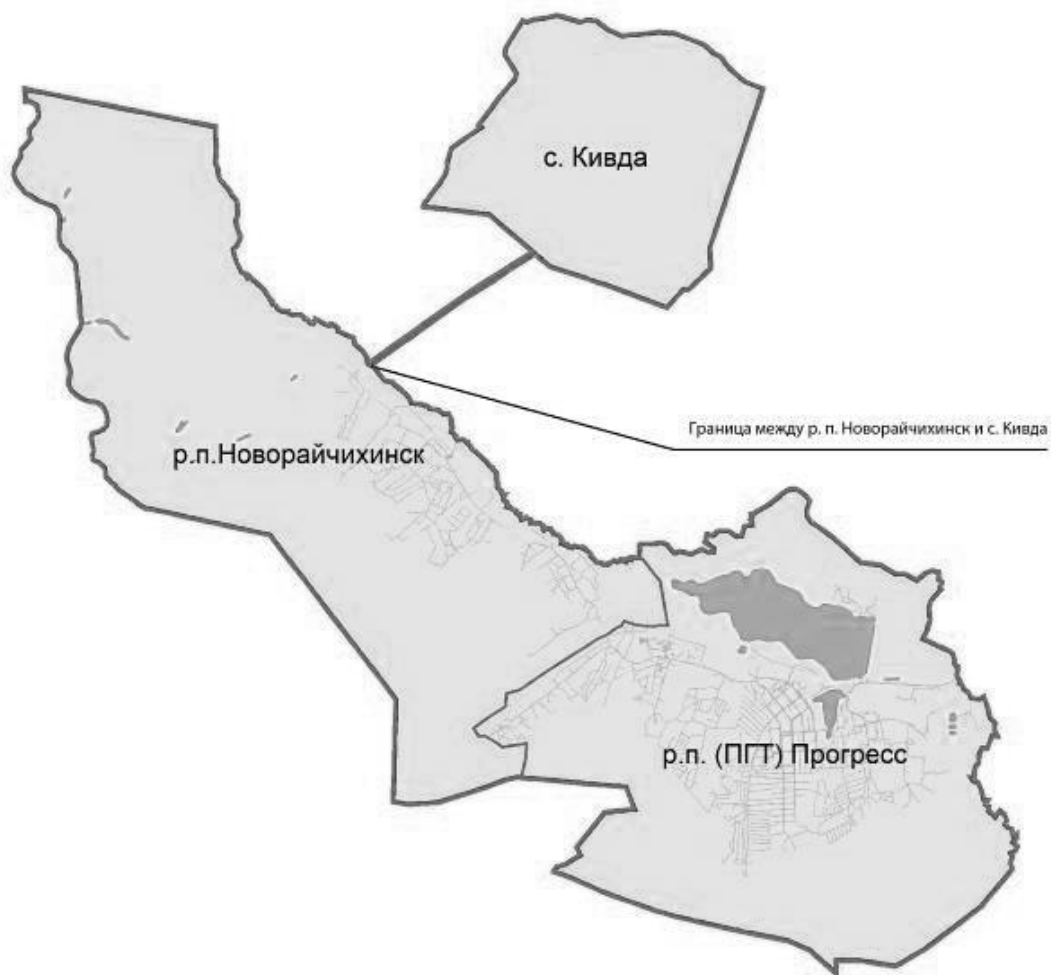


Рисунок 1 – Границы населенных пунктов р.п. (пгт) Прогресс
р.п. Новорайчихинск и п. Кивдинский

Поселок Новорайчихинск относится к МО Прогресс Бурейского района Амурской области. Поселок стоит в долине реки Кивда, до правого берега Буреи около 15 км. Расположен примерно в 6 км западнее административного центра пгт Прогресс. Расстояние по автодороге до пос. Буряя около 20 км.

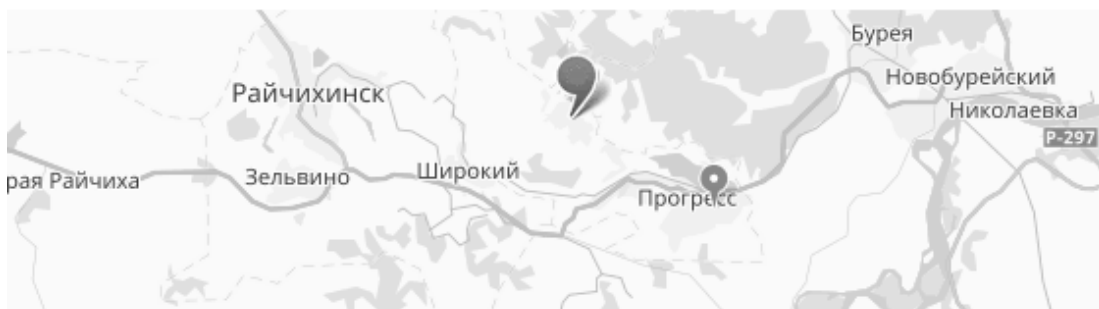


Рисунок 2 – Географическое положение пос. Новорайчихинск

От Транссибирской магистрали (от станции Буряя Забайкальской железной дороги) к пос. Новорайчихинск (через пос. Прогресс) идёт железнодорожная линия. В пос. Новорайчихинск находится железнодорожная станция Восточный Отрог.

Тип климата резко континентальный с муссонными чертами, тип климата умеренных широт, характерный для внутренних районов материков, изолированных от мирового океана и находящихся под воздействием областей высокого давления. Средняя температура в зимний период составляет -20°C . Самая низкая отметка температуры может достигать -40°C . Лето теплое. Средняя температура держится в пределах 25°C . Самая жаркая температура достигает 34°C . Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через $+10^{\circ}$ происходит во второй декаде мая, а осенью – во второй-третьей декадах сентября. Продолжительность периода с температурой выше $+10^{\circ}$ составляет 120-130 дней.

Среднегодовая скорость ветра – до 3,7 м/сек., весной и осенью в отдельные дни достигает 20 м/сек. В весенние месяцы (март-апрель) происходит усиление ветра в порывах от 20 до 25 м/с с сопровождением обильных осадков в виде мокрого снега либо дождя, переходящего в мокрый снег, возможны метели.

Низкие температуры воздуха и маломощный снежный покров приводят к сильному промерзанию почвы на глубину 2,5-3 метров. Полное оттаивание почвы происходит только к началу июля.

Годовое количество осадков составляет 430-450 мм.

Население 1882 человека. Основная часть населения русские.

Основная часть построек в Новорайчихинске составляет частный сектор, в количестве 61 дома. 48 зданий являются малоэтажками. 14 общественных участков: детский сад, почта, школа, интернат, столовая при интернате, поликлиника, пожарная часть и магазины.

Отапливаемая часть поселка – 48 зданий.

Основным потребителем тепловой энергии в пос. Новорайчихинск является, в основном, жилищно-коммунальный сектор. Из промышленных потребителей работает лишь завод «Агромех», загруженный на 10 % от установленной мощности. Существующие максимально-часовые тепловые нагрузки составляют 4,84 Гкал/ч, в том числе 4,33 Гкал/ч - отопление и вентиляция и 0,51 Гкал/ч - горячее водоснабжение. Годовое теплоснабжение – 17,6 тыс. Гкал.

Оборудование в котельной «Агромех» физически изношено и требует замены. Основное топливо – бурый уголь Райчихинского месторождения.

Передача тепла потребителям осуществляется по тепловым, работающим по температурному графику 95–70 °С. Система теплоснабжения – закрытая.

Тепловые сети проложены двухтрубные:

- при подземной прокладке в непроходных сборных железобетонных каналах с тепловой изоляцией трубопроводов из минваты, покрытой рубероидом;

- при надземной прокладке на железобетонных опорах с тепловой изоляцией трубопроводов из минваты, обтянутой металлической сеткой с последующим покрытием асбестоцементным раствором и дюралюминиевыми листами.

Для компенсации температурных удлинений используются сальниковые и П-образные компенсаторы и углы поворотов теплопроводов. Существующие тепловые сети ветхие и требуют замены, срок их эксплуатации составляет 40 – 60 лет.

Таблица 1 – Характеристика котельной

Наименование котельной, адрес, подчиненность	Основные характеристики								
	Количество	тип котла, система, завод-изготовитель, фирма	год изготовления установки	Параметры		Номинальная производительн. одного котла		Вид топлива	Тип и КПД золоуловителей
				пара кгс/с м ² °С	воды °С	парового т/ч	водогрейного, Гкал /ч		
«Агромех» ул. Шоссейная, 8 Райчих. МУМП ЖКХ	1	ДКВР-10/13 водогрейный Бийский кот. 3-д	1977 1977	-	95- 70	-	6,5	БР-2 Райчих. местор.	БЦ – 259 50 %
	1	ДКВР-10/13 водогрейный Бийский кот. 3-д	1977 1977	-	95- 70	-	6,5		БЦ- 259 50 %
	1	КЕ-10/14 водогрейный Бийский кот. 3-д	1986 1987	-	95- 70	-	5,7		БЦ- 259 50 %

Таблица 2 – Характеристика котельной

Наименование котельной, адрес, подчиненность	Данные по котельной						Примечание о состоянии котельн. оборудования
	Дымовая труба (материал, высота, диаметр устья)	Устан. производительность котельной, т/ч и Гкал/ч	КПД котельной нетто %	Общий расход условного топлива тыс.ту.т / год	Числен. эксп. персонала чел.	Аморт. износ котла, %	
«Агромех» ул. Шоссейная, 8 Райчих. МУМП ЖКХ	Кирпич	18,7 Гкал/ч	60	3,66	42	100	Требует замены
	H=45 м D=1,5 м						

В ВКР предложен план расширения работы Райчихинской ГРЭС с целью присоединения поселка Новорайчихинск.

Намечаемая трасса тепловой сети от РГРЭС до пос. Новорайчихинск с целью передачи тепла к благоустроенному жилкомсектору поселка.

Подключение потребителей пос. Новорайчихинск к Райчихинской ГРЭС намечается к существующей тепловой сети пос. Прогресс диаметром 500 мм в районе ул. Набережной. Далее трасса идет вдоль автомобильной дороги Прогресс – Новорайчихинск с правой стороны до котельной «Агро-меха».

При строительстве рассматриваемых тепломагистралей до поселков предусматривается организация павильонов с установкой секционирующих задвижек на участках через 1,5 км трубопроводов, необходимых для проведения ремонтов при аварийных ситуациях.

В рассматриваемой системе теплоснабжения потребителей поселков от Райчихинской ГРЭС намечается внедрение рациональных конструктивных решений и повышение качества строительства теплосетей, применение анти-

коррозийных покрытий, отвода воды из зоны прокладки теплосетей за счет организации дренажа, применение активной (электрической) защиты теплопроводов, внедрение автоматизированной системы диспетчерского управления тепловыми сетями, создание ремонтно-эксплуатационной базы.

Установленная электрическая мощность Райчихинской ГРЭС составляет 102 МВт, а тепловая - 238,1 Гкал/час.

На Райчихинской ГРЭС имеются две группы основного оборудования: очередь среднего давления 29 кгс/см² (ОСД) и очередь высокого давления 90 кгс/см² (ОВД).

На ОСД установлено:

Два энергетических котлоагрегата типа ЦКТИ-75-39Ф ст. №3,4, паропроизводительностью 75 т/ч каждый;

Турбоагрегат типа К-12-29 ст. №4, мощностью 12 МВт;

Турбоагрегат типа Р-7-29/7 ст. №5, мощностью 7 МВт;

Станционная теплофикационная установка (СТУ) состоящая из девяти сетевых подогревателей: типа ПСВ-200-7-15 ст.№1-5 и типа ПСВ-315-14-23 ст.№6-9.

Теплофикационная установка служит для отпуска тепла с горячей водой потребителям рп (пгт) Прогресс и на собственные нужды электростанции.

На ОВД установлено:

Четыре энергетических котлоагрегата типа БКЗ-220-100Ф ст. № 6-9, паропроизводительностью 220 т/ч каждый;

Турбоагрегат типа К-50-90 ст. №6, мощностью 50 МВт;

Турбоагрегат типа П-33/50-90/8 ст. №7, мощностью 33 МВт.

2 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Тепловой расчет проводится для населенного пункта поселка Новорайчихинск. Расчет ведется от котельной «Агромех». Передача тепла потребителям осуществляется по тепловым, работающим по температурному графику 90–60 °С. Система теплоснабжения – закрытая.

Потребителями теплоснабжения от котельной являются 48 зданий, из них 10 общественных, остальные малоэтажные здания и частный сектор.

Среднегодовая скорость ветра, используемая в расчетах = 3,7 м/с. Самая низкая температура в холодный период = -40 °С.

2.1 Расчетные данные для теплового расчета

Таблица 3 - Расчетные данные для теплового расчета

№ здания	Тип здания	Число этажей	Число квартир N, шт	Высота здания L, м	Объем здания V, м	Расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях $t_{вн}$, °С.	Удельная отопительная характеристика здания q_0 , ккал/м ³ ч °С
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Жилой	2	16	6	3000	23	0,5
2	Д/с	-	-	6	1770	23	0,38
3	Почта	-	-	5	750	21	0,43
4	Жилой	2	16	6	2400	21	0,528
5	Жилой	2	12	6	2400	23	0,528
6	Магазин	-	-	5	1260	21	0,31
7	Поликлиника	-	-	9	3230	23	0,4
8	Жилой	2	16	6	3600	21	0,472
9	Жилой	2	12	6	3600	21	0,472
10	Жилой	1	3	4	1440	20	0,574

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Жилой	1	2	4	1440	20	0,574
13	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
14	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
15	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
16	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
17	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
18	Жилой	1	4	4	1440	20	0,574
19	Жилой	1	2	4	1440	20	0,574
20	Жилой	1	2	4	1440	20	0,574
21	Жилой	2	18	7	4340	21	0,467
22	Жилой	1	4	3	1080	21	0,644
23	Жилой	1	4	3	960	21	0,656
24	Жилой	1	3	3	960	21	0,656
25	Жилой	1	18	6	3720	22	0,474
26	Жилой	1	2	4	1440	20	0,574
27	Жилой	1	2	4	1440	20	0,574
28	Жилой	1	2	4	1600	20	0,56
29	Жилой	1	2	4	1440	20	0,574
30	Магазин	-	-	3	330	20	0,31
31	Жилой	1	2	4	1440	20	0,574
32	Столовая	-	-	6	4644	22	0,35
33	Интернат	-	-	9	7920	24	0,419
34	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
35	Жилой	2	18	6	3600	20	0,472
36	Жилой	1	4	4	1440	20	0,574
37	Магазин	-	-	3	330	20	0,31
38	Жилой	1	4	4	1440	20	0,574
39	Жилой	2	16	6	3600	20	0,472
40	Жилой	1	2	3	1440	20	0,574
41	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
42	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6

1	2	3	4	5	6	7	8
43	Школа	-	-	6	5400	23	0,35
44	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
45	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
46	Жилой	1	2	4	12000	20	0,38
47	Жилой	1	2	4	1200	20	0,6
48	Пожарная часть	-	-	10	4800	20	0,46

2.2 Расчет тепловых нагрузок жилого района

2.2.1 Расчет нагрузок на отопление

Отопление – искусственный обогрев помещений с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта и требованиям технологического процесса.

