МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ___**Электронного обучения**_____
Направление подготовки _____**Теплоэнергетика и теплотехника**_____
Кафедра ____***теоретической и промышленной теплотехники***_____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы отопления жилого дома в г. Томске

УДК _____697.245.36-047.74(571.16)_____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Б13	**Карпов Алексей Сергеевич**		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Половников Вячеслав Юрьевич	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПТ	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н., профессор		

Томск – 2016

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Универсальные компетенции
Р1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке, разрабаты- вать документацию, презентовать и защи- щать результаты комплексной инженерной деятельности
Р2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинар- ном, с делением ответственности и полно- мочий при решении комплексных инженер- ных задач.
Р3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения комплекс- ной инженерной деятельности с соблюде- нием правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
Р4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм
Р5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Р6	Осознавать необходимость и демонстриро- вать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни, непрерыв- ному самосовершенствованию в инженер- ной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	Профессиональные компетенции
Р7	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности в широком (в том числе междисциплинар- ном) контексте в комплексной инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
Р8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач комплексного инженерного анализа с использованием базовых и специальных знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и

	моделирования теоретического и экспе-риментального исследования.
Р9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять ком-плексные инженерные проекты с примене- нием базовых и специальных знаний, совре- менных методов проектирования для до- стижения оптимальных результатов, соот- ветствующих техническому заданию с уче- том нормативных документов, экономиче- ских, экологических, социальных и других ограничений.
Р10	Проводить комплексные научные исследо-вания в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск не-обходимой информации, эксперимент, ана- лиз и интерпретацию данных, и их подго- товку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением базо- вых и специальных знаний и современных методов.
Р11	Использовать информационные техноло- гии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угро- зы в развитии современного информацион- ного общества, соблюдать основные требо- вания информационной безопасности
Р12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом эконо- мических, экологических, социальных и других ограничений.
	Специальные профессиональные
Р13	Участвовать в выполнении работ по стан-дартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергети-ческого производства, контролировать ор-ганизацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять докумен- тацию по менеджменту качества техноло- гических процессов на производственных участках.

Р14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюде- ние технологической дисциплины
Р15	Использовать методики испытаний, налад- ки и ремонта технологического оборудова- ния теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планиро- вать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологиче- ских процессов
Р16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудова- ния теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудова- ния, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 52с, 10 табл., 4 рис., 3 прил., 2 л. графического материала.

Целью данной выпускной квалификационной работы является решение проблемы обеспечения микроклимата в частном доме.

Объектом исследования является индивидуальная система отопления.

В процессе исследования проведен расчёт тепловых потерь через ограждающие конструкции, выполнен гидравлический расчет системы отопления, составлена схема размещения отопительных приборов и определены капитальные затраты на систему отопления.

Пояснительная записка к работе выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013 .

Графическая часть выполнена в графическом редакторе Компас-3D V11 и AutoCad 2013.

Определения, сокращения, нормативные ссылки.

Нормативные ссылки.

В настоящей работе мной были использованы ссылки на такие стандарты как:

1. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования
2. ГОСТ Р 54578-2011. Воздух рабочей зоны.
3. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений
4. ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы
5. Конституция РФ
6. СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы, 2000. – 31с.
7. СНиП 2.04.05-91 Отопление, Вентиляция и Кондиционирование, 2000.– 81 с.
8. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника, 1998.– 49 с
9. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
10. Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений»
11. Федеральный закон «О газоснабжении в Российской Федерации»
12. Федеральный закон «О пожарной безопасности»
13. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
14. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения»;
15. Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»

Определения

В данной работе были использованы следующие определения:

инфильтрация: естественный приток свежего воздуха в отапливаемое помещение за счет негерметичности ограждающих конструкций.

котлоагрегат: устройство для получения тепловой энергии за счет сжигания топлива, источник тепловой энергии.

насос: устройство для перекачивания жидкостей, газов.

прибор отопления: устройство для передачи необходимого количества теплоты в отапливаемое помещения от источника энергии

система отопления: совокупность технических элементов, предназначение которых получение, перенос и передача во все отапливаемые помещения количества теплоты, требуемого для поддержания параметров микроклимата на заданном уровне.

тепловые потери: часть тепловой энергии, переданная к окружающую среду из отапливаемого помещения

теплоноситель: жидкое или газообразное вещество, которое обеспечивает передачу тепловой энергии от источника к потребителю.

теплоснабжение: система обеспечения теплом зданий и сооружений, предназначенная для обеспечения теплового комфорта для находящихся в них людей или для возможности выполнения технологических норм.

Сокращения

В данной работе используются следующие сокращения:

К- котлоагрегат

ПО- прибор отопления

СО- система отопления

ТП- тепловые потери

ТН- теплоноситель

ТС- теплоснабжение

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

Институт _____**Электронного обучения**_____
Направление подготовки (специальность)__**промышленная теплоэнергетика**_____
Кафедра _**теоретической и промышленной теплотехники**_____

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ТПТ
_____ _____ _Кузнецов Г.В.__
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
З-5Б13	**Карпову Алексею Сергеевичу**

Тема работы:

Проектирование системы отопления жилого дома в г. Томске

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе *(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*	**Система отопления частного жилого дома в г.Томске.**
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов *(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной*	1. Введение 2. Анализ существующих систем отопления 3. Классификация существующих систем отопления 4. Характеристика систем теплоснабжения 5. Характеристика систем отполения 6. Проектирование системы отопления

работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	7. Тепловые потери через ограждающие конструкции 8. Расчет тепловых потерь 9. Определение тепловых потерь с учетом инфильтрации 10. Выбор отопительных приборов 11. Расчет и размещение приборов отопления 12. Выбор системы отполения 13. Гидравлический расчет системы отопления 14. Выбор основного и вспомогательного оборудования 15. Определение капитальных затрат на систему отопления
Перечень графического материала *(с точным указанием обязательных чертежей)*	**План этажей** **Аксонометрическая схема**

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант	Подпись
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н.Г.., ст. преп. каф. менеджмента	
Социальная ответственность	Гусельников М.Э., доцент, к.т.н.	

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Половников Вячеслав Юрьевич	к.т.н..		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Б13	Карпов Алексей Сергеевич		

Содержание

Введение 2
Обзор литературы 3
Объект и методы исследования 4
1. Анализ существующих систем отопления жилых зданий 5
1.1. Классификация систем отопления жилых зданий 5
1.2. Характеристика систем теплоснабжения 6
1.3. Характеристика систем отопления жилых зданий 9
2. Проектирование системы отопления 14
2.1. Алгоритм расчета тепловых потерь через ограждающие конструкции 14
2.2. Расчет тепловых потерь 20
2.3. Определение общих потерь теплоты с учетом инфильтрации 24
2.4. Выбор отопительных приборов 25
2.5. Расчет и размещение отопительных приборов 28
2.6. Выбор системы отопления 29
2.7. Гидравлический расчет системы отопления 30
2.8. Выбор основного и вспомогательного оборудования 33
2.8.1. Выбор котлоагрегата 33
2.8.2. Выбор насоса 35
3. Определение капитальных затрат на систему отопления 39
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 41
4.1. Формирование плана разработки проекта 41
4.2. Расчет сметы затрат на разработку проекта. 42
4.3. Смета затрат на приобретение оборудования 46
4.4. Анализ выбора котлоагрегата 47
5. Социальная ответственность ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.1. Производственная безопасность. ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.1.1. Повышенная температура рабочей зоны ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.1.2. Освещение ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.1.3. Недостаточная вентиляция ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.1.4. Пожароопасность ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.1.5. Взрывоопасность..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.2. Экологическая безопасность..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.3. Безопасность при ЧС..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности **Ошибка! Закладка не определена.**
Заключение 51
Список литературы 52

Введение

В настоящее время широкое распространение получили малоэтажные одноквартирные жилые дома. Они могут быть как отдельно стоящими, так и блокированными. Эти жилые дома различаются по этажности, наличию подвала, гаража, мансард, материалу наружных ограждающих конструкций, степени комфортности, обеспеченности наружными коммуникациями. В зависимости от этих особенностей различаются и системы отопления малоэтажных индивидуальных жилых домов.

В данной работе рассматривается малоэтажный жилой дом с автономной системой теплоснабжении, когда выработка теплоты осуществляется в индивидуальном теплогенераторе для одного здания, наружные тепловые сети отсутствуют. Исходными данными для проектирования системы отопления является техническое задание и планы строительных конструкций жилого здания.

Целью выпускной квалификационной работы является выбор и проектирование системы отопления коттеджа: расчет тепловых потерь, выбор и размещение приборов отопления, гидравлический расчет, выбор основного и вспомогательного оборудования, определение капитальных затрат на систему отопления.

При этом при проектировании системы отопления необходимо было учесть ряд требований:

1. Скрытая прокладка стояков и распределительных трубопроводов системы отопления;
2. Особое размещение отопительных приборов в помещениях.
    1. Система отопления и ограждающие конструкции дома должны быть рассчитаны на обеспечение в помещениях дома в течение отопительного периода при расчетных параметрах наружного воздуха для соответствующих районов строительства температуры внутреннего воздуха в допустимых предела, установленных, но не ниже 20ºС.[1]

Обзор литературы

Системы отопления жилых и производственных зданий и сооружений являются объектами анализа, исследования, проектирования и усовершенствования уже не первый десяток лет, но с появлением новых материалов и нового, более совершенного оборудования всегда есть необходимость изучения этих нововведений.

В данной работе были использованы учебно-методическая и научная литература, а также статьи из сети интернет и периодических изданий.

Главными источниками информации по теме данной работы послужили книги таких авторов, как: Стомахина Г. И., Голубков Б.Н., Богословский В.Н. В книгах приведенных авторов содержится максимально полный объем информации по системам отопления, приведена теоретическая информация и методика расчета различных систем отопления.

Так же была использована информация из справочной литературы, в том числе инструкции к оборудованию и материалам, использованных для проектирования данной системы отопления.

В настоящее время огромное количество организаций занимается проектированием и монтажом систем отопления по всей территории РФ и за ее пределами, это объясняется большим спросом у населения на загородные частные дома с автономными системами отопления, водоснабжения и электроснабжения.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является система отопления частного жилого дома. Исходными материалами для написания данной работы послужили планы помещений, для которых требуется проект системы отопления и природно-климатические условия местности проектирования.

Планы помещений представлены в графическом разделе работы на 1 листе.