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

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

где α - поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления t_o от $t_o = -40$ °С;

V - объем здания по наружному обмеру, м³;

q_o - удельная отопительная характеристика здания при $t_o = -40$ °С, ккал/м³ч°С;

$K_{и.р}$ - расчетный коэффициент инфильтрации, обусловленной тепловым и ветровым напором, т.е. соотношение тепловых потерь зданием с инфиль-

трацией и теплопередачей через наружные ограждения при температуре наружного воздуха, расчетной для проектирования отопления.

Расчетный коэффициент инфильтрации $K_{и.р}$ определяется:

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

В качестве примера расчет будем вести для первого здания.

$$K_{и.р1} = 10^{-2} \sqrt{\left[2 \cdot 9,81 \cdot 6 \left(1 - \frac{273+(-40)}{273+23} \right) + 3,7^2 \right]} = 0,064.$$

$$Q_o^{\max}_1 = 0,9 \cdot 3000 \cdot 0,5 \cdot (23 - (-40)) (1 + 0,064) 10^{-6} = 0,09 \text{ Гкал.}$$

где g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;

t_j - расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях, $^{\circ}\text{C}$;

t_o - расчетная для отопления температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

L - свободная высота здания, м ;

w_o - расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с ;

Годовой расход теплоты на отопление:

$$Q_o^{\Gamma} = Q_o^{\max} \cdot h_o. \quad (3)$$

где h_o - длительность отопительного периода, ч .

Q_o^{\max} - расчетная тепловая нагрузка отопления

Отопительный период длится 210 суток или 5040 часов.

$$Q_{01}^r = 0,09 \cdot 5040 = 455,334 \text{ Гкал} \cdot \text{ч.}$$

2.2.2 Расчет нагрузок на горячее водоснабжение

Горячим водоснабжением называется система мероприятия, оборудования и устройств по снабжению горячей водой различных потребителей (жилых домов, коммунальных и промышленных предприятий и пр.) для хозяйственных, бытовых и производственно – технологических целей. Рассмотрим централизованную систему горячего водоснабжения, где горячая вода приготавливается в водоподогревателе и транспортируется по тепловым сетям к потребителю.

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

$$Q_{ГВС} = \frac{\alpha N (55 - t_c) 10^{-6}}{T}. \quad (4)$$

$$Q_{ГВС1} = \frac{150 \cdot 50 \cdot (55 - 5) 10^{-6}}{24} = 0,016 \text{ Гкал} / \text{ч.}$$

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 [32];

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; принимается $t_c = 5$ °С;

T - продолжительность функционирования системы горячего водо-

снабжения абонента в сутки, принимаем 24 ч;

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение:

$$Q_{ГВС}^Г = Q_{ГВС} \cdot n_0 \quad (5)$$

$$Q_{ГВС1}^Г = 0,016 \cdot 8040 = 125,625 \text{ Гкал / ч.}$$

где n_0 - длительность периода горячего водоснабжения, ч. Равна 8040 часов для поселка Новорайчихинск.

Аналогично проводится расчет для остальных зданий

Таблица 4 - 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 _{ГВС} , Гкал/ч	Q _{ГВС} ^Г , Гкал
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3000	0,5	6	23	0,09	455,334	0,016	125,625
2	1770	0,38	6	23	0,041	204,172	0,001321	10,624
3	750	0,43	5	21	0,019	94,441	0,0007812	6,281
4	2400	0,528	6	21	0,074	372,276	0,013	100,5
5	2400	0,528	6	23	0,076	384,666	0,013	87,938
6	1260	0,31	5	21	0,023	114,383	0,011	87,938
7	3230	0,4	9	23	0,079	395,65	0,000972	7,815
8	3600	0,472	6	21	0,099	499,188	0,019	150,75
9	3600	0,472	6	21	0,099	237,229	0,019	150,75
10	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,015	120,6
11	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	-	-
12	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	-	-

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	-	-
14	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	-	-
15	1200	0,6	4	20	0,041	206,64	-	-
16	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	-	-
17	1200	06	4	20	0,041	206,645	-	-
18	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,015	120,6
19	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,0095	76,38
20	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,015	120,6
21	4340	0,467	7	21	0,118	597,226	0,023	181,737
22	1080	0,644	3	21	0,04	202,242	0,011	90,45
23	960	0,656	3	21	0,036	183,121	0,01	80,4
24	960	0,656	3	21	0,036	183,121	0,01	80,4
25	3720	0,474	6	22	0,104	526,632	0,019	155,775
26	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,0095	76,38
27	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,0095	76,38
28	1600	0,56	4	20	0,051	257,159	0,011	120,6
29	1440	0,574	4	20	0,041	237,229	0,015	2,211
30	330	0,31	3	20	0,05804	29,255	0,000275	120,6
31	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,015	6,223
32	4644	0,35	6	22	0,096	485,452	0,000774	103,18
33	7920	0,419	9	24	0,205	1033	0,013	100,5
34	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	0,013	150,75
35	3600	0,472	6	20	0,097	490,885	0,019	76,38
36	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,0095	46,063
37	330	0,31	3	20	0,05804	29,255	0,05729	120,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	1440	0,574	4	20	0,047	237,229	0,015	150,75
39	3600	0,472	6	20	0,097	490,885	0,019	76,38
40	1440	0,574	3	20	0,047	236,37	0,0095	63,65
41	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	0,007917	63,65
42	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	0,007917	15,075
43	5400	0,35	6	23	0,114	573,721	0,00187	-
44	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	-	-
45	1200	0,6	4	20	0,041	206,645	-	-
46	12000	0,38	4	20	0,26	1309	-	-
47	1200	0,6	4	20	0,41	206,645	-	-
48	4800	0,46	10	20	0,128	645,034	0,022	178,667

Расчет приведен в приложении А.

2.3 Гидравлический расчет

Основной целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давления сети, или на отдельных участках теплосети.

Для проведения гидравлического расчета должны быть заданы схема и профиль тепловой сети, указаны размещение источников теплоты и потребителей и расчетные нагрузки.

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:

$$G_o^{\max} = \frac{Q_o^{\max}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')} \quad (6)$$

где c – теплоемкость воды;

τ_1, τ_2 - текущие температуры в подающем трубопроводе тепловой сети и обратном трубопроводе после системы отопления, $^{\circ}\text{C}$.

В качестве примера расчет будем вести для 1 участка теплотрассы.

$$G_o^{\max} = \frac{0,09 \cdot 10^6}{3600 \cdot (90 - 60)} = 0,837 \text{ кг/с.}$$

Расход теплоносителя на горячее водоснабжение, кг/с:

$$G_{ГВС} = \frac{Q_{ГВС}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}; \quad (7)$$

$$G_{ГВС1} = \frac{125,625 \cdot 10^6}{3600 \cdot (90 - 60)} = 0,145 \text{ кг/с.}$$

2.4 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 $R_{уд}$:

$$d_{вн} = \frac{0,117 \cdot G^{0,38}}{R_{уд}^{0,19}}; \quad (8)$$

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

$d_{вн}$ - внутренний диаметр, м;

$R_{уд}$ – удельные потери, Па/м.

$$d_{вн1} = \frac{0,117 \cdot 1,391^{0,38}}{58,86^{0,19}} = 0,061 \text{ м.}$$

Диаметр округляется до ближайшего большего стандартного. Принимаем диаметр = 70 м.

По стандартному диаметру, уточняется величина $R_{уд}$:

$$R_{уд} = \frac{13,62 \cdot 10^{-6} \cdot G^2}{d_{вн}^{5,25}}; \quad (9)$$

$$R_{уд} = \frac{13,62 \cdot 10^{-6} \cdot 1,391^2}{0,07^{5,25}} = 30,474 \text{ Па / м.}$$

Аналогичным образом рассчитываются остальные участки.

Предварительный гидравлический расчет сводится в таблицу 5.

Таблица 5 – Предварительный гидравлический расчет

№ участка	Расчётные расходы теплоносителя, кг/с			l, м	d _{вн} , мм	R _{уд} , Па/м	R _{уд} x l, Па
	G _{от}	G _{гвс}	G _{сум}				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,837	0,145	1,391	68,2	0,061	30,474	2078,327
2	0,375	0,012	0,38	24,7	0,039	42,865	1058,766
3	0,174	0,007234	1,77	31,5	0,096	49,382	1555,533
4	0,684	0,116	2,404	26,4	0,078	45,182	1192,805
5	0,707	0,116	4,175	29,3	0,096	42,213	1236,841
6	0,21	0,101	0,38	28	0,039	42,865	1200,22
7	0,727	0,009	4,554	40,1	0,102	50,24	2014,624
8	0,917	0,174	0,38	30,1	0,055	42,865	1290,237
9	0,917	0,174	4,934	30,3	0,104	18,273	553,6719
10	0,436	0,139	1,071	70	0,055	18,084	1265,88
11	0,436	-	6,005	126,8	0,104	27,07	3432,476
12	0,436	-	0,453	37	0,041	18,909	699,633

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
13	0,38	-	0,453	9,2	0,041	18,909	173,9628
14	0,38	-	0,906	27,1	0,054	12,929	350,3759
15	0,38	-	0,522	8,7	0,044	25,135	218,6745
16	0,38	-	1,359	86	0,063	29,09	2501,74
17	0,38	-	1,075	5,6	0,057	18,222	102,0432
18	0,436	0,139	2,434	82	0,076	546,162	44785,28
19	0,436	0,088	0,575	40,9	0,045	30,443	1245,119
20	0,436	0,139	0,107	7,5	0,024	40,002	300,015
21	1,097	0,209	0,682	29,1	0,048	42,808	1245,713
22	0,372	0,104	0,524	8,4	0,044	25,287	212,4108
23	0,336	0,093	1,205	27,5	0,06	51,413	1413,858
24	0,336	0,093	1,075	7,4	0,057	18,222	134,8428
25	0,968	0,179	2,281	51	0,076	40,654	2073,354
26	0,436	0,088	0,495	12	0,043	22,618	271,416
27	0,436	0,098	2,776	37,4	0,082	331,900	12413,06
28	0,472	0,139	11,216	146	0,131	36,255	5293,23
29	0,436	0,002546	2,016	59,7	0,07	64,031	3822,651
30	0,054	0,007234	0,899	24,7	0,054	12,734	314,5298
31	0,436	0,007167	2,915	35,85	0,084	20,581	737,8289
32	0,892	0,119	0,443	45,9	0,041	18,093	830,4687
33	1,897	0,116	3,358	35,5	0,088	27,32	969,86
34	0,38	0,116	0,056	44	0,019	11,114	489,016
35	0,902	0,174	3,414	36	0,089	28,236	1016,496
36	0,436	0,088	0,575	46	0,048	30,443	1400,378
37	0,054	0,053	3,989	52,6	0,091	38,541	2027,257
38	0,436	0,139	0,57	47,3	0,045	29,964	1417,297

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
39	0,902	0,174	4,559	30,8	0,099	50,346	1550,657
40	0,434	0,088	0,524	47,38	0,044	25,287	1198,098
41	0,38	0,073	5,083	33	0,104	19,393	639,969
42	0,38	0,073	0,524	48	0,044	25,287	1213,776
43	1,054	0,017	5,607	16	0,108	23,596	377,536
44	0,38	-	1,147	50,7	0,057	20,724	1050,707
45	0,38	-	0,429	12,4	0,04	54,74	678,776
46	2,404	-	1,576	12,47	0,066	39,127	487,9137
47	0,38	-	0,429	38,9	0,04	54,74	2129,386
48	1,185	0,206	2,005	45,4	0,073	31,416	1426,286
49	-	-	0,476	39,6	0,042	20,858	825,9768
50	-	-	2,481	23,67	0,079	48,093	1138,361
51	-	-	19,303	493	0,157	47,807	23568,85
52	-	-	1,306	59,4	0,06	26,892	1597,385
53	-	-	0,575	15,9	0,045	30,443	484,0437
54	-	-	1,881	36,2	0,071	27,659	1001,256
55	-	-	0,524	14,8	0,044	25,287	374,2476
56	-	-	2,405	32,5	0,078	45,205	1469,163
57	-	-	0,575	15,9	0,045	30,443	484,0437
58	-	-	2,98	191,	0,077	69,391	13253,68
59	-	-	0,38	51,5	0,037	42,865	2207,548
60	-	-	0,38	11,5	0,039	42,865	492,9475
61	-	-	0,759	66,7	0,049	53,136	3544,171
62	-	-	0,38	7,73	0,039	42,865	331,3465
63	-	-	1,139	11,6	0,059	20,436	237,0576
64	-	-	4,119	93,8	0,096	41,085	3853,773

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
65	-	-	0,38	47,3	0,039	42,865	2027,515
66	-	-	0,436	5,35	0,041	17,507	93,66245
67	-	-	0,815	22,8	0,052	10,477	238,8756
68	-	-	0,38	69,5	0,037	42,865	2979,118
69	-	-	1,195	20,09	0,06	22,502	452,0652
70	-	-	0,436	5,35	0,041	17,507	93,66245
71	-	-	1,631	37,9	0,067	41,907	1588,275
72	-	-	5,75	74,7	0,105	24,812	1853,456
73	-	-	0,575	56,6	0,044	30,443	1723,074
74	-	-	1,091	43	0,058	18,742	805,906
75	-	-	1,091	32,74	0,058	18,742	613,6131
76	-	-	2,756	55,09	0,079	59,367	3270,528
77	-	-	0,736	42,54	0,05	49,91	2123,171
78	-	-	0,311	35,42	0,036	28,843	1021,619
79	-	-	3,803	55,4	0,09	35,036	1940,994
80	-	-	0,822	41,7	0,052	10,656	444,3552
81	-	-	0,8	32,74	0,051	10,075	329,8555
82	-	-	5,425	38,13	0,106	22,094	842,4442
83	-	-	11,175	42,73	0,4	35,991	1537,895
84	-	-	0,181	68,08	0,028	9,715	661,3972
85	-	-	0,387	31,66	0,039	44,619	1412,638
86	-	-	0,568	48,74	0,045	29,743	1449,674
87	-	-	0,981	14,83	0,055	15,168	224,9414
88	-	-	1,549	27,93	0,066	37,815	1056,173
89	-	-	12,724	69,96	0,142	46,662	3264,474
90	-	-	32,028	348	0,191	65,286	22719,53

Падение давления на расчетном участке в подающей и обратной магистрали определяется по формуле:

$$\Delta H = \frac{R_{y0} \cdot l_{\Sigma}}{9810}; \quad (10)$$

где R_{y0} - удельные потери, Па/м;

l_{Σ} - суммарная длина участка, м.

Уточненный гидравлический расчет сводится в таблицу 6.

2.5 Уточненный гидравлический расчет

Таблица 6 – Уточненный гидравлический расчет

№ участка	$G_{\text{сум}}$, кг/с	l , м	l_3 , м	$l+l_3$, м	$d_{\text{вн}}$, мм	$R_{\text{уд}}$, Па/м	H , Па
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,391	68,2	13,64	81,84	0,07	30,474	0,254
2	0,38	24,7	4,94	29,64	0,04	42,865	0,13
3	1,77	31,5	6,3	37,8	0,07	49,382	0,19
4	2,404	26,4	5,28	31,68	0,08	45,182	0,146
5	4,175	29,3	5,86	35,16	0,1	42,213	0,151
6	0,38	28	5,6	33,6	0,04	42,865	0,147
7	4,554	40,1	8,02	48,12	0,1	50,24	0,246
8	0,38	30,1	6,02	36,12	0,04	42,865	0,158
9	4,934	30,3	6,06	36,36	0,125	18,273	0,068
10	1,071	70	14	84	0,07	18,084	0,155
11	6,005	126,8	25,36	152,16	0,125	27,07	0,42
12	0,453	37	7,4	44,4	0,05	18,909	0,086
13	0,453	9,2	1,84	11,04	0,05	18,909	0,021
14	0,906	27,1	5,42	32,52	0,07	12,929	0,043
15	0,522	8,7	1,74	10,44	0,05	25,135	0,027
16	1,359	86	17,2	103,2	0,07	29,09	0,306

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8
17	1,075	5,6	1,12	6,72	0,07	18,222	0,012
18	2,434	82	16,4	98,4	0,05	546,162	5,478
19	0,575	40,9	8,8	49,7	0,05	30,443	0,152
20	0,107	7,5	1,5	9	0,025	40,002	0,037
21	0,682	29,1	5,82	34,92	0,05	42,808	0,152
22	0,524	8,4	1,68	10,08	0,05	25,287	0,026
23	1,205	27,5	5,5	33	0,06	51,413	0,173
24	1,075	7,4	1,48	8,88	0,07	18,222	0,016
25	2,281	51	10,2	61,2	0,08	40,654	0,254
26	0,495	12	2,4	14,4	0,05	22,618	0,033
27	2,776	37,4	7,48	44,88	0,01	331,900	0,0001519
28	11,216	146	29,2	175,2	0,15	36,255	0,647
29	2,016	59,7	11,94	71,64	0,07	64,031	0,468
30	0,899	24,7	4,94	29,64	0,07	12,734	0,038
31	2,915	35,85	7,17	43,02	0,1	20,581	0,09
32	0,443	45,9	9,18	55,08	0,05	18,093	0,102
33	3,358	35,5	7,1	42,6	0,1	27,32	0,119
34	0,056	44	8,8	52,8	0,025	11,114	0,06
35	3,414	36	7,2	43,2	0,1	28,236	0,124
36	0,575	46	9,2	55,2	0,05	30,443	0,171
37	3,989	52,6	10,52	63,12	0,1	38,541	0,248
38	0,57	47,3	9,46	56,76	0,05	29,964	0,173
39	4,559	30,8	6,16	36,96	0,1	50,346	0,19
40	0,524	47,38	7,476	54,856	0,05	25,287	0,147
41	5,083	33	6,6	39,6	0,125	19,393	0,078
42	0,524	48	9,6	57,6	0,05	25,287	0,148
43	5,607	16	3,2	19,2	0,125	23,596	0,046
44	1,147	50,7	10,14	60,84	0,07	20,724	0,129

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8
45	0,429	12,4	2,48	14,88	0,04	54,74	0,083
46	1,576	12,47	2,494	14,964	0,07	39,127	0,06
47	0,429	38,9	7,78	46,68	0,04	54,74	0,26
48	2,005	45,4	9,08	54,48	0,08	31,416	0,174
49	0,476	39,6	7,92	47,52	0,05	20,858	0,101
50	2,481	23,67	4,734	28,404	0,08	48,093	0,139
51	19,303	493	98,6	591,6	0,175	47,807	2,883
52	1,306	59,4	11,88	71,28	0,07	26,892	0,195
53	0,575	15,9	3,18	19,08	0,05	30,443	0,059
54	1,881	36,2	7,24	43,44	0,08	27,659	0,122
55	0,524	14,8	2,96	17,76	0,05	25,287	0,046
56	2,405	32,5	6,5	39	0,08	45,205	0,18
57	0,575	15,9	3,18	19,08	0,05	30,443	0,059
58	2,98	191	38,22	229,22	0,08	69,391	1,622
59	0,38	51,5	10,3	61,8	0,04	42,865	0,27
60	0,38	11,5	2,3	13,8	0,04	42,865	0,06
61	0,759	66,7	13,34	80,04	0,05	53,136	0,434
62	0,38	7,73	1,546	9,276	0,04	42,865	0,041
63	1,139	11,6	2,32	13,92	0,07	20,436	0,029
64	4,119	93,8	18,76	112,56	0,1	41,085	0,471
65	0,38	47,3	9,46	56,76	0,04	42,865	0,248
79	3,803	55,4	11,08	66,48	0,1	35,036	0,237
80	0,822	41,7	8,34	50,04	0,07	10,656	0,054
81	0,8	32,74	6,548	39,288	0,07	10,075	0,04
82	5,425	38,13	7,626	45,756	0,125	22,094	0,103
83	11,175	42,73	8,546	51,276	0,15	35,991	0,188
84	0,181	68,08	13,616	81,696	0,04	9,715	0,081
85	0,387	31,66	6,332	37,992	0,04	44,619	0,173

1	2	3	4	5	6	7	8
86	0,568	48,74	9,748	58,488	0,05	29,743	0,177
87	0,981	14,83	2,9666	17,7966	0,07	15,168	0,028
88	1,549	27,93	5,586	33,516	0,07	37,815	0,129
89	12,724	69,96	13,992	83,952	0,15	46,662	0,399
90	32,028	348	69,6	417,6	0,2	65,286	2,779

Расчет приведен в приложении А.

2.6 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, м³, определяются по формуле:

$$G_{\text{ут.н}} = a \cdot V_{\text{год}} \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-2} = m_{\text{ут.год.н}} n_{\text{год}}; \quad (11)$$

где a - норма среднегодовой утечки теплоносителя, м³/ч·м³, 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, м³;

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

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

$$G_{\text{ут.н}} = 0,25 \cdot 0,532 \cdot 5040 \cdot 10^{-2} = 6,703 \text{ м}^3.$$

Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии, Гкал , обусловленных потерями теплоносителя производится по формуле:

$$Q_{\text{у.н}} = m_{\text{у.год.н}} \cdot \rho_{\text{год}} \cdot c [b \cdot \tau_{1\text{год}} + (1-b) \cdot \tau_{2\text{год}} - \tau_{\text{хгод}}] \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-6}; \quad (12)$$

$$Q_{\text{у.н}} = 1,33 \cdot 10^{-3} \cdot 978 \cdot [0,6 \cdot 82 + (1-0,6) \cdot 55 - 5] \cdot 8760 \cdot 10^{-6} = 0,754 \text{ Гкал}.$$

где $\rho_{\text{год}}$ – среднегодовая плотность теплоносителя при средней (с учетом b) температуре теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, $\text{кг}/\text{м}^3$;

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, $^{\circ}\text{C}$;

$\tau_{\text{хгод}}$ – среднегодовое значение температуры исходной воды, подаваемой на источник теплоснабжения и используемой для подпитки тепловой сети, $^{\circ}\text{C}$;

c – удельная теплоемкость теплоносителя, $\text{ккал}/\text{кг } ^{\circ}\text{C}$.

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

$$Q_{зан} = 1,5V_{мп.з} \cdot \rho_{зан} \cdot c \cdot (\tau_{зан} - \tau_x) 10^{-6}; \quad (13)$$

$$Q_{зан} = 1,5 \cdot 0,532 \cdot 992,12 \cdot 1 \cdot (40 - 5) 10^{-6} = 0,028 \text{ Гкал.}$$

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

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

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

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

Определение нормативных значений часовых тепловых потерь, Гкал/ч, для среднегодовых условий эксплуатации трубопроводов тепловых сетей производится по формуле:

$$Q_{из.н.год} = \sum (q_{из.н} \cdot L \cdot \beta) 10^{-6}; \quad (14)$$

$$Q_{из.н.год} = 23,6 \cdot 68,2 \cdot 1,15 \cdot 10^{-6} = 1,851 \cdot 10^{-3} \text{ Гкал / ч.}$$

где $q_{из.н}$ - удельные часовые тепловые потери трубопроводами каждого диаметра, определенные пересчетом табличных значений норм удельных часовых тепловых потерь на среднегодовые условия эксплуатации, ккал/ч·м;

L - длина участка трубопроводов тепловой сети, м;

β - коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий тепловые потери запорной и другой арматурой, компенсаторами и опорами.

Таблица 7 – Расчет технологических потерь при передаче тепловой энергии по тепловым сетям

№ участка	Удельные потери, ккал/м ³ ·ч	Часовые тепловые потери Q _{из.год} , Гкал/ч	Годовые тепловые потери через изоляцию	Объем ТС, V, м ³			G _{ТС} , м ³	Тепловые потери		
	Q _п			зимний	летний	среднегодовой		Q _{ут}	Q _{зап}	Q _{из} + Q _{ут}
1	7	9	11	12	13	14	15	16	17	18
1	23,6	0,001851	9,32904	0,266	0,266	0,532	6,703	0,754	0,028	10,08304
2	18	0,0005113	2,576952	0,032	0,032	0,064	0,809	0,091	0,003345	2,667952
3	23,6	0,0008549	4,308696	0,123	0,123	0,246	3,096	0,348	0,013	4,656696
4	25	0,000759	3,82536	0,14	0,14	0,28	3,526	0,397	0,015	4,22236
5	28	0,0009435	4,75524	0,234	0,234	0,469	5,907	0,665	0,024	5,42024
6	18	0,0005796	2,921184	0,036	0,036	0,073	0,917	0,103	0,003792	3,024184
7	28	0,001291	6,50664	0,321	0,321	0,642	8,084	0,91	0,033	7,41664
8	18	0,0006231	3,140424	0,039	0,039	0,078	0,986	0,111	0,004077	3,251424
9	32	0,001115	5,6196	0,364	0,364	0,727	9,163	1,031	0,038	6,6506
10	23,6	0,0019	9,576	0,273	0,273	0,546	6,88	0,774	0,028	10,35
11	32	0,004666	23,51664	0,016	0,016	0,032	0,399	0,045	0,001651	23,56164
12	19	0,0008084	4,074336	0,056	0,056	0,111	1,399	0,157	0,005782	4,231336
13	19	0,000201	1,01304	0,014	0,014	0,028	0,348	0,039	0,001438	1,05204
21	19	0,0006358	3,204432	0,041	0,041	0,081	1,027	0,116	0,004244	3,320432
22	19	0,0001835	0,92484	0,012	0,012	0,024	0,296	0,033	0,001225	0,95784
23	23	0,0007274	3,666096	0,107	0,107	0,215	2,703	0,304	0,01	3,970096
24	23,6	0,0002008	1,012032	0,029	0,029	0,058	0,727	0,082	0,003007	1,094032
25	25	0,001466	7,38864	0,27	0,27	0,541	6,812	0,767	0,028	8,15564

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	9	0,0002 622	1,32148 8	0,017	0,017	0,034	0,42 3	0,048	0,00 175	1,369 488
27	28	0,0012 04	6,06816	0,299	0,299	0,598	7,54	0,848	0,03 1	6,916 16
28	35	0,0058 77	29,6200 8	2,628	2,628	5,256	66,2 26	7,452	0,27 4	37,07 208
29	23,6	0,0016 2	8,1648	0,233	0,233	0,466	5,86 7	0,66	0,02 4	8,824 8
30	23,6	0,0006 704	3,37881 6	0,096	0,096	0,193	2,42 8	0,273	0,01	3,651 816
31	28	0,0011 54	5,81616	0,287	0,287	0,574	7,22 7	0,813	0,03	6,629 16
32	19	0,0010 03	5,05512	0,064	0,064	0,129	1,61 9	0,182	0,00 6695	5,237 12
33	28	0,0011 43	5,76072	0,284	0,284	0,568	7,15 7	0,805	0,03	6,565 72
34	15	0,0007 59	3,82536	0,026	0,026	0,053	0,66 5	0,075	0,00 275	3,900 36
35	28	0,0011 59	5,84136	0,288	0,288	0,576	7,25 8	0,817	0,03	6,658 36
36	19	0,0010 05	5,0652	0,064	0,064	0,129	1,62 3	0,183	0,00 6709	5,248 2
37	28	0,0016 94	8,53776	0,421	0,421	0,842	10,6 04	1,193	0,04 4	9,730 76
38	19	0,0010 34	5,21136	0,251	0,251	0,501	6,31 7	0,71 1	0,026	5,922 36
39	28	0,0009 918	4,99867 2	0,246	0,246	0,493	6,20 9	0,69 9	0,026	5,697 672
40	19	0,0010 35	5,2164	0,066	0,066	0,133	1,67 2	0,18 8	0,006 91	5,404 4
41	32	0,0012 14	6,11856	0,396	0,396	0,792	9,97 9	1,12 3	0,041	7,241 56
42	19	0,0010 49	5,28696	0,067	0,067	0,134	1,69 3	0,19 1	0,007 001	5,477 96
43	32	0,0005 888	2,96755 2	0,192	0,192	0,384	4,83 8	0,54 4	0,02	3,511 552
44	23,6	0,0013 76	6,93504	0,198	0,198	0,395	4,98 3	0,56 1	0,021	7,496 04
45	18	0,0002 567	1,29376 8	0,016	0,016	0,032	0,40 6	0,04 6	0,001 679	1,339 768
46	23,6	0,0003 384	1,70553 6	0,049	0,049	0,097	1,22 6	0,13 8	0,005 067	1,843 536
47	18	0,0008 052	4,05820 8	0,01	0,01	0,101	1,27 4	0,14 3	0,005 268	4,201 208
48	25	0,0013 05	6,5772	0,241	0,241	0,481	6,06 4	0,68 2	0,025	7,259 2