Город и влажностные условия эксплуатации ограждений зданий (А, Б) (по СНиП II-3–79*)		Расчетная температура наружного воздуха (по СНиП 23-01–99) $t_{нв}$, °С	Продолжительность и средняя температура воздуха отопительного периода, (по СНиП 23-01–99)	
			z_{ht}, сут	t_{ht} °С
Томск	Б	-40	236	-8,4

Основная задача данной работы: проект системы отопления при условиях отсутствия центрального теплоснабжения, которая будет отвечать технико-экономическим, санитарно-гигиеническим, монтажно-эксплуатационным и архитектурно-строительным требованиям.

При проектировании будут использованы компьютерные средства графического проектирования (графические редакторы): Autodesk Autocad 20013 и Компас 3D 2010, а также текстовый редактор Microsoft Office 2013.

1. Анализ существующих систем отопления жилых зданий

1.1. Классификация систем отопления жилых зданий

В производственных помещениях, зданиях и сооружениях различного назначения с постоянным или длительным (более 2 ч) пребыванием людей, в том числе и жилых помещениях, необходимо проектировать соответствующую систему отопления для создания и поддержания требуемого микроклимата в холодный период года.

При выборе СО, вида теплоносителя и его параметров, а также типа приборов отопления, необходимо учитывать в расчетах тепловую инерцию наружных ограждающих конструкций и назначение сооружений [3].

СО являются обязательной частью здания, поэтому они должны соответствовать технико-экономическим ,санитарно-гигиеническим, монтажно-эксплуатационным и архитектурно-строительным требованиям. Санитарно-гигиенические [1] требования предполагают обеспечение установленной температуры воздуха в отапливаемых помещениях, а также поддержание температуры поверхности ПО в пределах норм, установленных в нормирующих документах. Архитектурно-строительные требования обеспечивают сопряжение элементов СО (ПО, трубопроводов и прочего оборудования) со строительными, архитектурно-планировочными решениями помещений, обеспечение сохранности строительных конструкций на период всего срока эксплуатации здания. Технико-экономические требования предполагают, что капитальные затраты на сооружение и эксплуатацию СО будут минимальными. Монтажно-эксплуатационные требования к системам отопления обеспечивают соответствие современному уровню механизации и индустриализации заготовительных и монтажных работ, надежность работы в течение всего срока их эксплуатации, доступность и легкость в обслуживании.

Системы отопления состоят из трех основных элементов: источник теплоты, теплопроводы и отопительные приборы.

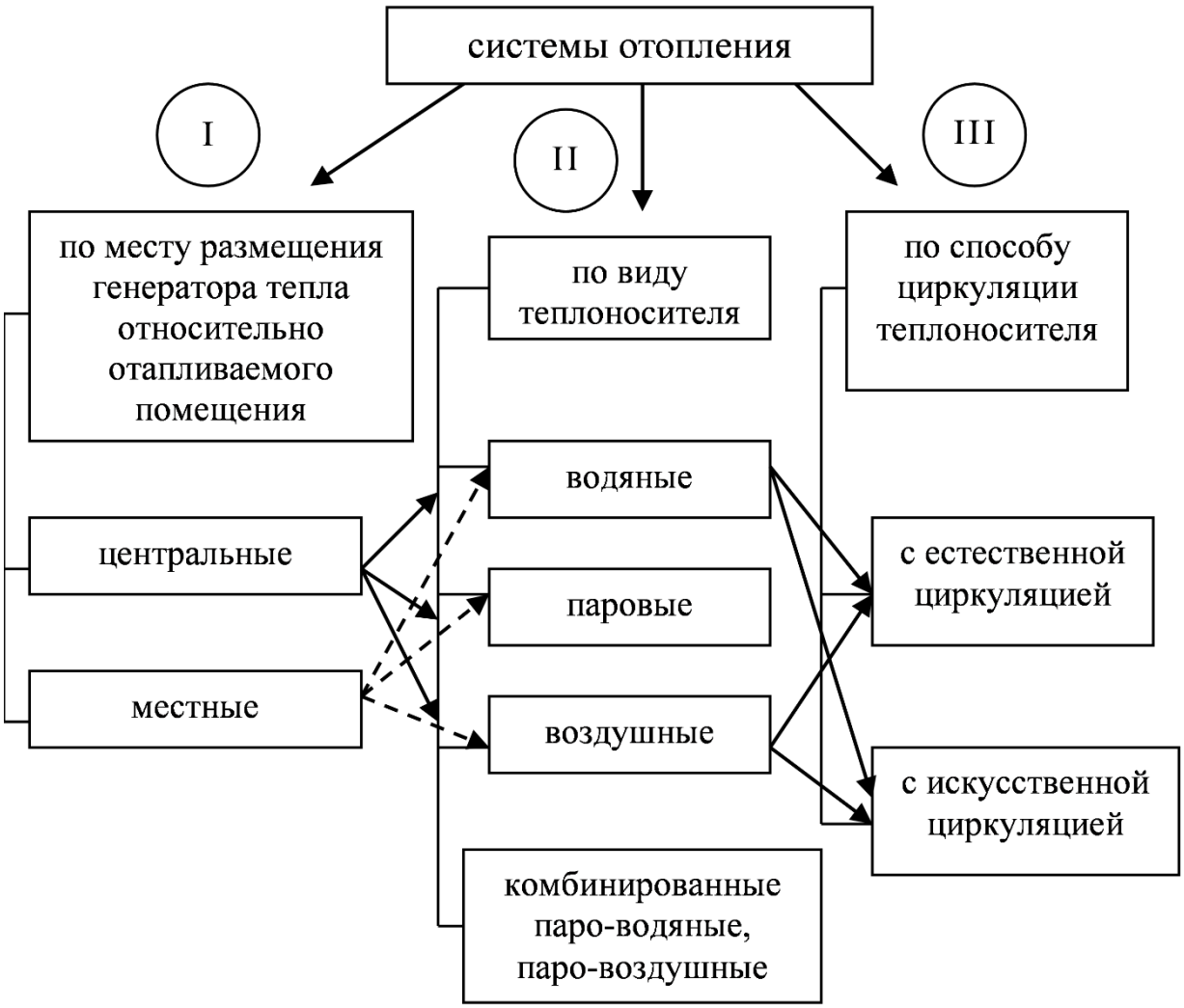

Рисунок 1.1 Классификация СО

1.2.Характеристика систем теплоснабжения

Теплоснабжение зданий реализуется различными способами:

1. Системы централизованного теплоснабжения – один источник ТС для всех зданий.

2. Децентрализованная система теплоснабжения – без источника ТС (ИК-обогреватели, газовые воздухонагреватели).

3. Газопоршневые или газотурбинные установки (+ пиковые котлы) для электро- и теплоснабжения.

4. Автономные системы ТС, основанные на использовании сжиженного газа.

Автономные системы теплоснабжения приобретают все большую популярность в силу относительно невысоких цен на магистральный газ.

Особенно, как показывает расчет теплоснабжения, системы централизованного теплоснабжения очень часто оказываются экономически неэффективными.

Таблица 1.2 Классификация систем теплоснабжения

Система централизованного теплоснабжения	Система автономного теплоснабжения
Общее назначение системы теплоснабжения	
Система централизованного теплоснабжения: Подготовка теплоносителя - нагрев воды до нужной температуры Транспортировка теплоносителя - доставка по магистральным трубам до объектов-потребителей	Система автономного теплоснабжения: Небольшие комплексы - теплоснабжение зданий в отдельности (коттеджей) Система автономного ТС - для отопления целых микрорайонов
Устройство системы теплоснабжения	
Система централизованного ТС включает в себя: один или несколько источников производства теплоты (котельных, ТЭЦ) тепловые сети (подающие и обратные трубопроводы, разветвленную сеть "раздачи" теплоносителя до потребителей)	Система автономного теплоснабжения - довольно сложный комплекс, включающий: котельную, где вырабатывается горячая вода (носитель тепла) разветвленную систему трубопроводов (мощные центральные линии и многочисленные отводы в

оконечные устройства (потребителей теплоты) – приборов отопления Котельные являются более простыми элементами системы централизованного теплоснабжения, крупные и многофункциональные узлы - ТЭЦ - способны вырабатывать не только тепловую энергию, но и электроэнергию.	квартиры, служебные помещения) возвратные трубы (обеспечивающих непрерывную циркуляцию теплоносителя) Высокоуровневая система автономного теплоснабжения подразумевает высокую степень автоматизации, наличие большого числа датчиков контроля воды, которые следят как за поддержанием заданной температуры теплоносителя, так и за предотвращением вскипания воды в магистральных трубах.
Достоинства системы теплоснабжения	
Система централизованного ТС является весьма распространенным в России способом доставки тепловой энергии конечным потребителям - в этом ее главное достоинство. За счет широкого применения таких систем хорошо изучены и проработанны технологии монтажа котельных, прокладки и сервисного обслуживания магистралей. Без тепловой энергии, получаемой этим способом, в настоящее время трудно представить себе теплоснабжение на территории России.	Способна работать сразу от нескольких видов топлива. Это позволяет сохранить автономность теплоснабжения жилого комплекса не только при отключении подачи воды, но и при отсутствии подачи электричества или газа. В случае, если в данном жилом районе по причине форс-мажорных обстоятельств произошло одновременное отключение воды, газа и электричества, обеспечить теплоснабжение зданий способна только система автономного теплоснабжения.

ТЭЦ - способны вырабатывать не только тепловую энергию, но и электроэнергию. Такой подход к вопросу снижает себестоимость тепловой энергии, делает систему централизованного теплоснабжения более конкурентной.	Грамотная организация системы автономного теплоснабжения способна не только повысить устойчивость комплекса в случае аварии, но и позволяет снизить себестоимость отопления жилых/служебных помещений.
Недостатки системы теплоснабжения	
Высокая вероятность аварии на магистралях. Ремонт занимает немалое время, в течение которого теплоснабжение зданий остановлено. Остывание теплоносителя при передаче его удаленным потребителям.	Необходимо хранение запасов топлива возле котельной, что далеко не всегда возможно, особенно в условиях жилых кварталов. Высокая зависимость от источников энергии.

1.3.Характеристика систем отопления жилых зданий

Водяное отопление

Одна из наиболее распространённых СО, которая применяется на территории РФ в жилых, производственных зданиях и сооружениях. Это связано с тем, что вода, как теплоноситель, самый доступный и дешевый вариант. Тепло в отапливаемые помещения передаётся горячим теплоносителем через установленные в них ПО. Данная СО состоит из:

1. Котла, в котором ТН нагревается за счет энергии сжигаемого топлива либо преобразуемой в тепло электроэнергией. При централизованном ТС- более горячим теплоносителем;

2. приборов отопления (конвекторы, радиаторы, панели, ребристые и гладкие трубы и т.п.);

3. трубопроводов, по которым горячий ТН от источника поступает в ПО и после того как отдаст свое тепло поступает обратно в источник;

4.расширительного сосуда для ТН, объём которого увеличивается при нагревании;

5.запорно-регулирующей арматуры.