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
49	19	8,653	43611,1 2	0,055	0,055	0,111	1,39 7	0,15 7	0,005 776	4361 1,28
50	25	0,0006 805	3,42972	0,125	0,125	0,251	3,16 1	0,35 6	0,013	3,785 72
51	39,5	0,022	110,88	13,311	13,31 1	26,622	2,35 3	37,7 47	1,387	148,6 27
52	39,5	0,0026 98	13,5979 2	0,232	0,232	0,463	0,25 3	0,65 7	0,024	14,25 492
53	19	0,0003 474	1,75089 6	0,022	0,022	0,045	1,14	0,06 3	0,002 319	1,813 896
54	25	0,0010 41	5,24664	0,192	0,192	0,384	18,9 1	0,54 4	0,02	5,790 64
55	19	0,0003 234	1,62993 6	0,021	0,021	0,041	1,55	0,05 9	0,002 159	1,688 936
56	25	0,0009 344	4,70937 6	0,172	0,172	0,345	0,18 9	0,48 8	0,018	5,197 376
57	19	0,0003 474	1,75089 6	0,022	0,022	0,045	2,24 1	0,06 3	0,023 19	1,813 896
58	25	0,0054 94	27,6897 6	1,013	1,013	2,026	2,27 7	2,87 2	0,106	30,56 176
59	18	0,0010 66	5,37264	0,067	0,067	0,134	1,97 4	0,19	0,006 975	5,562 64
60	23	0,0003 042	1,53316 8	0,015	0,015	0,03	0,37 7	0,04 2	0,001 557	1,575 168
61	19	0,0014 57	7,34328	0,093	0,093	0,187	2,35 3	0,26 5	0,009 728	7,608 28
62	18	0,0001 6	0,8064	0,0	0,0	0,02	0,25 3	0,02 8	0,001 047	0,834 4
63	23,6	0,0003 148	1,58659 2	0,045	0,045	0,09	1,14	0,12 8	0,004 713	1,714 592
64	28	0,0030 2	15,2208	0,75	0,75	1,501	18,9 1	2,12 8	0,078	17,34 88
65	18	0,0009 791	4,93466 4	0,061	0,061	0,123	1,55	0,17 4	0,006 406	5,108 664
66	19	0,0001 169	0,58917 6	0,0074 9	0,007 49	0,015	0,18 9	0,02 1	0,000 7803	0,610 176
67	23,6	0,0006 188	3,11875 2	0,089	0,089	0,178	2,24 1	0,25 2	0,009 264	3,370 752
68	18	0,0014 39	7,25256	0,09	0,09	0,181	2,27 7	0,25 6	0,009 413	7,508 56
69	23,6	0,0005 452	2,74780 8	0,078	0,078	0,157	1,97 4	0,22 2	0,008 163	2,969 808
70	19	0,0001 169	0,58917 6	0,0074 9	0,007 49	0,015	0,18 9	0,02 1	0,000 7803	0,610 176
71	23,6	0,0010 29	5,18616	0,148	0,148	0,396	4,98 9	0,56 1	0,002 1	5,747 16
72	32	0,0027 49	13,8549 6	0,896	0,896	1,793	22,5 89	2,54 2	0,093	16,39 696

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
73	19	0,0012 37	6,23448	0,079	0,079	0,158	1,99 7	0,22 25	0,008 255	6,456 98
74	23,6	0,0011 67	5,88168	0,168	0,168	0,335	4,22 6	0,47 6	0,017	6,357 68
75	23,6	0,0008 886	4,47854 4	0,128	0,128	0,369	4,65 4	0,52 4	0,019	5,002 544
76	25	0,0015 84	7,98336	0,292	0,292	0,584	7,35 8	0,82 8	0,03	8,811 36
77	19	0,0009 295	4,68468	0,06	0,06	0,119	1,50 1	0,16 9	0,006 204	4,853 68
78	18	0,0007 332	3,69532 8	0,046	0,046	0,092	1,16	0,13 1	0,004 797	3,826 328
79	28	0,0017 84	8,99136	0,443	0,443	0,886	11,1 69	1,25 7	0,046	10,24 836
80	23,6	0,0011 32	5,70528	0,163	0,163	0,325	4,09 8	0,46 1	0,017	6,166 28
81	23,6	0,0008 886	4,47854 4	0,128	0,128	0,255	3,21	0,36 2	0,013	4,840 544
82	32	0,0014 03	7,07112	0,458	0,458	0,915	11,5 31	1,29 8	0,048	8,369 12
83	35	0,0017 2	8,6688	0,769	0,769	1,538	19,3 82	2,18 1	0,08	10,84 98
84	18	0,0014 09	7,10136	0,089	0,089	0,177	2,23	0,25 1	0,009 22	7,352 36
85	18	0,0006 554	3,30321 6	0,041	0,041	0,082	1,03 7	0,11 7	0,004 288	3,420 216
86	19	0,0010 65	5,3676	0,063	0,063	0,127	1,59 7	0,18	0,006 601	5,547 6
87	23,6	0,0004 025	2,0286	0,021	0,021	0,042	0,52 3	0,05 9	0,002 163	2,087 6
88	23,6	0,0007 58	3,8203 2	0,109	0,109	0,218	2,74 5	0,30 9	0,011	4,129 32
89	35	0,0028 16	14,192 64	1,259	1,259	2,519	31,7 34	3,57 1	0,013 1	17,76 364
90	44	0,018	90,72	11,832	11,83 2	23,664	298, 166	33,5 53	1,233	124,2 73

Расчет приведен в приложении А.

3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

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

$$\sum Q_{o_{\max}} + Q_{ГВС} + Q_{пот} = Q_{котельной}; \quad (15)$$

$$3,523 + 0,477 + 0,086 = 4,086 \text{ Гкал.}$$

Установившаяся производительность котельной 18,7 Гкал в час. По расчетам фактическая нагрузка составляет 4,086 Гкал в час.

На котельной установлено 3 котла. Два котла ДКВР 10/13 с производительностью 6,5 Гкал/ч и котел КЕ – 10/14 с производительностью 5,7 Гкал/ч.

Данное котельное оборудование изношено и требует замены.

В соответствии с тепловой нагрузкой предлагаю установить 2 котла КВ – Р – 4,0 (КВ – Р – 4,65 – 150).

3.1 Характеристика котла КВ – Р – 4,0 (КВТС – 4,65 – 150)

Котлы водогрейные твердотопливные серии КВ-Р имеют горизонтальную компоновку, состоящую из двух блоков - топочного и конвективного, и предназначены для нагревания воды с температурой до 1500С используемой в качестве теплоносителя в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения промышленного и бытового назначения, а также для технологических целей. Котлы предназначены для слоевого сжигания твердого топлива. Котлы серии КВ-Р состоят из блока котла и топочного устройства (топка ТЧЗМ или ТЛЗМ). Топочная камера имеет горизонтальную компоновку, экранирована трубами, входящими в коллекторы. Конфигурация камеры в поперечном разрезе напоминает профиль железнодорожного габарита. Конвективная поверхность нагрева, расположенная в вертикальном, полностью экранированном газоходе, состоит из U-образных ширм из труб. Несущий

каркас у котлов серии КВ-Р отсутствует. Трубная система котла имеет опоры, приваренные к нижним коллекторам.

Таблица 8 – Технические характеристики

Характеристика	Значение характеристики
Теплопроизводительность, МВт (Гкал/час)	4,65 (4)
Рабочее давление воды, МПа (кг/см ²)	1,35(13,5)
Температура воды на входе, °С	70
Температура воды на выходе, °С	150(115)
Расход воды через котел, т/ч	49,5(89)
Гидравлическое сопротивление, МПа, не более	0,25
Аэродинамическое сопротивление, Па, не более	400
Коэффициент избытка воздуха, не более	1,7
Температура уходящих газов, °С	230
Масса котла, кг	6900
Расход расчетного топлива, кг/ч	950
Габариты по выступающим частям котла:	
Длина, мм	6300
Ширина, мм	3500
Высота, мм	4900

В дополнительную комплектацию котла входит:

- 1) Топка ТЛЗМ 2-1,87/3,0;
- 2) Вентилятор ВДН-10м с электродвигателем 11 кВт, 1000 оборотов/мин;
- 3) Дымосос ДН-11,2 с электродвигателем 22 кВт, 1000 оборотов/мин;
- 4) Автоматика котла КВ – Р 4,65 – 150 (115).

Назначением водогрейного котла КВ – Р – 4,0 является отопление, горячее водоснабжение объектов ЖКХ, предприятий различных отраслей промышленности, транспорта и сельского хозяйства.

Стоимость котла КВ – Р 4,0 составляет 1165000 рублей.

3.2 Топка ТЛЗМ 2 – 1,87/3,0

Механическая топка ТЛЗМ – 2 – 1,87/3,0 предназначена для работы с котлами КЕ и КВ – Р в полностью механизированных котельных с транспортерами топливоподачи и шлакоудаления. В топке происходит непрерывный заброс топлива забрасывателем ЗП или ПМЗ на горящий движущийся слой топлива, что в сочетании с обратным движением цепной ленточной решетки обеспечивает нижнее зажигание по всей площади движущегося колосникового полотна и стабильное горение. Особенностью топки ТЛЗМ – 2 – 1,87/3,0 является совмещение механического, как основного, и пневматического заброса топлива, позволяющего оптимизировать горение пылевых фракций в топочном объеме. Топливом для топки ТЛЗМ – 2 – 1,87/3,0 служат рядовые и грохоченные каменные и бурые угли, в которых содержание мелочи 0 – 6 мм не превышает 60 %, а максимальный размер куска 50 мм.

Стоимость топки составит 1054100 рублей.

3.3 Вентилятор ВДН – 10ВДН – 10

Вентилятор ВДН – 10ВДН – 10 - это дутьевой вентилятор одностороннего всасывания, который предназначен для подачи воздуха в топки паровых котлов (с уравновешенной тягой и производительностью по пару от 1 до 25 т/ч) или газомазутных водогрейных котлов (производительностью по теплу от 0,5 до 16 Гкал/ч). Возможно применение вентиляторов ВДН – 10 в технологических установках различных отраслей народного хозяйства для перемещения чистого воздуха, а также в качестве вентиляторов дымоудаления на газомазутных котлах с уравновешенной тягой. Температура рабочей среды не должна превышать +200°С. Дутьевые вентиляторы ВДН – 10 оснащены рабочим колесом с 16-ью назад загнутыми лопатками, направление вращения колеса - правое или левое. Улитка изготавливается с углом разворота от 0° до 270°, с интервалом в 15°.

Стоимость вентилятора составляет 101200 рублей.

3.4 Дымосос ДН-11,2

Дымосос ДН – 11,2 – тягодутьевая машина одностороннего всасывания, предназначенная для удаления дымовых газов из топок различных котельных агрегатов, оборудованных золоулавливающими системами и для вытяжки дымовых газов из газомазутных котлов. Имеет увеличенную толщину стенок, по сравнению с дутьевыми вентиляторами типа ВДН – 11,2, что увеличивает срок службы машины. Комплектуется трехфазными асинхронными электродвигателями напряжением 380В.

Стоимость дымососа составляет 157300 рублей.

3.5 Выбор насосов

3.5.1 Сетевые насосы

Сетевые насосы служат для подачи горячей воды в теплофикационные сети коммунальных и промышленных систем теплоснабжения. Сетевые насосы выбираем по их производительности (подаче). [18].

$$G_{\Sigma} = 32,028 \text{ кг / сек} = 115,3 \text{ м}^3 / \text{час}.$$

Выбираем насос СЭ 500 – 70 – 16.

Таблица 9 – технические характеристики насоса

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт
СЭ 500 – 70 – 16	500	70	3000	160

Стоимость СЭ 500-70-16 – 519 400 рублей.

3.5.2 Подпиточные насосы

Подпиточный насос применяется для восполнения потерь рабочей жидкости в системе.

При выборе подпиточных насосов, подачу насоса - в размере 10 % объема воды, находящейся в трубопроводах тепловой сети и систем отопления.

$$G = 0,1 \cdot G_{\Sigma}; \quad (16)$$

$$G = 0,1 \cdot 115,3 = 11,53 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Выбираем подпиточный насос типа ПЭ – 65 -28. Они обеспечивают котельное оборудование питанием воды.

Таблица 10 – Технические характеристики подпиточного насоса ПЭ – 65 - 28

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт
ПЭ – 65 - 28	65	290	2940	110

Стоимость ПЭ 65-28 – 590000 рублей.

4 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Основой для расчета электрических нагрузок жилого района является распределение потребителей в зависимости от их характера: бытовые, коммунальные, промышленные.

Коммунально-бытовые в свою очередь делятся на объекты ЖКХ, общественные здания и сооружения, городской электрифицированный транспорт.

Основой нагрузок выбранного района являются бытовые потребители и коммунально-бытовая нагрузка.