Различают системы водяного отопления с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя.

В СО с естественной циркуляцией, которые используются только в малоэтажных зданиях, ТН циркулирует за счёт разности температур и плотности теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах.

Циркуляция возрастает при увеличении расстояния по вертикали между ПО и котлом, следовательно котел стараются разместить максимально ниже.

В системах водяного отопления с принудительной циркуляцией теплоносителя используется, циркуляционный насос, который устанавливают на обратном трубопроводе. В таких системах котел монтируют на одной высоте с ПО и выше них. Можно использовать меньшие номинальные диаметры подающего и обратного трубопроводов, чем в системах с естественной циркуляцией, что позволяет экономить на материалах.

Воздушное отопление

Воздушное отопление- это СО, в которой передача теплоты от источника ТС в окружающую среду помещений осуществляется горячим воздухом. В состав воздушной СО входят:

1.·воздухоподогреватели,·внутри·которых·происходит·теплообмен·между·горячим·теплоносителем·и·воздухом,·за·счет·тепла,·выделяющегося·при·сгорании·различных·видов·топлива;·¶

2.·воздуховоды,·подводящие·воздух·в·отапливаемые·помещения;·¶

3.·воздухозаборные·и·воздухоподающие·решетки,·через·которые·воздух·подаётся·в·отапливаемые·помещения·и·забирается·для·подачи·к·воздухоподогревателю;¶

3.·запорно-регулирующая·арматура·(клапаны)·в·воздуховодах.·¶

При расположении воздухоподогревателя непосредственно в отапливаемом помещении воздуховоды, решётки и клапаны могут не устраиваться.

Типы воздушных СО:

1. рециркуляционные системы отопления, в которых весь подаваемый к воздухоподогревателю воздух отбирается из отапливаемого им помещения, и совмещенное с вентиляцией, когда подача воздуха осуществляется частично из отапливаемого помещения, а частично снаружи, причём соотношение объёма рециркуляционного воздуха и объема наружного воздуха варьируется в широком диапазоне.

2. Прямоточные системы отопления совмещенны с вентиляцией, работают только на наружном воздухе. Такие системы применяются, как правило, в жилых зданиях, в которых одним воздухоподогревателем обслуживаются несколько квартир. (в данном случае устройство рециркуляции не требуется, так как оно может так же привести к поступлению воздуха из одной квартиры в другую).

При проектрировании воздушной СО в производственных помещениях, технологический процесс в которых характеризуется присутствием вредных газов или пыли, от рециркуляции отказываются.

Воздух, как теплоноситель, имеет ряд преимуществ по сравнению с водяным:

1. Не требуется установка приборов отопления. Проникающая способность воздуха велика, за счет высокой конвенционной способности осуществляется эффективное отопление помещения.

2. не требуется устройств канализации теплоносителя.

3. воздушная СО имеет уменьшенный расход металла.

Паровое отопление

Паровое отопление отличается от водяных или воздушных СО, тем, что теплоносителем является водяной пар.

Главной особенностью паровых СО является комбинированная отдача тепла рабочим телом, которое снижает свою температуру и конденсируется внутри ПО. Удельная теплота парообразования (конденсации), которая выделяется при этом, составляет около 2200 кДж/кг, в то время как остывание пара на 50 °С дает приблизительно только 150 кДж/кг. [5]

Источниками тепла в таких СО могут быть отопительный паровой котёл, отборы пара из турбины, а так же РОУ, понижающая параметры пара энергетических котлов до безопасных для потребителя.

Отопительными приборами являются радиаторы отопления, конвекторы, оребрённые или гладкие трубы. Образовавшийся в ПО конденсат возвращается к источнику тепла при помощи насосного оборудования (в разомкнутых системах) или самотёком (в замкнутых системах). Давление пара в системе бывает ниже атмосферного или выше атмосферного (до 6 атм). Температура пара не может превышать 130 °С. Регулирование температуры в помещениях производится изменением расхода пара, а, в том случае, когда это не представляется возможным, периодическим прекращением подачи пара. [6]

Преимущества	Недостатки
Небольшие размеры и меньшая стоимость отопительных приборов	Пониженного срока службы трубопроводов в результате интенсивной коррозии
Малая инерционность и быстрый прогрев системы	Невозможности центрального регулирования теплоотдачи отопительных приборов путем изменения температуры теплоносителя
Отсутствие потерь тепла в теплообменниках	Частичного разложения органической пыли на поверхности отопительных приборов, постоянно нагретых до 100° С и более

Электрическое отопление жилых зданий

В электрических СО получение теплоты достигается преобразованием электроэнергии. По способу выработки тепловой энергии электрические Со делятся на со с прямым преобразованием эл. энергии в тепловую и со с выработкой электроэнергии в тепловых насосах.

СО такого типа делятся на местные, когда эл.энергия преобразуется в тепловую энергию непосредственно в обогреваемых помещениях (или в котельных поблизости), и центральные, например, с электрическими котлами.

Системы электрического отопления работают по свободному и вынужденному графику.

Достоинства электрического отопления жилых зданий:

1.Высокие гигиенические показатели;

2.Небольшой расход металла;

3.Простота установки при относительно небольших капитальных вложениях;

4.Мобильность;

5.Автоматическая система регулирования все параметров.

Недостатки электрического отопления жилых зданий:

1.Нерациональное использование топлива;

2.Высокая температура греющих элементов;

3.Повышенная пожарная опасность;

4.Выскокие тарифы на электроэнергию.

2. Проектирование системы отопления

2.1. Алгоритм расчета тепловых потерь через ограждающие конструкции

В зданиях, сооружениях и помещениях с постоянным тепловым режимом для поддержания температуры на заданном уровне сопоставляют теплопотери и теплопоступления в расчетном установившемся режиме, когда возможен наибольший дефицит теплоты.[3]

Тепловая мощность источника ТС $Q_{от}$ для обеспечения необходимого количества теплоты равна:

$$Q_{от} = Q_{вот} - Q_{выд} \qquad (2.1)$$

,где

$Q_{пот}$ и $Q_{выд}$-тепловые потери и выделения соответственно.

Тепловые потери складываются из теплопотерь через ограждающие конструкции $Q_{огр}$, затрат тепла на нагревание наружного воздуха, поступающего через ворота, окна, двери и другие отверстия и щели в стенах и перекрытиях, $Q_{И}$, на нагревание поступающих снаружи материалов, предметов, оборудования и транспорта $Q_{мат}$

Теплозатраты могут также быть при испарении жидкости и других эндотермических технологических процессах $Q_{техн}$.

При подаче воздуха для вентиляции с пониженной температурой по сравнению с температурой помещений $Q_{вент}$, т. е.

$$Q_{пот} = Q_{огр} + Q_{И} + Q_{Мат} + Q_{Техн} + Q_{Вент} \qquad (2.2)$$

Выделяемое в помещениях тепло в общем виде составляются складывается из:

- теплоотдачи теплопроводов и нагревательного технологического оборудования $Q_{об}$,

- теплоотдачи людьми $Q_{Л}$, ,

Теплоотдачи нагретыми материалами и изделиями $Q_{мат}$,

-тепловыделений источниками искусственного освещения и работающим электрическим оборудованием $Q_{эл}$, ,

-теплопоступлений от экзотермических технологических процессов $Q_{\text{техн}}$ и солнечной радиации $Q_{\text{ср.}}$,

Сложив получаем:

$$Q_{\text{выд}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{об}} + Q_{\text{эл}} + Q_{\text{мат}} + Q_{\text{техн}} + Q_{\text{ср}} \quad (2.3)$$

При расчетах также учитывают теплопоступления через стены и перегородки смежных помещений.

Теплопотери через ограждающие конструкции помещений $Q_{ОГР}$, Вт (ккал/ч), складываются из теплопотерь через отдельные ограждения или их части площадью А, м^2,

$$Q_{ОГР} = kA(t_П - t_Н)n(1 + \sum\beta), \quad (2.4)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м^2·К) [ккал/(ч·м^2·°С)], равный

$$k = 1/R_{О.ПР.}, \quad (2.5)$$

$R_{О.ПР.}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, К·м^2/Вт [°С·м^2· ч/ккал]; $t_П$ – температура помещения, °С; при расчетах теплопотерь в условиях конвективного отопления выбирают $t_П = t_В$ приведенной в главах [2] для рабочей или обслуживаемой зоны помещения высотой до 4 м.

Теплопотери через внутренние ограждения (небольшой площади) в прилегающие помещения, имеющие пониженную температуру воздуха, допустимо не учитывать при разности температуры 5°С и менее. Рассчитанные теплопотери в прилегающие помещения вычитаются из теплопотерь этих помещений (если они отапливаются), как теплопоступления.

Площадь наружных и внутренних ограждений при расчете теплопотерь помещений вычисляют (с точностью до 0,1 м^2), соблюдая правила обмера ограждений по планам и разрезам здания. Эти правила учитывают сложность теплопередачи на границах ограждений, предусматривая условное увеличение или уменьшение площадей для соответствия фактическим теплопотерям.

Для определения площади наружных стен (сокращенное обозначение – н.с.) измеряют (с точностью до 0,1 м):

1. По планам – длину стен угловых помещений по внешней поверхности от наружных углов до осей внутренних стен, неугловых помещений – между осями внутренних стен;
2. По разрезам – высоту стен на первом этаже (в зависимости от конструкции пола) от внешней поверхности пола, расположенного непосредственно на

грунте, или от нижнего уровня подготовки под конструкцию пола на лагах, или от нижней поверхности перекрытия над холодным пространством (подпольем, подвалом, проездом) до уровня чистого пола второго этажа; на средних этажах – от поверхности пола одного этажа до поверхности пола вышележащего; на верхнем этаже – от поверхности пола до верха конструкции чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия (в месте пересечения с внутренней поверхностью наружной стены).

Для вычисления площади внутренних стен (в. с) измеряют:

1. По планам – длину стен от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен;
2. По разрезам – высоту стен от поверхности пола до поверхности потолка.

Площадь окон, дверей и ворот определяют по наименьшим размерам строительных проемов.

Площадь потолков и полов над холодным пространством измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружных стен. В этих же пределах вычисляют площадь четырех условных зон полов, расположенных непосредственно на грунте или на лагах, причем при определении общей площади первой зоны участок пола размером 2,0 м, примыкающий к наружному углу, учитывается дважды.

При расчете теплопотерь подвальных помещений за высоту надземной части наружных стен принимают расстояние от поверхности земли до поверхности пола первого этажа. Подземные части наружных стен рассматривают как полы на грунте. Разбивку на зоны (полосы шириной 2,0 м) начинают от уровня земли, продолжают вниз по внутренней поверхности до стыка подземной части стены с полом и далее по поверхности пола (рис. 1). При этом из площади первой зоны исключают для отдельного расчета площадь наружных стен и окон, выходящих в приямки.

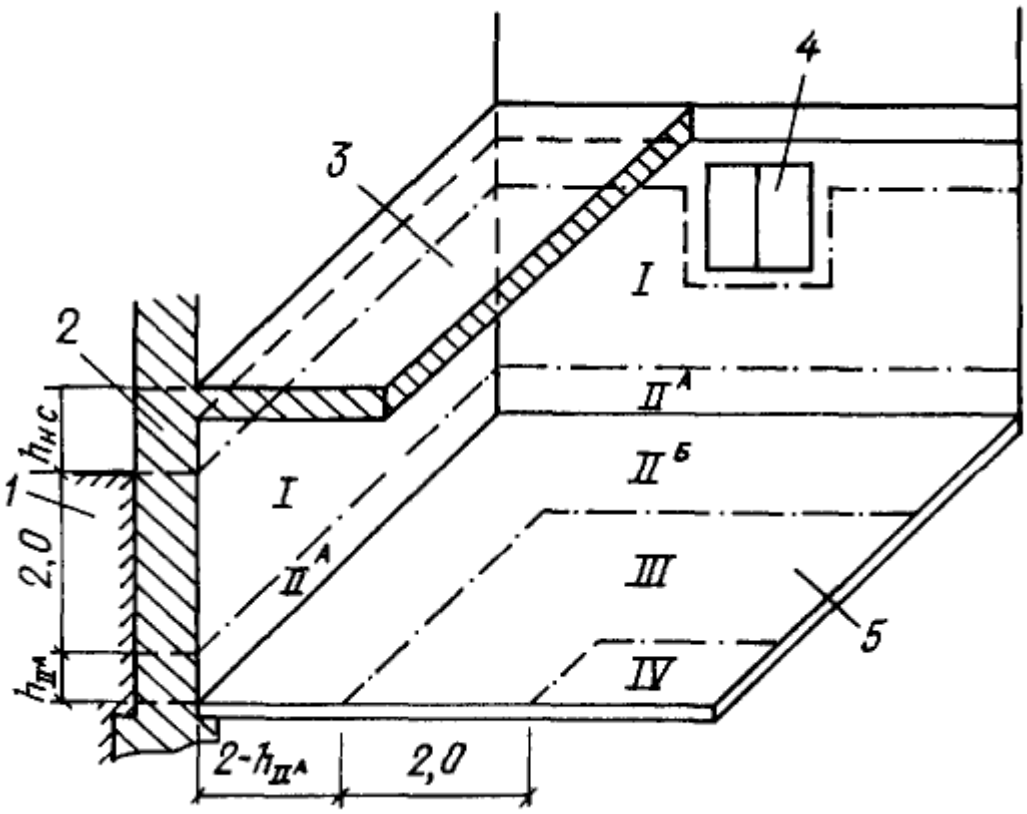

Рис. 1. Разбивка наружных стен и пола углового подвального помещения на I – IV расчетные зоны

1 – земля; 2 – наружная стена; 3 – перекрытие; 4 – окно; 5 – пол;

Коэффициент теплопередачи в каждой зоне определяют по формуле (2.5), принимая за величину $R_{О.ПР.}$ сопротивление теплопередаче [8]:

1. По неутепленного пола на грунте [теплопроводность слоев $\lambda > 1,2$ Вт/(м·К) или 1,0 ккал/(ч·м·°С)] – для полосы, ближайшей к наружным стенам (I зона) $R^{I} = 2,1$ (2,5); для следующей полосы (II зона) $R^{II} = 4,3$ (5,0); для третьей полосы (III зона) $R^{III} = 8,6$ (10,0); для остальной площади пола в глубине помещений (IV зона) $R^{IV} = 14,2$ К·м^2/Вт (16,5°С·м^2 х ч/ккал);
2. утепленного пола на грунте [теплопроводность слоев $\lambda < 1,2$ Вт/(м·К) или 1,0 ккал/(ч·м·°С)] – для каждой из четырех зон $R_{П}$ по формуле

$$R_{П} = R + \sum(\delta_{у.с.}/\lambda_{у.с.}), \quad (2.6)$$

,где

$\delta_{у.с}$ и $\lambda_{у.с.}$ толщина и теплопроводность материала каждого утепляющего слоя,

в) утепленного пола на лагах – для каждой из четырех зон *Rл* по формуле

$R_Л = 1{,}18[R + \sum(\delta_{у.с.}/\lambda_{у.с.})]$,	(2.7)

Добавочные теплопотери [3] через ограждающие конструкции помещений, зданий и сооружений определяют в долях от основных теплопотерь, рассчитанных по формуле (3.4) при $\beta = 0$.

Добавка на ориентацию ограждений по сторонам горизонта - принимают для всех наружных вертикальных и наклонных (в проекции на вертикаль) ограждений, обращенных на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,10, на запад и юго-восток – 0,05 основных теплопотерь через эти ограждения (в типовых проектах – 0,08).

Добавка на поступление холодного воздуха через входы в здания и сооружения, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, – принимают при высоте здания Н, м, в размере: для одинарных дверей 0,22 Н, для двойных дверей с тамбуром между ними 0,27 Н (без тамбура 0,34 Н), при наличии двух тамбуров между тройными дверями 0,2 Н от основных теплопотерь через эти двери. Для наружных ворот – в размере 3,0 при отсутствии тамбура и в размере 1,0 при наличии тамбура. Добавочные теплопотери не учитывают для запасных или летних дверей и ворот (например, для балконных дверей).

Суммарные теплопотери через все ограждения (включая прочие дополнительные теплопотери) высоких помещений увеличивают на 0,02 на каждый 1 м высоты сверх 4 м (общая добавка не должна превышать 0,15). Добавки на высоту для лестничных клеток не делают.

Добавка на проветривание холодного подполья зданий в районах вечной мерзлоты при $t_Н \leq -40°C$ – принимают в размере 0,05 основных теплопотерь через полы помещений на первом этаже зданий.

Теплопотери $Q_И$ на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха в помещение определяют по формуле

$Q_И = (kG_0A_0 + 0{,}7\sum GA)\cdot c\cdot(t_В - t_Н)$,	(2.8)

, где *k* – коэффициент учета нагревания инфильтрующегося воздуха в межстекольном пространстве окон и балконных дверей ($k = 0{,}7$ при тройных

переплетах, 0,8 при раздельных и 1,0 при спаренных переплетах и при одинарных окнах, дверях и воротах); A_0, A – расчетная площадь соответственно окон (и балконных дверей) и других наружных ограждений, м^2); *c* – удельная массовая теплоемкость воздуха [1005 Дж/(кг·К) или 0,24 ккал/(кг°С)]; $t_Н$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления; G_0, G – количество воздуха, поступающего путем инфильтрации через 1 м^2 площади соответственно окон (и балконных дверей) и других наружных ограждений, кг/(см^2) или кг/(ч·м^2).

При расчете мощности отопительной установки в тепловой баланс помещения вводят явные (излучением и конвекцией) тепловыделения людей $Q_Л$, учитывая интенсивность выполненной работы и теплозащитные свойства одежды. Явную теплоотдачу взрослым человеком (мужчиной) $Q_{чел}$, Вт (ккал/ч), определяют по формуле

$Q_{ЧЕЛ} = \beta_Н\beta_{ОД}(2,5 + 10,36(v_в)^{0,5})(35 - t_П)$, $Q_{ЧЕЛ} = \beta_Н\beta_{ОД}(2,16 + 8,87(v_в)^{0,5})(35 - t_П)$,	(2.9)

, где $\beta_Н$ – коэффициент учета интенсивности работы, равный 1,0 для легкой работы, 1,07 для работы средней тяжести и 1,15 для тяжелой работы; $\beta_{ОД}$ – коэффициент учета теплозащитных свойств одежды, равный 1,0 для легкой одежды, 0,65 для обычной одежды и 0,40 для утепленной одежды; $t_П$ и $v_в$ – температура, °С, и скорость движения воздуха в помещении, м/с.

Теплопотери на нагревание поступающих в помещение материалов и тепловыделения людей в расчетах так же не учитываются вследствие малости этих величин.

Расчет коэффициентов теплопередачи через наружные ограждения

Коэффициент теплопередачи определяется по выражению

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^{\infty}\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{нар}}}, \left[\text{К} \cdot \text{м}^2/Вт\right]$$	(2.11)

, где $\alpha_{вн}$ – коэффициент теплоотдачи внутреннего воздуха в помещении к ограждающей конструкции, $\alpha_{нар}$ – коэффициент теплоотдачи от

ограждающей конструкции к наружному воздуху, δ_i и λ_i – толщина и коэффициент теплопроводности каждого слоя ограждающей конструкции.

Теплотехнический расчет световых проемов, а так же выбор их конструкций осуществляется в зависимости от района строительства и назначений помещений, а так же пожелания заказчика.

Характеристики ограждающих конструкций сведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 Характеристики ограждающих конструкций

Наименование материала	Толщина мм	Коэффициент Теплопроводости λ,ВТ/мС^0	R_i , м²·°С/Вт
Бетонные блоки	600	1,75	0,34
пеноплекс	115	0,03	3,8
Кирпичная кладка	700	0,67	0,18
штукатурка	50	0,76	0,06
Цем. песчаный раствор	35	0,7	0,04

2.2.Расчет тепловых потерь

Расчет производим по формулам 2.4 и 2.5 с учетом всех поправок и коэффициентов, влияющих на величину тепловых потерь. Результаты расчета сведены в таблицу 5 Приложение А.

Определение тепловых потерь в кухни:

$$Q_{ОГР} = kA(t_в – t_Н)n(1 + \sum\beta), \quad (2.4)$$

Определяем площадь ограждающих конструкций (графический материал).

$$A = (a \times b) - a_{окн}, м^2;$$

где a - длина ограждающей конструкции;

b - высота ограждающей конструкции;

$f_{окн}$ - площадь светового проема.

$$a_{окн} = a_{окн} \cdot b_{окн}, м^2;$$

где $a_{окн}$ - длина светового проема;

$b_{окн}$ - высота светового проема.