Для выполнения расчета использовались данные приведенные в таблице 11

4.1 расчетные характеристики

Таблица 11 – Исходные данные для расчета электрических нагрузок [4]

№ здания	Тип здания	Удельная расчетная электрическая нагрузка $P_{уд}$, кВт	Число квартир/ площадь общественных участков, N	Дневной коэффициент K_d	Вечерний коэффициент K_v
1	2	3	4	5	6
1	Жилой	5,9	3	0,6	1
2	Жилой	5,9	3	0,6	1
3	Жилой	5,9	2	0,6	1
4	Жилой	4	2	0,6	1
5	Жилой	4	2	0,6	1
6	Жилой	4	2	0,6	1
7	Жилой	5,9	4	0,6	1
8	Жилой	5,9	3	0,6	1
9	Жилой	5,9	3	0,6	1
10	Жилой	5,9	3	0,6	1
11	Жилой	5,9	3	0,6	1
12	Жилой	5,9	3	0,6	1

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
13	Жилой	5,9	3	0,6	1
14	Жилой	5,9	4	0,6	1
15	Жилой	5,9	4	0,6	1
16	Жилой	4	2	0,6	1
17	Жилой	4	2	0,6	1
18	Жилой	4	2	0,6	1
19	Жилой	4	2	0,6	1
20	Жилой	4	2	0,6	1
21	Жилой	4	2	0,6	1
22	Жилой	10	2	0,6	1
23	Жилой	4	2	0,6	1
24	Жилой	4	2	0,6	1
25	Жилой	4	2	0,6	1
26	Жилой	4	2	0,6	1
27	Жилой	4	2	0,6	1
28	Жилой	4	2	0,6	1
29	Жилой	4	2	0,6	1
30	Жилой	4	2	0,6	1
31	Жилой	4	2	0,6	1
32	Жилой	4	2	0,6	1
33	Жилой	4	2	0,6	1
34	Жилой	4	2	0,6	1
35	Жилой	4	2	0,6	1
36	Жилой	4	2	0,6	1
37	Жилой	4	2	0,6	1
38	Жилой	10	2	0,6	1
39	Жилой	10	2	0,6	1
40	Жилой	4	2	0,6	1
41	Жилой	4	2	0,6	1
42	Жилой	4	2	0,6	1
43	Жилой	4	2	0,6	1

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
44	Жилой	4	2	0,6	1
45	Жилой	4	2	0,6	1
46	Жилой	4	2	0,6	1
47	Жилой	4	2	0,6	1
48	Жилой	4	2	0,6	1
49	Жилой	4	2	0,6	1
50	Жилой	4	2	0,6	1
51	Жилой	4	2	0,6	1
52	Жилой	4	2	0,6	1
53	Магазин	0,23	110	1	0,6
54	Жилой	4	2	0,6	1
55	Жилой	4	2	0,6	1
56	Жилой	4	2	0,6	1
57	Жилой	4	2	0,6	1
58	Жилой	4	2	0,6	1
59	Жилой	4	2	0,6	1
60	Жилой	10	2	0,6	1
61	Жилой	4	2	0,6	1
62	Жилой	10	2	0,6	1
63	Магазин	0,23	110	1	0,6
64	Жилой	4	2	0,6	1
65	Жилой	4	2	0,6	1
66	Жилой	4	2	0,6	1
67	Магазин	0,14	110	1	0,6
68	Жилой	5,9	4	0,6	1
69	Жилой	5,9	4	0,6	1
70	Жилой	5,9	4	0,6	1
71	Жилой	10	3	0,6	1
72	Жилой	4	2	0,6	1
73	Жилой	4	2	0,6	1
74	Жилой	10	2	0,6	1

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
75	Гараж	0,1	120	1	0,6
76	Жилой	3,7	16	0,6	1
77	Жилой	5,9	4	0,6	1
78	Магазин	0,23	100	1	0,6
79	Жилой	5,9	4	0,6	1
80	Жилой	3,7	18	0,6	1
81	Жилой	10	3	0,6	1
82	Гараж	0,1	100	1	0,6
83	Гараж	0,1	120	1	0,6
84	Гараж	0,1	120	1	0,6
85	Гараж	0,1	380	1	0,6
86	Пожарная часть	0,4	480	1	0,6
87	Жилой	4	2	0,6	1
88	Жилой	4	2	0,6	1
89	Жилой	4	2	0,6	1
90	Жилой	4	2	0,6	1
91	Школа	0,25	900	1	0,6
92	Жилой	3,7	18	0,6	1
93	Жилой	10	2	0,6	1
94	Жилой	10	2	0,6	1
95	Жилой	4	4	0,6	1
96	Гараж	0,1	110	1	0,6
97	Гараж	0,1	110	1	0,6
98	Гараж	0,1	110	1	0,6
99	Гараж	0,1	110	1	0,6
100	Гараж	0,1	110	1	0,6
101	Жилой	4	2	0,6	1
102	Жилой	4	2	0,6	1
103	Жилой	4	2	0,6	1
104	Жилой	4	2	0,6	1

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
105	Жилой	4	2	0,6	1
106	Жилой	4	2	0,6	1
107	Жилой	4	2	0,6	1
108	Интернат	0,28	880	1	0,6
109	Столовая	1,04	774	1	0,6
110	Жилой	3,9	2	0,6	1
111	Магазин	0,23	100	1	0,6
112	Жилой	3,9	2	0,6	1
113	Жилой	5,9	4	0,6	1
114	Жилой	5,9	4	0,6	1
115	Гараж	0,1	110	1	0,6
116	Гараж	0,1	110	1	0,6
117	Жилой	10	3	0,6	1
118	Жилой	3,7	18	0,6	1
119	Гараж	0,1	110	1	0,6
120	Жилой	3,9	2	0,6	1
121	Жилой	3,9	2	0,6	1
122	Жилой	3,9	2	0,6	1
123	Жилой	10	3	0,6	1
124	Жилой	4,3	12	0,6	1
125	Поликлиника	0,3	646	1	0,6
126	Жилой	4,3	12	0,6	1
127	Жилой	3,7	16	0,6	1
128	Магазин	0,25	180	1	0,6
129	Жилой	3,7	16	0,6	1
130	Жилой	3,7	16	0,6	1
131	Д/с	0,46	885	1	0,6
132	Почта	0,043	150	1	0,6

4.2 Расчет электрических нагрузок

В расчете в качестве примера рассмотрим северный район п. Новорайчихинск. Основным потребителем данного района является частный сектор.

Исходными данными для определения нагрузок в различных узлах системы электроснабжения сельского хозяйства служат значения расчетных нагрузок на вводах отдельных потребителей и коэффициентов одновременности, принимаемых по специальным таблицам в зависимости от числа электроприемников. Нагрузки, как правило, определяют отдельно для режимов дневного и вечернего максимумов.

Для упрощения расчетов используют коэффициенты дневного и вечернего максимумов k_d и k_v . Для бытовых потребителей с электроплитами $k_d=0,6$ и $k_v=1$ [20].

Нагрузки линии напряжением 0,38 кВ и трансформаторных подстанций напряжением 6...35/0,38 кВ складывается из нагрузок жилых домов, а также нагрузки уличного освещения.

Дневная и вечерняя расчетные нагрузки групп однородных потребителей соизмеримой мощности на участках воздушных линий (ВЛ) 0,38 кВ вычисляется по формулам:

$$P_d = k_0 \cdot \sum P_{di}; \quad (17)$$

$$P_v = k_0 \cdot \sum P_{vi}; \quad (18)$$

где P_i – суммируемые мощности отдельных потребителей (индекс «д» относится к дневному режиму, а индекс «в» - к вечернему); k_0 – коэффициент одновременности.

При помощи k_0 можно суммировать нагрузки, отличающиеся по значению не более, чем в 4 раза.

Если нагрузки суммируются более чем на 5 кВА, то их следует суммировать, учитывая добавки мощности. При этом к большей из двух (трех) слагаемых нагрузок добавляют добавку от меньшей.

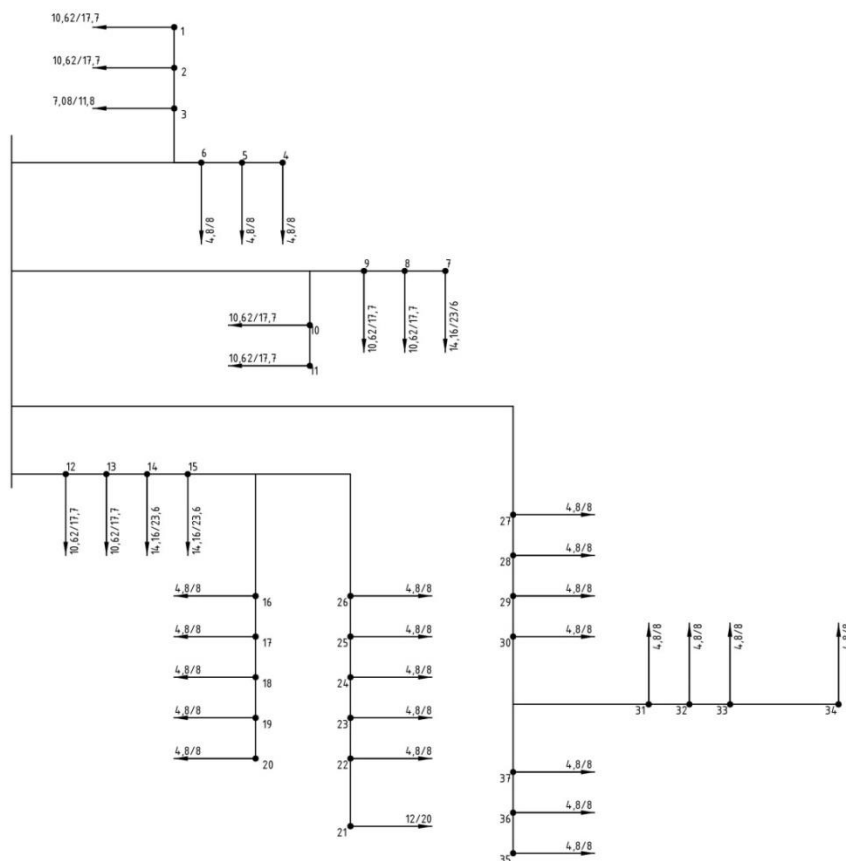


Рисунок 3 – Дневная и вечерняя нагрузка потребителей

$$P_{\text{дл}} = P_{\text{рд}} + P_{\text{доб}}; \quad (19)$$

$$P_{\text{вл}} = P_{\text{ре}} + P_{\text{доб}}; \quad (20)$$

где $P_{\text{р}}$ - большая из нагрузок; $P_{\text{доб}}$ – добавка к меньшей слагаемой нагрузки.

$P_{\text{доб}}$ определяется по таблице 12.

Таблица 12 – Суммирование нагрузок в сетях напряжением 0,38 кВ [1]

$P_{\text{м}}$	$P_{\text{доб}}$	$P_{\text{м}}$	$P_{\text{доб}}$
1	2	3	4
0,2	+0,2	12	+7,3
0,4	+0,3	14	+8,5

1	2	3	4
0,6	+0,4	16	+9,8
0,8	+0,5	18	+11,2
1,0	+0,6	20	+12,5
2,0	+1,2	22	+13,8
3,0	+1,8	24	+15,0
4,0	+2,4	26	+16,4
5,0	+3,0	28	+17,7
6,0	+3,6	30	+19,0
7,0	+4,2	32	+20,4
8,0	+4,8	35	+22,8
9,0	+5,4	40	+26,5
10	+6,0	45	+30,2

Значение полных мощностей на участках сети напряжением 0,38 кВ определяется по формуле:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}; \quad (21)$$

где $\cos \varphi$ принимается равным 0,92 по таблице 3.28 [1].

Таблица 13 – Расчетные данные

№ дома	Количество квартир	P_d , кВт	P_b , кВт
1	2	3	4
1	3	10,62	17,7
2	3	10,62	17,7
3	2	7,08	11,8
4	2	4,8	8
5	2	4,8	8

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
6	2	4,8	8
7	4	14,62	23,6
8	3	10,62	17,7
9	3	10,62	17,7
10	3	10,62	17,7
11	3	10,62	17,7
12	3	10,62	17,7
13	3	14,62	23,6
14	4	14,62	23,6
15	4	4,8	8
16	2	4,8	8
17	2	4,8	8
18	2	4,8	8
19	2	4,8	8
20	2	4,8	8
21	2	4,8	8
22	2	12	20
23	2	4,8	8
24	2	4,8	8
25	2	4,8	8
26	2	4,8	8
27	2	4,8	8
28	2	4,8	8
29	2	4,8	8
30	2	4,8	8
31	2	4,8	8
32	2	4,8	8

1	2	3	4
33	2	4,8	8
34	2	4,8	8
35	2	4,8	8
36	2	4,8	8
37	2	4,8	8

Расчеты приведены в приложении Б.

4.3 Нагрузка наружного и внутриквартального освещения

Для уличного освещения в тёмное время суток мы выбираем лампы дуговые, натриевые, трубчатые (ДНаТ).

Лампа ДНаТ сегодня считается одной из самых экономичных среди других источников света.

Они используются повсеместно, выбрать можно мощность пределах от 70 до 400 Ватт. Их можно встретить в основном в уличных системах освещения, сюда можно отнести и транспортные магистрали, вокзалы, аэродромы, тоннели, промышленные территории.

Основные технические характеристики. Лампа ДНаТ обладает множеством достоинств. Среди них можно выделить длительный срок службы, который ограничен пределом от 1200 до 25 000 часов; экономичность и высокую светоотдачу. Последний показатель может достигать цифры 130 лм/Вт. Однако некоторые технические особенности подобных ламп значительно ограничивают область их использования. Если учитывать характеристику, которая выражена в цветопередаче, то ДНаТ, мощность которой может быть равна 250 или 400 Ватт, выступает в качестве оптимального выбора не во всех случаях.

Территорию рассчитываемого микрорайона окружает общегородская улица с суммарной длиной освещения 2,2 км.

Расчетную нагрузку уличного освещения $P_{ул.ос}$, находим по формуле:

$$P_{p.yo} = P_{yo.yo} \cdot L_y; \quad (22)$$

$$P_{p.yo} = 0,0016 \cdot 2242 \cdot 25 = 89,68 \text{ кВт.}$$

где $P_{yo.yo}$ - удельная нагрузка уличного, кВт/км; L_y - длина освещаемой улицы, 25 Вт/м.

4.4 Выбор сечения питающей линии

Передачу электроэнергии от трансформаторной подстанции к потребителям осуществляется КЛЭП.

К техническим условиям относят выбор сечений по нагреву расчетным током, механической прочности, нагреву от кратковременного выделения тепла током КЗ, потерям напряжения в нормальном и послеаварийном режимах.

Экономические условия выбора заключаются в определении сечения линии, приведенные затраты на сооружение которой будут минимальными.

Для выбора сечения определяем расчетный ток [11] :

$$I_p = \frac{S_p}{N\sqrt{3} \cdot U_{ном}}; \quad (23)$$

$$I_p = \frac{448,022}{3 \cdot 1,73 \cdot 0,38} = 226,9 \text{ А.}$$

где I_p - расчетный ток, А; S_p - полная расчетная мощность, кВА; $U_{ном}$ - номинальное напряжение, кВ.

По расчетному току выбираем сечение кабеля, имеющего длительно допустимый ток, превышающий расчетный послеаварийный.

Проверяем по условию $I_{доп} > I_{н.а.р.}$.

Ток послеаварийного режима рассчитываем по формуле:

$$I_{n.a.p.} = \frac{S_p}{(n-1) \cdot U_{ном} \cdot \sqrt{3}}; \quad (24)$$

$$I_{n.a.p.} = \frac{448,022}{2 \cdot 1,73 \cdot 0,38} = 340,349 \text{ A.}$$

Согласно таблицы по техническим характеристикам проводов при $U = 0,38$ кВ принимаем сечение кабеля $F = 185 \text{ мм}^2$, $I_{дон} = 341 \text{ A}$, $r_0 = 0,16 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,073 \text{ Ом/км}$.

Проверим выбранное сечение провода по допустимой потери напряжения ΔU , % по следующей формуле:

$$\Delta U_p = \frac{(P_p \cdot r_0 + Q_0 \cdot x_0) \cdot l}{U_{ном} \cdot 10^3} \quad (25)$$

$$\Delta U_p = \frac{(448,152 \cdot 0,16 + 175,588 \cdot 0,077) \cdot 3,15}{0,38 \cdot 10^3} = 0,659 \%$$

где l - длина линии, км; U_n - номинальное напряжение, В; r_0, x_0 - удельное активное и реактивное сопротивление линии, Ом/км

Условием правильности выбора сечения провода является: $\Delta U \% \leq 3,5\%$

На основании произведенных расчетов делаем вывод, сечение провода выбрано правильно.

Потери напряжения в линии рассчитаем по формуле:

$$\Delta P = \frac{3 \cdot I_p^2 \cdot l \cdot r_0}{N}; \quad (26)$$

$$\Delta P = \frac{3 \cdot 226,9^2 \cdot 3,15 \cdot 0,16}{3} = 25960 \text{ кВт.}$$

Используем кабель АПвББШп. Кабель с алюминиевой токопроводящей жилой, изоляцией жил из сшитого полиэтилена, броней из двух стальных лент, без подушки, которая является внутренней частью защитного покрова, наложенная под броней с целью предохранения находящегося под ней элемента от коррозии и механических повреждений лентами или проволоками брони, защитный покров в виде выпрессованного шланга из полиэтилена.

Таблица 14 – Расчет сечений электрической сети

№ ТП	Длина линии, км	Количество кабелей в линии, шт	Расчетный ток, А	Сечение кабеля, мм ²	Ток после аварийного режима, А	Удельное активное сопротивление, Ом/км	Удельное реактивное сопротивление, Ом/км	Потери напряжения в линии, %	Потери мощности в линии, кВт
1	2	3	4	5	6	8	9	10	11
1	3,15	3	226,966	185	340,448	0,16	0,073	0,653	0,0259
2	2,9	3	196,061	150	294,092	0,2	0,074	0,629	0,0222
3	1,425	3	263,904	240	395,856	0,12	0,071	0,272	0,0119
4	1,107	3	90,819	50	136,229	0,59	0,083	0,301	0,0053
5	1,38	6	325,381	240	390,458	0,12	0,071	0,648	0,0087
6	0,875	6	216,591	120	259,909	0,24	0,076	0,491	0,0049

4.5 Выбор числа и мощности ТП

Определяем номинальную мощность трансформатора:

$$S_{ном.тр} = \frac{S_{р.тр}}{N_{тр} \cdot k_3}; \quad (27)$$

$$S_{ном.тр} = \frac{448,022}{1 \cdot 0,9} = 497,802 \text{ кВА.}$$

Выбираем трансформатор мощностью 630 кВА ТМГ630/6/10/0,4 – У1 (ХЛ1) кВА (трансформатор трехфазный силовой маслянный).

Таблица 15 – характеристика трансформатора ТМГ630/6/10/0,4 – У1 (ХЛ1)кВА

Мощность, P_n , кВА	Номинальное напряжение кВ		U_k , %	I_x , %	Потери х.х,Вт	Потери к.з., Вт
	ВН	НН				
ТМГ – 630/10/0,4	6,3	0,4	5,5	0,7	10	7,6

Проверяем трансформатор на перегрузку в аварийном режиме:

$$k_{пер.тр} = \frac{S_{р.тр}}{S_{ном.тр}}; \quad (28)$$

$$k_{пер.тр} = \frac{448,022}{630} = 0,711;$$

Коэффициент перегрузки в послеаварийном режиме не должен превышать 1,4.

$$k_{пер.тр} \leq 1,4.$$

Определяем потери активной мощности в трансформаторе:

$$\Delta P_{тр} = S_{ном.тр} \cdot 0,02; \quad (29)$$

$$\Delta P_{тр} = 630 \cdot 0,02 = 12,6 \text{ кВА.}$$

Определяем потери реактивной мощности в трансформаторе:

$$\Delta Q_{тр.} = S_{ном.тр} \cdot 0,1; \quad (30)$$

$$\Delta Q_{mp.} = 630 \cdot 0,1 = 6,3 \text{ квар.}$$

Определяем потери полной мощности в трансформаторе:

$$\Delta S_{mp.} = \sqrt{\Delta P_{mp.}^2 + \Delta Q_{mp.}^2}; \quad (31)$$

$$\Delta S_{mp.} = \sqrt{12,6^2 + 6,3^2} = 14,087 \text{ кВА.}$$

Определяем полную мощность на шинах высокого напряжения:

$$S_{pBH} = S_{ном} + \Delta S_{mp.}; \quad (32)$$

$$S_{pBH} = 497,802 + 14,087 = 511,899 \text{ кВА.}$$

Аналогичным образом проводится расчет остальных участков.

Результаты расчетов приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Мощности трансформаторов ТП

Номер ТП	$P_{p.ТП}$, кВт	$Q_{p.ТП}$, квар	$S_{расч.}$, кВА	S_T , кВА	k_3	$k_{3пав}$	Тип трансформатора ТП
1	2	3	4	5	6	7	8
ТП1	412,3	175,639	448,152	630	0,9	0,711	ТМГ630/6/10/0,4-У1 (ХЛ1)
ТП2	356,16	151,724	430,145	630	0,9	0,614	ТМГ630/6/10/0,4-У1 (ХЛ1)
ТП3	468,98	227,137	372,206	400	0,7	0,651	ТМГ400/6/10/0,4-У1 (ХЛ1)

1	2	3	4	5	6	7	8
ТП4	164,98	70,281	256,18	400	0,9	0,717	ТМГ400/6/10/0,4-У1 (ХЛ1)
ТП5	1156	560,099	917,825	1000	0,7	0,642	ТМГ1000/6/10/0,4- У1 (ХЛ1)
ТП6	769,8	372,831	610,952	630	0,7	0,679	ТМГ630/6/10/0,4-У1 (ХЛ1)

4.6 Выбор сечений распределительной сети 6 кВ

Сечения кабелей должны выбираться по экономической плотности тока в нормальном режиме и проверяться по допустимому току в аварийном и послеаварийном режимах, а также по допустимому отклонению напряжения.

Определение расчетного тока, протекающего в линии:

$$I_{p.в.н.} = \frac{S_{p.в.н.}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot N} ; \quad (33)$$

где N – количество кабелей.

Рассмотрим на примере ПС-ТП1:

$$I_{p.в.н.} = \frac{448,152}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 2} = 21,562 \text{ А.}$$

По полученному значению тока и его экономической плотности выбираем сечение проводника по [5].

$$f = \frac{I_{\text{экв.р.в.н.}}}{j} ; \quad (34)$$

$$f = \frac{21,562}{1,1} = 19,602 \text{ мм}^2.$$

Выбираем сечение 25 мм². Допустимый ток равен $I_{\text{доп}} = 112 \text{ А}$. Для проверки выбранных сечений рассчитываются наиболее тяжелые послеаварийные режимы. Из них выбирается больший ток. И по этому току осуществляется проверка по условиям нагрева в длительном режиме:

$$I_{\text{р.в.н.п.а.р.}} = \frac{S_{\text{р.в.н.}}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot (N - 1)} \quad (35)$$

$$I_{\text{р.в.н.п.а.р.}} = \frac{448,152}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot (2 - 1)} = 43,123 \text{ А}$$

Условие $I_{\text{р.в.н.п.а.р.}} < I_{\text{доп}}$ выполняется. Проведем проверку по отклонению напряжения:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{экв.р.в.н.}} \cdot \Sigma L \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{U_{\text{ном}}} \quad (36)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 21,562 \cdot 604,58 \cdot (1,17 \cdot 0,205 + 0,091 \cdot 0,482) \cdot 100\%}{6} = 1,069 \%$$

Условие $\Delta U < 3,8\%$ выполняется.

В ВКР используем кабель марки ПВГ – силовой кабель, с медными жилами, с изоляцией из полиэтилена, в ПВХ оболочке.

Таблица 17 – Расчет сечений кабеля 6 кВ

Участок	Длина кабеля, L, м	Число кабелей, N	Расчетный ток, $I_{р.в.н.}$, А	Ток послеаварий- ного режима,	Сечение ка- бельной ли- нии, f , мм ²	Потери напряжения в линии, %
ПС-ТП1	604,58	2	21,562	43,123	19,602	1,069
ТП1- ТП2	568,69	2	20,695	41,391	18,814	0,834
ТП2- ТП3	507,64	2	10,928	21,856	9,935	1,347
ТП3- ТП5	527,3	2	44,159	88,318	40,144	3,351
ТП5- ТП6	700,78	2	29,394	58,789	26,722	2,643
ТП6- ТП4	1634	2	12,325	24,651	11,205	0,993

5. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Анализ роста тепловых нагрузок в поселке Новорайчихинск за предыдущие 10 лет показывает снижение тепловых нагрузок, что обусловлено значительным спадом промышленного производства (за счет прекращения нового строительства и банкротства действующих промобъектов) и выводом из эксплуатации установленных мощностей, а также оттоком населения в более крупные населенные пункты, в связи с чем необходимость в обеспечении тепловой энергии так же уменьшается.

В работе рассматривается два варианта теплообеспечения поселка, от собственных источников, т.е. котельной «Агромех» и теплообеспечение предусматривается от РГРЭС с закрытием котельной и строительством новой тепловой сети.

5.1 Расчет капиталовложений первого варианта

Таблица 18 – Список и стоимость оборудования

Наименование	Маркировка	Кол-во	Цена 1шт., руб	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Котел	КВТС – 4,0	2	1165000	2330000
Топка	ТЛЗМ 2-1,87/3,0	2	1054100	2108200
Дымосос	ДН-11,2	2	157300	314600
Вентилятор	ВДН-10м	2	101200	202400
Сетевой насос	СЭ – 500 – 50 - 16	1	519400	519400
Подпиточный насос	ПЭ – 65 - 28	1	590000	590000
Итого	5884600			

Таким образом, все необходимые данные для экономического расчета имеются. Цены на оборудование взяты с сайтов поставщиков-изготовителей.

Распределение капиталовложений, вложенных в котельную с водогрейными котлами можно определить в процентном соотношении, которые представлены в таблице 19 [27]:

Таблица 19 – Распределение капиталовложения, вложенных в котельную с водогрейными котлами

Объект	Строительные работы, %	Монтажные работы, %	Оборудование, %
Котельная с паровыми котлами	35,5	31,5	33

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

$$K_{\sum_{кот}} = K_{обор.к} + K_{ср.к} + K_{мр.к} \quad (37)$$

где $K_{обор.к}$ - сметная стоимость оборудования без учета строительномонтажных работ, тыс. руб;

$K_{ср.кот}$ - строительные работы, тыс. руб;

$K_{мр.кот}$ - монтажные работы, тыс. руб.

По определенной ранее общей стоимости оборудования можно определить неизвестные слагаемые формулы и определить общую величину капиталовложений в теплотехническое оборудование реконструированной котельной:

$$K_{\sum_{кот}} = 5884600 + \frac{5884600 \cdot 35.5}{33} + \frac{5884600 \cdot 31.5}{33} = 17830 \text{ тыс. руб.}$$

Суммарные капиталовложения в проект составят:

$$K_{\sum} = K_{\sum_{кот}} \cdot (1 + \kappa_{инф}) \quad (38)$$

где $k_{\text{инф}}$ - коэффициент инфляции, на начало 2019 года он равен 2,5 % [2].

$$K_{\Sigma} = 17830000 \cdot 1,0245 = 18266000 \text{ руб.}$$

5.2 Расчет капиталовложений второго варианта

Подключение потребителей пос. Новорайчихинск к РГРЭС намечается к существующей тепловой сети пос. Прогресс диаметром 500 мм в районе ул. Набережной. Далее трасса идет вдоль автомобильной дороги Прогресс - Новорайчихинск с правой стороны до котельных «Агромеха», расположенной в поселке.

Трасса тепловой сети проходит, в основном, по территории вдоль автомобильной дороги (в полосе отчуждения), которая будет использоваться для доставки строительных материалов, конструкций и техники.

Тепловая нагрузка на головном участке составляет 4,84 Гкал/ч, диаметр трубопровода ответвления на поселок Новорайчихинск на головном участке 250 мм, суммарная протяженность 6,9 км.

Отпуск тепла по тепломагистрале № 2 осуществляется по существующему в пос. Прогресс температурному графику 130 – 70⁰С.

Прокладка трубопроводов тепловой сети, в основном, надземная на низких опорах. Пересечение автомобильных дорог, железной дороги на г. Райчихинск намечается на высоких металлических опорах. Компенсация тепловых удлинений предусматривается за счет П-образных компенсаторов и углов поворота трассы.