Геометрические размеры световых проемов Приложение Б (Таблица 6).

$$a_{окн} = 1810 \cdot 1850 = 3,4\ м;$$

Определяем тепловые потери через северную стену:

$$A = (4,5 \cdot 3,3) - 3,4 = 11,45, м^2;$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{нар}}}, \left[К \cdot м^2 / Вт \right] \qquad (2.11)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + 1,4 + \frac{1}{23}} = 0,6\left[\text{К} \cdot \text{м}^2 / Вт\right]$$

$$\text{Q}_{\text{огр}} = 0,6 \cdot 11,5 \cdot (22 + 40) \cdot 1 \cdot (1 + 0,1) = 470, Вт;$$

Определяем тепловые потери через западную стену:

$$\text{А} = (5,1 \cdot 3,3) - 3,4 = 13,43, м^2;$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{нар}}}, \left[\text{К} \cdot \text{м}^2 / Вт\right] \qquad (2.11)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + 1,4 + \frac{1}{23}} = 0,6\left[\text{К} \cdot \text{м}^2 / Вт\right]$$

$$\text{Q}_{\text{огр}} = 0,6 \cdot 13,4 \cdot (22 + 40) \cdot 1 \cdot (1 + 0,05) = 548, Вт;$$

Определяем тепловые потери через световые проемы

С северной стороны

$$a_{\text{окн}} = 1810 \cdot 1850 = 3,4 \text{ м};$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + 0,4 + \frac{1}{23}} = 1,7, \left[\text{К} \cdot \text{м}^2 / Вт \right]$$

$$\text{Q}_{\text{окон}} = 1,7 \cdot 3,4 \cdot (22 + 40) \cdot 1 \cdot (1 + 0,1) = 394, Вт;$$

С западной стороны

$$a_{\text{окн}} = 1810 \cdot 1850 = 3,4 \text{ м};$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + 0,4 + \frac{1}{23}} = 1,7, \left[\text{К} \cdot \text{м}^2 / Вт \right]$$

$$\text{Q}_{\text{окон}} = 1,7 \cdot 3,4 \cdot (22 + 40) \cdot 1 \cdot (1 + 0,05) = 376, Вт;$$

Сумарные тепловые потери

$$\text{Q}_{\text{пот}} = \Sigma Q_{огр} + \Sigma Q_{окон}, Вт;$$

$$\text{Q}_{\text{пот}} = (470 + 548) + (394 + 376) = 1788, Вт;$$

Потери с учетом инфильтрации

$$Q_{инф.} = Q_{пот.помещ} \cdot 0,15, Вт;$$

$$Q_{инф.} = 1788 \cdot 0,15 = 268, Вт;$$

$$\sum Q_{кух.} = 1788 + 268 = 2056, Вт.$$

2.3.Определение общих потерь теплоты с учетом инфильтрации

Теплопотери за счет инфильтрации ориентировочно можно принять 15-50% от основных теплопотерь (15% рекомендовано)[8].

$$Q_{инф.} = Q_{пот.помещ} \times 0,15; Вт$$

где $Q_{пот.помещ}$ – количества тепла теряемое помещением, Вт,

Цокольный этаж:

$$Q_{инф.цок.} = 5317,7 \cdot 0,15 = 797,7Вт$$
$$\sum Q_{цок.} = 5317,7 + 797,7 = 6115,3Вт$$

Первый этаж:

$$Q_{инф.пер.} = 10691 \cdot 0,15 = 1604Вт$$
$$\sum Q_{пер.} = 10691 + 1604 = 12295Вт$$

Гараж :

$$Q_{инф.гар.} = 3068 \cdot 0,15 = 460Вт$$
$$\sum Q_{гар.} = 3068 + 460 = 3528Вт$$

Второй этаж:

$$Q_{инф.втор.} = 11357 \cdot 0,15 = 1704Вт$$
$$\sum Q_{втор.} = 11357 + 1704 = 13061Вт$$

Общее:

$$Q_{инф.} = 30434 \cdot 0,15 = 4565Вт$$
$$\sum Q_{общее} = 30434 + 4565 = 34999Вт$$

2.4.Выбор отопительных приборов

Для создания необходимого теплового режима большое значение имеет рациональное размещение нагревательных приборов. Преимущественным является размещение приборов под световыми проёмами у наружных ограждений. Такое расположение способствует повышению температуры в нижней части наружной стены и уменьшает радиационное охлаждение. Потоки тёплого воздуха, поднимающиеся по стене, уменьшают проникновение холодного воздуха в рабочую зону. При установке приборов следует учитывать удобства осмотра, очистки и ремонта. Разрешается устанавливать приборы у наружных стен в нишах; глубина ниши принимается до 130 мм [1].

При размещении приборов под окнами вертикальная ось прибора и окна проёма должны совпадать. В жилых и общественных зданиях и бытовых помещениях промышленных предприятий разрешается смещение осей с целью уменьшения длины подводки. В этом случае стояк размещается на расстоянии (150 ± 50) мм от оконного проёма и подводку делают длиной (380 ± 20) мм; при $d_y = 25$мм длина подводки принимается до 500 мм.В ряде случаев разрешается ограждать приборы декоративными укрытиями. При этом необходимо учитывать возможное уменьшение теплоотдачи приборов. Нагревательные приборы следует размещать по возможности ниже, и приборы должны быть невысокими. При высоких и коротких приборах интенсивная тепловая струя вызывает перегрев верхних зон и перемещение более холодного воздуха в рабочую зону. В высоких помещениях целесообразно использовать более высокие приборы или устанавливать их в два яруса, а иногда и в верхней зоне помещения.

При выборе вида отопительных приборов следует прежде всего учитывать давление в системе, качество теплоносителя, а также состав воздушной среды помещения. Принимают также во внимание назначение

и архитектурно-технологическую планировку здания, особенности теплового режима помещения, длительность пребывания людей.

Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещения. Вертикальные отопительные приборы следует размещать по возможности ближе к полу помещения.

Тепловой поток вертикальных приборов зависит от расположения мест подачи и отвода из них теплоносителя воды. Теплопередача возрастает при подаче теплоносителя воды в верхнюю часть и отводе воды из нижней части прибора.

Для поддержания в отапливаемом помещении расчетной температуры воздуха необходимо, чтобы количество теплоты, отдаваемой отопительными приборами и трубопроводами, равнялось тепловым потерям.

Выбираем Радиатор алюминиевый марки ELegans-500/100 [9] и устанавливаем их в ниши. Характеристики радиатора приведены в таблицу.7.

Таблица.7 Характеристики радиатора

Марка	Теплоотдача секции Ватт	Объем ,л	Размеры секции, мм			
			высота	Межосевое расстояние	глубина	Длина
EL.500	190	0,36	577	500	85	80

Максимальная температура теплоносителя 110^0C.

Рабочее давление 16 атм.

Используем в данном доме 2,4,6,8,12 секционные радиаторы.

На первом этаже здания находиться помещение, предназначенное для зимнего сада (см.чертеж) и его конструкция не подходит для размещения обычных радиаторов. В связи с этим мы устанавливаем в этом помещении устанавливаем внутрипольные конвекторы InFloor FMK [10] с естественной конвекцией. Высотой 140мм, шириной 260 мм, длинной 900 мм, 3 шт..

Конвекторы InFloor FMK состоят из медно-аллюминиевого теплообменника короба и решетки (ролевой или линейной). Теплообменник покрыт черной краской и находиться в коробе. Стандартный короб изготовлен из оцинкованной стали окрашенной грунтовой краской с двух сторон, а с внутренней стороны дополнительно окрашен эпокси-полиэстером. Другим материалом для изготовления короба служит нержавеющая сталь.

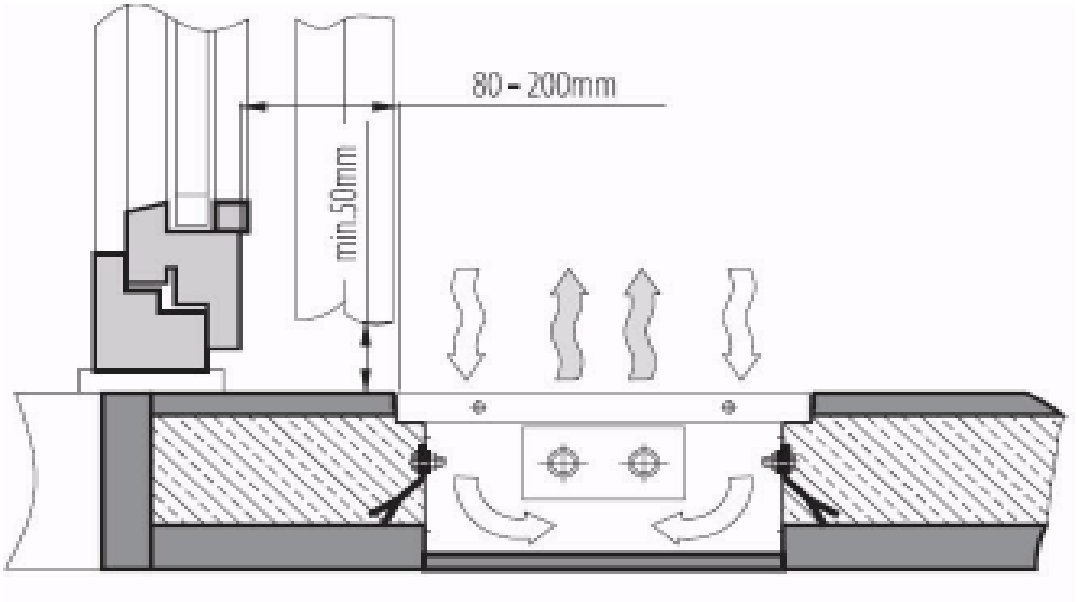

Рисунок.2 Конвектор InFloor FMK

2.5.Расчет и размещение отопительных приборов

Расчет отопительных приборов заключается в расчете количества секций.

$$n = \frac{Q_{пот.помещ}; Вт}{q_{секции}; Вт}; \quad шт,$$

где $Q_{пот.помещ}$ – количества тепла теряемое помещением, Вт,

$q_{сек}$ – количество тепла выделяемое одной секцией (таб.7), Вт,

Цокольный этаж:

$$n = \frac{6115,3}{190} = 32; \quad шт,$$

Первый этаж:

$$n = \frac{12295}{190} = 65; шт \ ,$$

Гараж:

$$n = \frac{3528}{190} = 18; шт \ ,$$

Второй этаж:

$$n = \frac{13061}{190} = 69; шт \ .$$

Схема размещения отопительных приборов представлена в графическом материале.