При строительстве рассматриваемой тепломагистрале до поселков предусматривается организация павильонов с установкой секционирующих задвижек на участках через 1,5 км трубопроводов, необходимых для проведения ремонтов при аварийных ситуациях.

В проектную стоимость строительства новой теплотрассы входит стоимость укладки двух трубопроводов, стоимость изоляции, а так же стоимость строительных конструкции и работы.

Таблица 20 – Смета для расчета строительства тепловой сети [22]

Диаметр теплотрассы	Прямые затраты, руб	Оплата труда рабочих, руб	Эксплуатация машин, руб	Оплата труда машинистов, руб	Расход неучтенных материалов, руб
250	1359034	22577,4	28632	5748	869347,87

Данные приведены на участок трубопровода 1 км.

Расчет стоимость трубопровода на 1 км:

$$1359034 + 22577,4 + 28632 + 5748 + 869347,87 = 2285339,27 \text{ руб};$$

Полная стоимость строительства теплотрассы:

$$2285339,27 \cdot 6,9 = 15768840,96 \text{ руб}.$$

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

В данном проекте рассматривается расширение СП «Райчихинская ГРЭС» филиала Амурская генерация АО «ДГК» в связи с подключением системы энергоснабжения поселка Новорайчихинск Бурейского района Амурской области

В данном проекте рассматривается строительство теплопровода от «СП РГРЭС» к поселку Новорайчихинск, расчет системы тепло- и электроснабжения поселка.

В данном разделе рассмотрим следующие вопросы:

- вопрос обеспечения безопасности при строительных работах.
- вопрос экологичности, связанный с влиянием проектируемых объектов на здоровье человека и окружающую среду, куда входит расчет вредных выбросов
- вопрос возникновения чрезвычайных ситуаций, которые могут появиться при эксплуатации оборудования и при воздействии внешних сил.

6.1 Безопасность

Безопасность – это деятельность, в которой потенциальные риски, влияющие на здоровье человека, исключаются с определенной вероятностью. Безопасность следует понимать, как комплексную систему мер по защите людей и окружающей среды от рисков, связанных с конкретными видами деятельности. Чем сложнее вид деятельности, тем более сложнее система защиты (безопасность этой деятельности). Комплексные системы производства включают в себя следующие защитные меры: правовые, организационные, экономические, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические.

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

При эксплуатации тепловых сетей возможны следующие опасные факторы:

- прорыв теплопровода;
- повреждения тепловой сети;
- потери мощности источников теплоты;
- сложность выполнения строительно монтажных работ в неблагоприятных грунтовых и климатических условиях;
- невозможностью постоянного контроля состояния тепловой сети в процессе эксплуатации;
- участием в проектировании и сооружении тепловых сетей неспециализированных, а следовательно, недостаточно квалифицированных проектных и строительно монтажных организаций

На предприятии работодатели должны обеспечить безопасные условия и охраны труда своих подчиненных. Работодатели обязаны обеспечить безопасные условия труда и минимизировать риск производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Каждый работник должен знать и соблюдать правила по технике безопасности. Персонал, работающий с электроустановками, должен периодически проходить проверку знаний нормативных документов по охране труда. Осознанность и ответственность персонала являются важными аспектами обеспечения безопасности на рабочем месте.

Для обслуживания тепловой сети необходима бесперебойная работа оборудования предприятия.

6.1.1 Меры безопасности при обслуживании котлоагрегата [3].

На Райчихинской ГРЭС установлен котёл БКЗ-220-100Ф, изготовленный Барнаульским котельным заводом, предназначен для выработки пара на тепловых электростанциях.

Котёл вертикально-водотрубный, однобарабанный, с естественной циркуляцией, П-образной компоновки.

Котлоагрегат снабжен: устройствами отбора проб пара и воды, установкой для получения собственного конденсата, импульсными предохраня-

тельными устройствами, контрольно-измерительными приборами, системой защит действующих на останов и ограничение нагрузки котла. Процессы питания котла, горения, регулирования температуры перегретого пара автоматизированы.

Таблица 21 – Технические характеристики котла БКЗ 220-100Ф [8].

Производительность, м ³ /час	220
Давление пара на выходе из пароперегревателя, кгс/см ²	100
Температура перегретого пара, °С	540
Температура питательной воды, °С	215
Температура уходящих газов, °С	146
Паровой объём котла, м ³	36
Водяной объём котла, м ³	70
К. П. Д. котла (брутто), %	90,5

Котёл спроектирован на сжигание Райчихинского бурого угля, имеющего следующие характеристики:

- Низшая теплота сгорания топлива $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 3070$ ккал/кг;
- Зольность в рабочем состоянии топлива $A^{\text{п}} = 9,5\%$;
- Влажность в рабочем состоянии топлива $W^{\text{п}} = 37\%$;
- Выход летучих $V^{\text{г}} = 43\%$.

В настоящее время в котлах сжигается Райчихинский бурый уголь, поставляемый на станцию двумя поставщиками – ОАО «Амурский уголь» и ООО «Прогрессуголь» с нижеследующими показателями качества согласно техническим условиям:

Таблица 22 – Показатели качества угля [9]

Поставщик	Марка угля	Зольность на сухую массу угля A^c , %	Общая влага в рабочем состоянии топлива W^p , %	Низшая теплота сгорания топлива Q^p_n , ккал/кг
ОАО «Амурский уголь»	1БР	Не выше 18	Не выше 38	Не менее 2900
ООО «Прогрессуголь»	2БОМСШ 2БМСШ	Не выше 17	Не выше 41	Не менее 2600

К обслуживанию котлоагрегатов допускаются лица не моложе 18 лет, которые должны пройти предварительный медицинский осмотр и в дальнейшем проходить его периодически.

Персонал, обслуживающий котлоагрегаты, должен работать в спецодежде, застёгнутой на все пуговицы. На одежде не должно быть развивающихся частей, которые могут быть захвачены движущимися (вращающимися) частями механизмов. Засучивать рукава спецодежды и подворачивать голенища сапог запрещается.

Все горячие части оборудования, трубопроводы и другие элементы, прикосновение к которым может вызвать ожоги, должны иметь тепловую изоляцию. Температура на поверхности изоляции при температуре окружающего воздуха 25^0C должна быть не выше 45^0C .

Запрещается во время обхода открывать люки, лазы на котле за исключения кратковременного открытия смотровых лючков и гляделок, при условии нахождения сбоку от них.

Запрещается зажигать топливо в топках при открытых лазах и гляделках. Смотровые лючки для постоянного наблюдения за факелом должны быть закрыты стеклом.

Перед растопкой котла на нём должны быть прекращены все ремонтные работы и выведен начальником смены цеха весь персонал, не имеющий отношение к растопке.

При продувке нижних точек котлов сначала следует открыть полностью первый по ходу продуваемого среды вентиль, затем постепенно второй.

По окончании продувки надо сначала закрыть второй по ходу вентиль, затем первый.

При производстве продувок открывать и закрывать вентили с применением рычагов, удлиняющие плечо рукоятки или маховика, не предусмотренных инструкцией по эксплуатации, запрещается.

Рабочие места, а также проходы должны быть освещены. Не допускается загромождения и заполнения рабочих мест и проходов.

Запрещается опираться и становиться на барьеры площадок, ходить по трубопроводам, а также по конструкциям и перекрытиям, не предназначенным для прохода по ним.

При обнаружении в бункерах сырого угля тлеющих отложений или при подозрении об их наличии эти места необходимо залить распылённой водой и принять меры к заполнению бункеров топливом и продолжению срабатывания из них топлива.

Запрещается персоналу котельного цеха самостоятельно вести ремонт осветительной сети, смену и протирку эл лампочек.

При работе котла не допускать выбивание газов и частиц золы из-под перекрытия, через гляделки и лючки, своевременно регулировать тягу и устранять неплотности.

6.2 Экологичность

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды.

С увеличением мощностей промышленных объектов, концентрацией жилых и общественных зданий вопросы охраны окружающей среды приобретают исключительное значение.

Основным источником образования вредных веществ при работе котельной являются котлоагрегаты. При горении угля в атмосферу поступают следующие вредные вещества:

- окись углерода;
- окислы азота;
- окислы серы.

При сжигании различных топлив, наряду с основными продуктами сгорания (CO_2 , H_2O , NO_2) в атмосферу поступают загрязняющие вещества в твердом состоянии (зола и сажа), а также токсичные газообразные вещества – серный и сернистый ангидрид (SO_2 , SO_3). Все продукты неполного сгорания являются вредными (CO , CH_4 , C_2H_6).

Окислы азота вредно воздействуют на органы дыхания живых организмов и вызывают ряд серьезных заболеваний, а также разрушающе действуют на оборудование и материалы, способствуют ухудшению видимости.

Окислы азота образуются за счет окисления содержащегося в топливе азота и азота воздуха, и содержатся в продуктах сгорания всех топлив. Условием окисления азота воздуха является диссоциация молекулы кислорода воздуха под воздействием высоких температур в топке. В результате реакции в топочной камере образуется в основном окись азота NO (более 95%). Образование двуокиси азота NO_2 за счет доокисления NO требует значительного времени и происходит при низких температурах на открытом воздухе.

В воде NO практически не растворяется. Очистка продуктов сгорания от NO и других окислов азота технически сложна и в большинстве случаев экономически нерентабельна. Вследствие этого, усилия направлены в основном на снижение образования окислов азота в топках котлов.

6.2.1 Расчет выбросов в атмосферу частиц золы и недожога

Воспользуемся методикой определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок [5].

Количество золовых частиц и недожога, уносимое из топки котла за любой промежуток времени (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.);

$$M_{мс} = 0,01 \cdot B \cdot (\alpha_{ун} \cdot A^p + q_4^{ун} \cdot \frac{Q_n^p}{32680}) \cdot (1 - \eta_3) ; \quad (39)$$

где B - расход натурального топлива котлоагрегата за любой промежуток времени ($B = 4,98$ кг/с); [7].

A^p - зольность топлива на рабочую массу, %;

$\alpha_{ун}$ - доля золовых частиц и недожога, уносимых из котла;

$q_4^{ун}$ - потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_n^p - теплота сгорания топлива на рабочую массу, кДж/кг;

η_3 - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

$$M_{мс} = 0,01 \cdot 4,98 \cdot (0,14 \cdot 9,5 + 6 \cdot \frac{12845}{32680}) \cdot (1 - 0,93) = 0,0128 \text{ кг/с.}$$

6.2.2 Расчет выбросов в атмосферу окислов серы

Количество окислов серы, поступающих в атмосферу с дымовыми газами, в пересчете на SO₂ за любой промежуток времени (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.).

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^p \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}) ; \quad (40)$$

где S^p - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} - доля окислов серы, связываемые летучей золой в газоходах котлов, зависит от зольности топлива и содержание окиси кальция в летучей золе;

η''_{SO_2} - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц, для сухих золоуловителей (электрофильтры, батарейные циклоны, тканевые фильтры) принимается равной нулю.

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 4,98 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0) = 0,0026 \text{ кг/с.}$$

6.2.3 Расчет выбросов в атмосферу окиси углерода

Количество окиси углерода (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.), выбрасываемой в атмосферу с дымовыми газами в единицу времени.

$$M_{CO_2} = 0,001 \cdot B \cdot C_{CO} \cdot (1 - 0,01q_4), \quad (41)$$

где C_{CO} - выход окиси углерода при сжигании твердого, жидкого или газообразного топлива (кг/т, кг/тыс.м³), определяется по формуле:

$$C_{CO} = \frac{q_3 \cdot R \cdot Q_n^p}{1013}; \quad (42)$$

где q_3 - потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива, %;

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную содержанием в продукта неполного сгорания окиси углерода. Для твердого топлива $R=1,0$.

q_4 - потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания, %

$$C_{CO} = \frac{0,5 \cdot 1 \cdot 12845}{1013} = 6,34 \text{ кг/т;}$$

$$M_{CO_2} = 0,001 \cdot 4,98 \cdot 6,34 \cdot (1 - 0,01 \cdot 4,5) = 0,0301 \text{ кг/с.}$$

6.2.4 Расчет выбросов в атмосферу оксидов азота

Количество оксидов азота в пересчете на двуокись азота (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.), выбрасываемые в атмосферу с дымовыми газами в единицу вре-

мени для водогрейных котлов.

$$M_{NO_2} = 10^{-3} \cdot K \cdot B_y \cdot (1 - 0,01q_4) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3; \quad (43)$$

где K - коэффициент, характеризующий выход окислов азота, кг/т. у.т;

B_y - расход условного топлива за любой промежуток времени (тут/год, кгут/ч, кгут/с и т.д.);

β_1 - коэффициент, учитывающий влияние на выход окислов азота качества сжигаемого топлива (содержание N^T);

β_2 - коэффициент, учитывающий конструкцию горелок. Для для прямоточных горелок $\beta_2=0,85$;

β_3 - коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления. При жидком шлакоудалении $\beta_3=1,6$, во всех остальных случаях $\beta_3=1,0$.

Расход условного топлива:

$$B_y = B \cdot \frac{Q^p_n}{29320}; \quad (44)$$

где $Q^p_n = 12845$ кДж/кг - низшая теплота сгорания топлива.

$$B_y = 4,98 \cdot \frac{12845}{29320} = 2,18 \text{ кг/с.}$$

Значение β_1 при сжигании твердого топлива ($\alpha_t \leq 1,25$).

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47N^T; \quad (45)$$

где $N^T = 1,2$ % – содержание азота в топливе на горючую массу.

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47 \cdot 1,2 = 0,724.$$

Коэффициент K вычисляется по эмпирической формуле для котлов паропроизводительностью D , при сжигании угля во всем диапазоне нагрузок.

$$K = \frac{12 \cdot D}{200 \cdot D}; \quad (46)$$

где D – паропроизводительность.

$$K = \frac{12 \cdot 90}{200 + 90} = 3,7;$$

$$M_{NO_2} = 10^{-3} \cdot 3,7 \cdot 2,18 \cdot (1 - 0,01 \cdot 4,5) \cdot 0,724 \cdot 0,85 \cdot 1,6 = 0,000758 \text{ кг/с.}$$

6.2.5 Расчет дымовой трубы

На «СП РГРЭС» продукты сгорания топлива удаляются в атмосферу через кирпичную дымовую трубу [7].

В настоящее время минимально допустимая высота дымовой трубы, при которой обеспечивается значение максимальной приземной концентрации вредного вещества C_m , равное предельно допустимой концентрации (ПДК), для нескольких труб одинаковой высоты при наличии фоновой загрязненности $C_{ф}$ от других источников, рассчитывается по формуле:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta \cdot (M_{SO_2} + 5,88 \cdot M_{NO_2})}{ПДК_{SO_2}}} \sqrt[3]{\frac{N}{V_1 \cdot \Delta T}}; \quad (47)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы для неблагоприятных метеорологических условий, определяющий

условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, $C^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{К}^{1/3} / \text{г}$;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для газообразных примесей $F=1$;

M_{SO_2} , M_{NO_2} - массовый выброс серного ангидрида и двуокиси азота, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени, г/с; [7]

m и n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода дымовых газов из устья дымовой трубы;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа, местности; в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta=1,0$;

N - число одинаковых дымовых труб;

V_1 - объем дымовых газов, приходящийся на дымовые трубы, $\text{м}^3 / \text{с}$; [7].

$\Delta T = T_{\Gamma} - T_{\text{в}} = 74,9 \text{ К}$ - разность температур выбрасываемых дымовых газов $T_{\Gamma} = (423 - 50) \text{ К}$ и окружающего атмосферного воздуха $T_{\text{в}} = 298,1 \text{ К}$;

ПДК_{SO_2} - предельно допустимая концентрация вещества, лимитирующего чистоту воздушного бассейна, $\text{мг}/\text{м}^3$. $\text{ПДК}_{SO_2} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$.

При определении значения ΔT следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха $T_{\text{в}}$ равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, а температуру выбрасываемых в атмосферу дымовых газов T_{Γ} - в устье дымовой трубы.

Безразмерные коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f и $U_{\text{м}}$:

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad (48)$$

$$U_M = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (49)$$

где w_0 – средняя скорость дымовых газов в устье дымовой трубы, м/с;

D – диаметр устья дымовой трубы, м.

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формуле:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{f} + 0.34 \sqrt[3]{f}}; \quad (50)$$

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{0,04} + 0.34 \sqrt[3]{0,04}} = 0,80.$$

Коэффициент n определяется в зависимости от U_M . $n = 1$ при $U_M \geq 2$.

$$H = \sqrt{\frac{250 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (157,3 + 5,88 \cdot 48,9)}{0,5}} \sqrt[3]{\frac{1}{45 \cdot 74,9}} = 97,437.$$

Принимаем высоту трубы $H=100$ м. [4].

6.3 Чрезвычайные ситуации

ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, экономике, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источник ЧС – опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных, растений, а так же применение средств поражений, в результате чего произошла или может произойти ЧС.

Наиболее часто возникающая ЧС на предприятии – это пожар.

Так как технологический процесс связан со сжиганием топлива, то возможный источник пожара – аварийные режимы работы электрического оборудования: короткие замыкания, перегрузки аппаратов, искры и электродуги

Действующим нормативным документом является:

Согласно ГОСТ 12.1.004. 91 "ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования" [1].

Источниками пожара могут быть неисправности электрооборудования, осветительных приборов; выход из строя приборов автоматики. При нарушении целостности газопроводов уходящих газов, или при разрушении обшивки и обмуровки котла, уходящие газы, имеющие высокую температуру, могут послужить причиной пожара

Для предупреждения образования взрывоопасных газоздушных смесей большое значение имеет контроль воздушной среды производственного помещения. Наиболее прогрессивен контроль воздушной среды производственных помещений автоматическими сигнализаторами до взрывных концентраций. При включении предупредительной сигнализации и аварийной вентиляции предусматривается автоматическое или ручное отключение всего или части технологического оборудования.

Пожарный инвентарь, первичные средства пожаротушения и щиты для их хранения должны находиться на видных местах и должны быть окрашены масляной краской в красный цвет. На пожарных щитах указывается номер телефона для вызова пожарной охраны. На случай возникновения пожара всегда должна быть в полной готовности огнетушители, ящики с песком, лопата, ведро.

В состав инвентаря входят:

- пенные химические огнетушители;
- порошковые огнетушители;
- гидранты;

- ящики с песком;
- лопаты;
- ведра.

Весь инвентарь расположен в доступном месте на входе в котельную.

Для быстрого вызова пожарной службы в котельной установлены извещатели и телефон.

ГРЭС оснащена пожарной сигнализацией, которая обнаруживает начальную стадию пожара, передает извещение о месте и времени его возникновения и, при необходимости включает автоматические водяные системы пожаротушения.

В качестве водоисточника на территории электростанции проложен водопровод с гидрантом для возможности подключения пожарных машин. Место установки гидранта обозначается соответствующим знаком, на котором указано место установки и расстояние до пожарного гидранта.

Помещение выполнено железобетонным стеновым блоком. Покрытие пола котельной – бетонное. Предприятие имеет непосредственные выходы наружу. В зданиях предусматриваются эвакуационные выходы, что соответствует требованиям СНиП 2.01.02-85 и ППБ 139 - 87. На путях эвакуации установлены указатели для выхода персонала, также имеется рабочее и аварийное освещение. Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания. Эвакуация людей предусматривается через обособленные выходы из каждой части здания.

Требования по пожарной безопасности выполнены в соответствии с постановлением от 25 апреля 2012 г. N 390 «Правила противопожарного режима».

6.3.1 Действия персонала при возникновении аварийных ситуаций [3].

Неисправности и нарушение в работе оборудования при несвоевременном принятии мер по их устранению могут привести к повреждению оборудования и травмированию персонала.

Аварийной ситуацией является всякое изменение в нормальной работе оборудования, которое создаёт угрозу бесперебойной работе по заданному графику котла или электростанций в целом, или сохранности оборудования, или создает опасность для обслуживающего персонала.

Весь обслуживающий персонал при возникновении аварийной ситуации обязан руководствоваться «Инструкцией по предотвращению и ликвидации технологических нарушений в котельном цехе», а так же требованиями своей должностной инструкции и инструкции по охране труда.

Важным условием безаварийной работы является сохранение персоналом спокойствия при изменении режима или возникновения неполадок, дисциплинированное и сознательное выполнение указаний, инструкций и распоряжений старшего по должности персонала, недопущение суеты, растерянности, вмешательство в работу посторонних лиц и нарушения единоначалия в смене, выполнение начальниками смен станций и начальниками смен цехов рекомендаций ремонтных схем и режимов.

Дежурный персонал всех ступеней при ликвидации технологического нарушения обязан:

- устранять опасность для персонала и оборудования вплоть до отключения последнего, если в этом появляется необходимость,
- вмешиваться в работу автоматических устройств, если это необходимо,
- обеспечивать нормальную работу основного оборудования, оставшегося в работе, а также оборудование собственных нужд,
- составить общее представление о том, что случилось по показанию приборов, сигнализации и по внешним признакам,
- выяснить по возможности место, характер и объем повреждения.

Отключившееся во время нарушения оборудование должно включиться после выяснения его исправности и причины отключения, как по распоряжению вышестоящего оперативного персонала, так и самостоятельно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрена система энерго-снабжения поселка Новорайчихинск Амурской области.

Произведен расчет системы теплоснабжения от котельной «Агромех», расположенной в поселке. Рассчитаны тепловые нагрузки на отопление и горячее водоснабжение. Выполнен расчет тепловых потерь. По результатам расчетов выбрано оборудование котельной.

Был произведен расчет системы электроснабжения поселка. Исходя из расчетов электрических нагрузок всех потребителей были выбраны КЛ и КТП.

В технико – экономическом расчете предложено два варианта развития энергообеспечения поселка. Рассмотрена стоимость замены оборудования на котельной «Агромех», расчетная стоимость составляет 18 млн. руб. Второй вариант заключается в строительстве новой теплотрассы от предприятия Райчихинская ГРЭС, находящегося в п.г.т. Прогресс на расстоянии 6,9 км от п. Новорайчихинск. Стоимость трубопровода составляет 17 млн. руб.

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности работы на ГРЭС. Произведен расчет вредных выбросов предприятия. Приведены типичные чрезвычайные ситуации и аварии, а так же действия во время данных ЧС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Арсенов, В . Г., Горбунов, А. Г. Выполнение расчетов при дипломном проектировании (часть II). Электробезопасность. Молниезащита: методические указания; ГОУ ВПО «Иван. гос. энерг. ун-т В. И. Ленина». – Иваново, 2001. – 15 с.

2 Бадагуев, Б . Т. Паровые и водогрейные котлы. Москва: Альфа-Пресс, 2012. - 198 с.

3 Бадагуев, Б . Т. Эксплуатация тепловых энергоустановок: безопасность при эксплуатации: приказы, инструкции, журналы, положения. Москва: Альфа-Пресс, 2013. - 204 с.

4 Барыбин, Ю . Г. Справочник по проектированию электроснабжения. - М. : Энергоатомиздат, .2009.

5 Инструкция по нормированию расхода котельно-печного топлива на отпуск тепловой энергии котельными системы Министерства жилищно-коммунального хозяйства РСФСР. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения мдк 4-05.2004 мл.

6 Инструкция по проведению инструктажа не электротехнического оборудования.

7 Инструкция по эксплуатации железобетонной дымовой трубы ст. №4 и газоходов ИЭ-03-05-22-2013.

8 Инструкция по эксплуатации котлов БКЗ 220-100Ф ст. № № 6,7,8,9 ИЭ-03-05-02-2013.

9 Инструкция по эксплуатации котлов ЦКТИ 75-39Ф ст. № № 3, 4.

10 Информационный – аналитический бюллетень ценообразования в строительстве. Выпуск 1, 2012.

11 Козлов, В. А . Электроснабжение городов: Учебное пособие./В.А. Козлов – Ленинград: Энергия, 2007. – 280 с.

12 Конюхова, Е . А . Электроснабжение объектов./Е.А. Конюхова. – М.: Изд-во «Мастерство», 2012. – 320 с.

13 Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения. Госстрой России. М., 2000.

14 Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения мдк 4-05.2004

15 Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий. Комитет РФ по муниципальному хозяйству. Сектор НТИ АКХ им. К.Д.Памфилова. М., 1994.

16 Мясоедов, Ю . В . Проектирование электрической части электростанций и подстанций / Ю.В. Мясоедов, Н.В. Савина, А.Г. Ротачёва. – Благовещенск. : Амурский гос. ун-т, 2007. – 139 с.

17 Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник. – М., Стройиздат, 2008.

18 Насосы grundfos [Электронный ресурс] - Сайт URL: <http://nasospro.ru/price> (дата обращения 15.05.2015).

19 Наумов, И. В ., Лещинская, Т. Б ., Бондаренко, С. И. Проектирование систем электроснабжения: Справочник / И. В. Наумов. – Иркутск : Иркутский гос. ун-т, 2011. – 325 с.

20 Наумов, И . В ., Лещинская, Т .Б , Бондаренко, С . И. Проектирование систем электроснабжения. – Иркутск. : ИГТУ, 2012. – 357 с

21 Неклепаев, Б . Н . Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов./Б . Н . Неклепаев, И . П . Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 608 с.

22 Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей. М., Госстройиздат, 2009.

23 Постановление Правительства РФ от 24 ноября 1998 г. N 1371 «О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» (ред. от 28.12.2018)

24 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. М., Энергосервис, 2007.

25 Правила устройства электроустановок. Мин. энерго. – 7 изд.; перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2019. – 330 с.

26 Производственные и отопительные котельные / Е. Ф. Бузников [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 2004. – 248 с.

27 ПТБ 10 - 575 - 03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации энергетических колов».

28 Сазыкина, О . В . Основы экономики промышленной энергетики: учебное пособие/ О. В. Сазыкина. – Норильск: Изд-во Норильский индустриальный институт, 1997. –168 с.

29 Сайт Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] - Сайт URL: <http://amurstat.gks.ru/> (дата обращения 23.05.2019).

30 Сандаков В.А. Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации котельных установок. Уфа: Гилем, 2011. - 128 с.

31 Сергеев, А . В . Справочное учебное пособие для персонала котельных: тепломеханическое оборудование котельных. Изд. 4-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург: ДЕАН, 2012. - 255 с.

32 СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Госстрой России. М., 1999.

33 СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Госстрой России. М., 1997.

34 СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. Минстрой России. М.,1996.

35 СНиП 2.08.01-85. Жилые здания. ЦИТП Госстроя СССР. М.,1986.

36 СНиП 23-01-99. Строительная климатология. Госстрой России. М., 2000.

37 Собурь, С . В . Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: справочник. – пятое изд., доп. (с изм.). – М.: спецтехника, 2011. – 488 с.

38 Соколов, Е . Я . Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.: ил.

39 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.

40 Судаков, Г . В . Оценка экономической эффективности проектов по строительству, реконструкции и модернизации систем электроснабжения объектов :учебное пособие./ Г . В . Судаков, Т . А . Голушко – Благовещенск: Изд-во Амурский гос. ун-т, 2006. – 189 с.

41 Теплоснабжение жилого района. Учебно-методическое пособие для студентов специальности «100500» очной и заочной форм обучения. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2002.

42 Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.06.2018)

43 Фёдоров А . А ., Старкова Л . Е . Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 2017.

44 Холянов, В . С . Электроснабжение промышленных объектов. Учебное пособие./ В . С . Холянов. – Владивосток, 2017 – 491 с.

45 Экономика предприятия: Учебник / Под ред. проф. Н . А . Сафронова. – М.:Юристъ,1998.

46 Электротехнический справочник в 4-х томах. Том 3 / Под общей редакцией профессоров МЭИ / – М : Изд-во МЭИ, 2006.

47 Электротехнический справочник том 3.Беляев. – М.: Энергоатомиздат, 2018. – 176 с.

48 Эстеркин, Р . И . Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование / Р . И . Эстеркин. - Учеб. пособ. для техникумов – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 280 с.: ил.

49 Эстеркин, Р . И . Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие. /Р. И. Эстеркин. – СПб.: Энергоатом-издат., 2010. – 280 с.

50 [Электронный ресурс]. URL: <https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/fitolampy/drl-125-250-400-vatt-harakteristiki/>