2.6.Выбор системы отопления

В данном проекте была выбрана закрытая двухтрубная с коллекторно-лучевой развязкой трубопроводов к отопительным приборам, с скрытой прокладкой всех трубопроводов.

Существуют двухтрубные лучевые системы отопления с индивидуальным подсоединением трубопроводами (петлями). В такой системе отопления у каждого отопительного прибора есть подсоединение к распределительному коллектору квартиры. Допускается подсоединение «на сцепке» двух отопительных приборов в пределах одного помещения. Трубопроводы прокладываются в форме петель в конструкции пола или вдоль стен под плинтусами. Система удобна для монтажа, т. к. используются трубопроводы одного диаметра, отсутствуют соединения труб в полу.

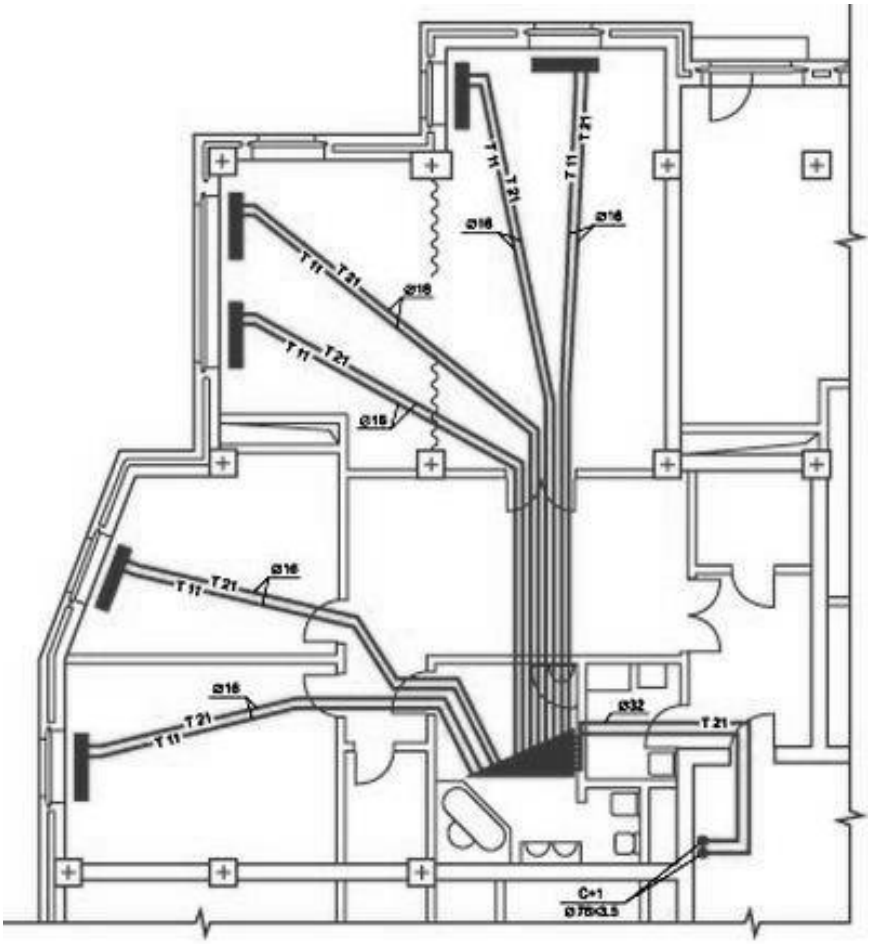

Рисунок.3 Двухтрубная лучевая система

В качестве подводящих труб используем медные трубы. Медные трубы не стареют и не портятся. Со временем они покрываются тонким слоем окисла (патины), который не влияет на их прочность. Благодаря своим замечательным свойствам медные трубы сейчас нашли широчайшее применение. Среди трубопроводов из различных материалов они занимают первое место в Великобритании, США и Скандинавских странах. Они отлично зарекомендовали себя в трубопроводах систем отопления, холодного и горячего водоснабжения, маслопроводах, газопроводах, трубопроводах сжатого воздуха, пара, жидких углеводородов (бензина, солярки и пр.), хладагентов, в холодильных установках и кондиционерах

2.7.Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчёт – один из важнейших разделов проектирования и эксплуатации тепловой сети.

При проектировании в гидравлический расчёт входят следующие задачи:

определение диаметров трубопроводов;

определение падения давления (напора);

определение давлений (напоров) в различных точках сети;

увязка всех точек системы при статическом и динамическом режимах с целью обеспечения допустимых давлений и требуемых напоров в сети и абонентских системах.

В некоторых случаях может быть поставлена также задача определения пропускной способности трубопроводов при известном диаметре и заданной потере давления.

Результаты гидравлического расчёта дают следующий исходный материал:

для определения капиталовложений, расхода металла (труб) и основного объёма работ по сооружению тепловой сети;

установления характеристик циркуляционных и подпиточных насосов и их размещения;

выбора средств авторегулирования системы отопления;

разработки режимов эксплуатации системы отопления.

Для проведения гидравлического расчёта должна быть разработана аксонометрическая схема (графический материал).

Двухтрубная система отопления позволяет ставить комнатные регуляторы, температуру которых будет регулировать сам отопительный агрегат.

Преимущественное применение в городах двухтрубных систем объясняется тем, что эти системы по сравнению с многотрубными требуют меньших начальных вложений и дешевле в эксплуатации.

Недостатком является увеличение протяженности трубопроводов по сравнению с однотрубной схемой.

Гидравлический расчет системы отопления выполняем по удельным линейным потерям давления. В этом методе исходят из принципа выбора диаметра по расходу воды.[13]

Расход воды на отопительный прибор:

$$G = \frac{Q_{т/п}}{C \cdot (t_{под} - t_{обр})}, \text{ кг/ч}$$

где $Q_{т/п}$ – тепловыделение одного прибора;

c – теплоемкость воды;

$t_{под}$, $t_{обр}$ – температурный перепад воды в системе.

Ниже приведены расчеты расхода воды в зависимости от числа секции радиатора

Восемь секций

$$G = \frac{1520 \cdot 3600}{4187 \cdot (95 - 85)} = 130 \text{, кг/ч.}$$

Шесть секций

$$G = \frac{1140 \cdot 3600}{4187 \cdot (95 - 85)} = 98 \text{, кг/ч.}$$

Четыре секций

$$G = \frac{760 \cdot 3600}{4187 \cdot (95 - 85)} = 65 \text{, кг/ч.}$$

Три секций

$$G = \frac{570 \cdot 3600}{4187 \cdot (95 - 85)} = 50 \text{, кг/ч.}$$

Выбор диаметров трубопроводов проводим по таблице Б-2 [15].

Где определяем кроме диаметров трубопровода, так же скорость V м/с, и потери давления с одного метра трубы R Па/м.

Определение потерь давления на участке по формуле [8].

$$\Delta P = R \cdot L + Z; \text{ Па}$$

где R ,Па – потери давления с одного метра трубы,

L,м – длинна участка,

Z , Па – потери давления в местных сопротивлениях .

$$Z = \sum \xi \cdot \rho \cdot V^2 / 2; \text{ Па,}$$

где V,м^2/с – скорость движения воды,

ρ ,кг/м^3 – плотность воды, принимаем в расчете 980 кг/м^3,

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, принимаемых по таблице 6.3 [8].

Длину участков и нумерация определяется по чертежам.

Все расчеты сводятся в таблицу 8 Приложение В.

2.8. Выбор основного и вспомогательного оборудования

2.8.1. Выбор котлоагрегата

Для нагрева воды используемой в системе отопления требуется универсальный котлоагрегат. Мы выбираем котел марки HERCULES U22P [12]. Данная модель котла завоевала огромную популярность по всей Европе и в РФ. HERCULES U22P способен работать в составе отопительных систем как с естественной, так и с принудительной циркуляцией.

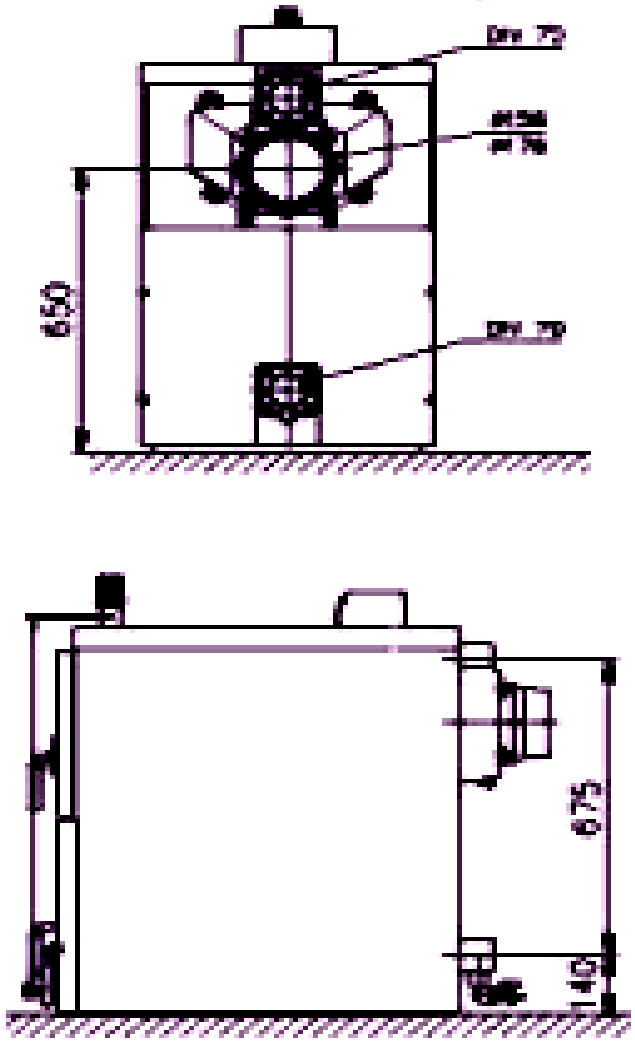

Рисунок.4 HERCULES U22P

Данный тип котла имеет ряд преимуществ:

- длительный срок службы чугунного теплообменника
- широкий диапазон мощностей
- надежность элементов регуляции и безопасности
- низкие требования к уровню тяги в дымоходе
- нетребователен к обслуживанию и уходу
- несложный монтаж оболочки котла при установки в котельной

Технические характеристики:

Мощность котла –34,9 кВт

Отдаваемая тепловая мощность топлива – 39,6 кВт

КПД – 89 %

Давление в камере сгорания – 18Мбар

Максимальная температура в камере сгорания – 240^0C

Масса котла – 342 кг

Длина котла – 1175 мм

Объем водяного пространства – 45,6 л

Диаметр дымохода – 160 мм

2.8.2. Выбор насоса

Выбираем Циркуляционный насос фирмы GRUNDFOS UPS 100 [12].

Преимущества:

Циркуляционные насосы UPS серия 100 фирмы Grundfos являются насосами с электродвигателями, оснащенными мокрым ротором и защищенным статором с компоновкой типа “инлайн”, без сальниковых уплотнений, не требующими технического обслуживания и оборудованными противолежащими соединительными патрубками одинаковых номинальных внутренних диаметров. В зависимости от типоразмера насосы поставляются

как с резьбовыми трубными соединениями, так и с соединительными фланцами для подключения к трубопроводу. Фланцевые насосы оборудуются комбинированными фланцами с размерами PN 6 и PN 10. Насос, электродвигатель и система регулирования производительности образуют единый узел, все элементы которого оптимально подобраны друг к другу.

Оптимальная конструкция насоса и электродвигателя:

- улучшенный КПД;
- экономичный режим эксплуатации.

Клеммная коробка класса защиты IP 44 с легким в обслуживании переключателем ступеней частоты вращения и пружинными зажимами контактов:

- может применяться в условиях влажной окружающей среды;
- регулировку легко выполнять и в затемненных помещениях;
- простое подключение электрооборудования.

Электронное усиление крутящего момента (UPS 25-30):

- надежный повторный пуск даже заблокированного насоса.
- надежный пуск насоса даже при перекачивании жесткой воды с высоким содержанием солей кальция;
- быстрое удаление воздуха из внутренней полости защитного экрана ротора.

Монолитный защитный экран ротора из нержавеющей стали:

- нет необходимости применять уплотнения.

Электродвигатель пригоден для работы насоса в холодной воде (насосы с электродвигателями класса защиты IP 42):

- не нужно специальных исполнений для перекачивания холодной воды.

Патрубки насоса снабжены элементами для соединения с трубопроводом.

Температура рабочей среды

Насосы UPS серия 100, оборудованные электродвигателями класса защиты IP 44, могут применяться при температуре рабочей среды в диапазоне от +2°C до +110°C. По требованию поставляются насосы для работы в диапазоне от -25°C до +95°C. Чтобы избежать образования водяного конденсата, насос должен всегда эксплуатироваться при температуре. Технических характеристик насоса Grundfos приведены в таб.9.

Таблица.9 Технических характеристик насоса Grundfos

Технические данные	
Подача	до 12 $м^3$/ч
Напор	до 8 м
Температура рабочей среды	от -25 °C до +110 °C
Макс. эксплуатационное давление	10 бар
Уровень шума	не более 35 dB(A)
Материалы	
Корпус насоса	Серый чугун GG 20, бронза
Рабочее колесо	Композит PES, армированный стекловолокном
-	Нержавеющая сталь
Вал	Металлокерамика
Подшипниковая обойма	Нержавеющая сталь
Упорный подшипник	Керамика/графит

Радиальный подшипник	Керамика/керамика
Защитный экран статора	Нержавеющая сталь
Щелевое уплотнение	Нержавеющая сталь
Давление, выдерживаемое корпусом насосов	
Насос со штуцерным соединением	10 бар
Насос с фланцевым соединением PN 6/PN 10	10 бар

3. Определение капитальных затрат на систему отопления

Определение капитальных затрат на систему отопления проводиться с целью определения общей стоимости системы отопления. Данный экономический анализ проводиться без учета затрат на монтаж оборудования и проектные работы.

Таблица.10 Определение капитальных затрат на систему отопления

Наименование	Ед.	Цена за ед.	Кол-во.	Цена.руб
Котел газовый ARDERIA ESR 2.30 FFCD 34,9 кВт, coaxial	Шт.	42399	1	54428
Циркуляц. насос GRUNDFOS UPS 40	Шт.	8069	2	16138
Расширительный бак 100 л. (3/4", 6 бар) UNIGB (CT100PB)	Шт	5112	1	5112
Радиатор биметаллический PRIMO 500/80	Шт.	544	188	102272
Конвектор InFloor FMK	Шт.	3600	3	10800
Труба медная отожженная в ПВХ оболочке 15 х 1,0	м.	182	356	64792
Труба медная отожженная в ПВХ оболочке 12 х 1,0	м.	160	252	40320
Труба медная 35 х 2,0	м.	488	35	17080
Клапаны для выпуска воздуха FAR	Упак.	183	1	244
Терморегулирующий вентиль FAR	Упак.	432	4	1728
Прямой регулирующий вентиль FAR	Упак.	329	8	2632

Общая стоимость системы отопления составляет 314100 руб. Что является приемлемым, поскольку стоимость строительства жилого дома составляет несколько миллионов рублей.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

4.1.Формирование плана разработки проекта

В данной работе рассматривается малоэтажный жилой дом с автономной системой теплоснабжении, когда выработка теплоты осуществляется в индивидуальном теплогенераторе для одного здания, наружные тепловые сети отсутствуют. Исходными данными для проектирования системы отопления является техническое задание и планы строительных конструкций жилого здания.

Целью выпускной квалификационной работы является выбор и проектирование системы отопления коттеджа: расчет тепловых потерь, выбор и размещение приборов отопления, гидравлический расчет, выбор основного и вспомогательного оборудования, определение капитальных затрат на систему отопления.

Поэтапный список работ, работающие исполнители, оценка объема трудоемкости отдельных видов работ сведена в таблице 4.1

Таблица 4.1- Перечень работ и оценки времени их выполнения

	Наименование работ	Исполнитель	Продолжительность дней
1	Составление плана работы: -Выбор темы -Сбор информации -Анализ информации	Руководитель, Инженер	2
1	Подготовка исходных данных для разработки проекта	Руководитель, Инженер	1
2	Анализ существующих систем отопления жилых зданий	Инженер	10
3	Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции	Инженер	14
4	Выбор отопительных приборов	Инженер	4
5	Расчёт и размещение приборов отопления	Инженер	4
6	Выбор системы отопления	Инженер	4
7	Гидравлический расчет системы отопления	Инженер	5
8	Выбор основного и вспомогательного оборудования	Инженер	3
9	Определение капитальных затрат на систему отопления	Инженер	2

10	Проверка выполненной работы	Руководитель	1
11	Исправление замечаний	Инженер	10
12	Проверка исправлений и замечаний	Руководитель	1
13	Утверждение ВКР	Руководитель	1
14	Итого		62
		Руководитель	6
		Инженер	59

4.2.Расчет сметы затрат на разработку проекта.

Затраты на проект:

$$К_{ПР} = И_{МАТ} + И_{АМ} + И_{ЗП} + И_{СО} + И_{ПР} + И_{НР} \quad (4.1)$$

где $И_{МАТ}$ - затраты на материал;

$И_{АМ}$ - амортизационные отчисления;

$И_{ЗП}$ - затраты на заработную плату;

$И_{СО}$ - социальные отчисления;

$И_{ПР}$ - прочие затраты;

$И_{НР}$ - накладные расходы

Затраты на материал.

$$И_{МАТ} = 1260 \ \ руб.$$

Таблица 4.2 – Расходы на этапе проектирования на материальные затраты

Наименование	Количество, шт	Цена, руб
Листы формата А4, 1 лист – 0,4 руб.	500	200
Листы формата А3, 1 лист – 1,2 руб.	50	60
Рулонная бумага, 1рулон (20метров)-200 руб	5	1000
итого		1260

Амортизация основных фондов и нематериальных активов.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, нотубук) и печатающее устройство (принтер), данные сведены в таблицу 4.3

Таблица 4.3

Вид техники	Кол-во	Стоимость техники, $Ц_{к.т.}$	Норма амортизации, $Т_{ам}$	Амортизационные отчисления, $И_{ам}$
1. Ноутбук	1	23000	20%	945,21
2. МФУ (принтер,сканнер)	1	15000	20%	2547,95

Амортизационные отчисления:

$$И_{АМ} = \frac{Т_{исп.к.т.}}{Т_{кал.дн.}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{Т_{ам}} \qquad (4.2)$$

где $Т_{ам}$ - срок службы (для компьютера, ноутбука и принтера принимаем $Т_{ам} = 4\ года$;

$Т_{кал.дн.}$ - время использования основных фондов (в днях);

$Т_{исп.к.т.}$ - использование техники в период написания ВКР (в днях).

$$И_{АМ.Ноутбук} = \frac{58}{365} \cdot 23000 \cdot \frac{1}{4} = 914\ \ руб.$$

$$И_{АМ.МФУ.} = \frac{58}{365} \cdot 15000 \cdot \frac{1}{4} = 596 руб.$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$\sum И_{ам.осн.} = И_{АМ.Ноут.} + И_{АМ.МФУ.} \qquad (4.3)$$

$$\sum И_{ам.осн.} = 914 + 596 = 1510\ \ руб.$$

Размер основной заработной платы.

Среднедневная заработная плата:

$$И_{факт.ЗП} = \frac{И_{мес.ЗП}}{Т} \cdot n \quad (4.4)$$

где Т - число рабочих дней в месяце;

n – количество фактических дней.

Исходя из данных производственного календаря:

Зарплата инженера:

$$И^{инж}_{мес.ЗП} = ЗПо \cdot К1 \cdot К2 \quad (4.5)$$

Зарплата руководителя:

$$И^{рук}_{мес.ЗП} = (ЗПо \cdot К1 + Д) \cdot К2 \quad (4.6)$$

где

К2=1,3(30%) – районный коэффицент;

ЗПо=14500 руб. –зарплата инженера;

Д=2200 руб. – доплата за интенсивность труда;

ЗПо=23300 – зарплата руководителя;

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

$$И^{инж}_{мес.ЗП} = 14500 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}3 = 20735 \ \ руб.$$

$$И^{рук}_{мес.ЗП} = (23300 \cdot 1{,}1 + 2200) \cdot 1{,}3 = 36179 \ \ руб.$$

Расчет фактической зарплаты за проведенную работу, принять n согласно таблице 4.1.

- Инженер

$$И_{факт.ЗП} = \frac{20735}{21} \cdot 59 = 58255{,}5 \ \ руб.$$

- Руководитель

$$И_{факт.ЗП} = \frac{36179}{21} \cdot 6 = 10336{,}9 \ \ руб.$$

Социальные отчисления.

Социальные отчисления рассчитываются как 30% от затрат на оплату труда ФЗП:

$$ФЗП = И_{рук.ЗП} + И_{инж.ЗП} = 58255,5 + 10336,9 = 68592,4 \ \ руб. \qquad (4.7)$$

$$И_{СО} = ФЗП \cdot 30\% = 68592,4 \cdot 0,3 = 20577,7 \ \ руб. \qquad (4.8)$$

Прочие затраты.

Прочие затраты это 10% от суммы всех предыдущих затрат:

$$И_{ПР} = 0,1 \cdot (И_{МАТ} + И_{АМ} + И_{ЗП} + И_{СО}) \qquad (4.9)$$

$$И_{ПР} = 0,1 \cdot (1260 + 1510 + 68592,4 + 20577,7) = 9194,01 \ \ руб.$$

Накладные расходы.

При работе на базе НИ ТПУ, в стоимость проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную. Плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200 % от затрат на оплату труда.

$$И_{НР} = 2 \cdot \sum И_{ЗП} = 2 \cdot 68592,4 = 137184,8 \ \ руб. \qquad (4.10)$$

Затраты на проект.

$$К_{ПР} = И_{МАТ} + И_{АМ} + И_{ЗП} + И_{СО} + И_{ПР} + И_{НР}$$

$$К_{ПР} = 1260 + 1510 + 68592,4 + 20577,7 + 9194,01 + 137184,8 = 238318,9 \ \ руб.$$

4.3.Смета затрат на приобретение оборудования

Таблица 4.4

Наименование	Ед.	Цена за ед.	Кол-во.	Цена.руб
Котел газовый ARDERIA ESR 2.30 FFCD 34,9 кВт, coaxial	Шт.	42399	1	54428
Циркуляц. насос GRUNDFOS UPS 40	Шт.	8069	2	16138
Расширительный бак 100 л. (3/4", 6 бар) UNIGB (CT100PB)	Шт	5112	1	5112
Радиатор биметаллический PRIMO 500/80	Шт.	544	188	102272
Конвектор InFloor FMK	Шт.	3600	3	10800
Труба медная отожженная в ПВХ оболочке 15 х 1,0	м.	182	356	64792
Труба медная отожженная в ПВХ оболочке 12 х 1,0	м.	160	252	40320
Труба медная 35 х 2,0	м.	488	35	17080
Клапаны для выпуска воздуха FAR	Упак.	183	1	244
Терморегулирующий вентиль FAR	Упак.	432	4	1728
Прямой регулирующий вентиль FAR	Упак.	329	8	2632

4.4.Анализ выбора котлоагрегата

Экономическая эффективность проекта может быть оценена при сравнении котлов с одинаковой мощностью, работающих на разном виде топлива.

Существуют следующие разновидности котлов по виду топлива:

1. Твердотопливные.
2. Жидкотопливные.
3. Газовые
4. Электрические.
5. Комбинированные.

Твердотопливные котлы работают на дровах, угле, торфяных брикетах, а для некоторых котлов топливом служат различные отходы растительного происхождения. В этом случае наиболее архаичная система отопления становится в авангарде энергоэффективных технологий, когда утилизация отходов и преобразование их в тепловую энергию является одним и тем же процессом. Все виды топлива для такого вида котлов имеют небольшую теплотворность, занимают много места при хранении и опасны в пожарном отношении.

Газовые котлы работают на природном магистральном или сжиженном газе. Представители высоких технологий в линейке газовых агрегатов – настенные конденсационные котлы. Принцип работы основан на использовании тепла водяных паров в дымовых газах, что повышает коэффициент использования топлива свыше 100 %. Конечно, схема отработки тепла конденсации водяного пара и физической теплоты дымовых газов требует усложнения устройства котла и, как следствие, увеличения его стоимости, но эксплуатационная эффективность возрастает на 20-30 %.

Что касается котлов, работающих на сжиженном газе, то для их функционирования требуется получение разрешения на использование системы от одной из лицензированных организаций-поставщиков. Такая компания разработает схему автономной газификации с учётом особенностей вашего участка и дома, установит и подключит всё необходимое оборудование. Это определённые траты, да и сам сжиженный газ дороже природного. Хотя последнее утверждение весьма относительно, поскольку нужен детальный расчёт экономической целесообразности отопления тем или иным газом. Учитываются такие факторы, как удаленность от магистрали и стоимость прокладки местного газопровода, технические условия на подключение и сборы за разрешение на подключение к газопроводу, фактические лимиты потребления и сроки действия всех этих документов. А стоимость сжиженного газа считается просто – для дома порядка 200 кв.м. при мощности котла 20 кВт и пятикубовом объёме газгольдера потребуется 1-2 заправки в год.

Жидкотопливные котлы имеют высокий КПД и не требуют, как газовые, пакета разрешительной документации. Некоторую проблематичность создают необходимость специальной ёмкости для солярки и её периодического подвоза, дополнительного ухода за котлом, запах дизтоплива... Понятно, что такой способ отопления – наименее экологичный из всех. От резервуара с топливом прокладывается магистраль к помещению котельной, причём при определённом удалении бака от котла может потребоваться установка топливного насоса. В остальном же требования такие же, как и для газовых напольных котлов – вентиляция, дымоход и т.д.

В общем, если необходима автономия отопления дома, то жидкотопливные котлы – ваш выбор. Тем более что теплота сгорания дизтоплива в полтора раза выше газа, что несколько снижает номинальную разницу в стоимости. Для полной независимости жидкотопливного отопления потребуется ещё установка автономного источника электропитания для бесперебойной работы горелки, насосов и автоматики котла.

Достоинства электрических котлов отопления – это бесшумность, компактность, экологичность и простота. Монтаж электрокотла, как и газового настенного, заключается в закреплении его на стене, только без повышенных мер пожарной безопасности. Да и дымоход не нужен. Для хорошо утепленного дома площадью до 100 кв.м. теоретически подойдёт однофазный котел 220 В, но в основном нужна трёхфазная сеть 380 В. Оценивая количество кВт, выделенных на участок, стоит подумать о реле разгрузки, которое в основной комплект поставки электрокотлов не входит. Это реле автоматически уменьшает мощность котла при включении в электросеть дома новых энергопотребителей (электрочайника или стиральной машины).

Нагревательные элементы в электрических котлах – тэны или электроды. В котле с тэнами нужно следить за их исправностью, и по истечении срока службы (примерно 12000 часов) заменить на новые. Понятно, что в наших реалиях срок службы тэна и, значит, эффективность котла напрямую зависят от системы водоочистки. Электродные котлы дешевле – нагревательные элементы просто время от времени чистят от накипи.

О высоких и постоянно растущих тарифах на электричество знают все. Поэтому, электрокотлы используют обычно как резервный или дополнительный варианты. Например, при лимитировании мощности газового котла в сильные морозы может потребоваться дополнительный обогрев. Или для экономии электроэнергии дом протапливают с помощью твердотопливного котла, а затем температуру поддерживает электрический – в автоматическом режиме.

Приведем таблицу котлов, работающих на разном виде топлива с одинаковой номинальной мощностью.

Таблица 4.5

Наименование	Топливо	Максимальная мощность, кВт	Цена, руб
Котел газовый ARDERIA ESR 2.30 FFCD 34,9 кВт, coaxial	Газ	34,9	42399
Электрокотел Wespe-Heizung WH.L Complete-U 35	Эл. Энергия	35	117982
Твердотопливный котел Котел "Куппер" ПРО 36	Твердое топливо	36	36000

Местонахождение объекта проектирования располагается на газифицированном участке, что дает нам возможность использовать газовые котлы.

Приведем таблицу стоимости различных видов топлива.

Таблица 4.6

№	Вид топлива	Цена 1 кВт*ч энергии, руб.
1	Дизтопливо	3.49
2	Природный газ	0,53
3	СУГ	1,64
4	Электроэнергия	2,93

Удельная теплота сгорания дизтоплива — 42 мДж/кг; или, с учетом плотности 40 мДж/л; учитывая КПД котла на солярке (89%), получим, что при сжигании 1 л образуется 35,6 мДж энергии, или в более привычных единицах 9,9 кВт •ч. Стоимость 1 л солярки — 34 руб. 57 коп. Стоимость 1кВт •ч энергии— 3 руб. 49 коп.

Состав магистрального природного газа зависит от месторождения или состава смеси газов различных месторождений. Среднее значение низшей теплоты сгорания природного газа $Q_н$ = 31–40 мДж/м^3. Удельная теплота сгорания метана — 34 мДж/ м^3, с учетом КПД газового котла (92%) имеем 31,3 мДж/ м^3, или 8,7 кВт •ч. Стоимость 1 м^3 природного газа для частника — 4 руб. 62 коп. Стоимость 1 кВт •ч энергии — 53 коп.

Удельная теплота сгорания пропанистой смеси — 103 мДж/ $м^3$, или, с учетом плотности 46 мДж/л, учитывая КПД газового котла, получим, что при сжигании 1 л образуется 42,3 мДж энергии, или в более привычных единицах— 11,8 кВт •ч. Стоимость 1 л СУГ — 17 руб. 25 коп. Стоимость 1 кВт •ч энергии 1 руб. 64 коп.

Проанализировав полученные нами данные в ходе исследования цен на разные виды топлива, мы можем сделать объективный вывод, что наиболее эффективно будет использовать котел, работающий на природном газе и использовать СУГ в качестве резервного топлива, на случай непредвиденного отключения газоснабжения.

Заключение

В процессе выполнения работы была спроектирована система отопления для обеспечения благоприятного микроклимата в жилом доме.

Установлено 34 алюминиевых радиатора и два конвектора, которые обеспечивают оптимальные параметры воздуха, а также комфортные условия пребывания людей в помещении в холодное время года. Выбрана наилучшая система отопления для данного здания.

Проведён гидравлический расчёт системы отопления, в котором определены потери на трение R и потери от местного сопротивления Z. Суммарные потери составили 126,8 кПа, что приемлемо для спроектированной системы. Подобрано вспомогательное оборудование отопительной системы. Проведен экономический анализ системы, затраты на которую составили 314100 руб., что является приемлемым для частных домов.

Результаты данной работы могут быть использованы при разработки рабочего проекта системы отопления.

Список литературы

1. СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы, 2000. – 31с.
2. СНиП 2.04.05-91 Отопление, Вентиляция и Кондиционирование, 2000.– 81 с.
3. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника, 1998.– 49 с.
4. Стомахина Г. И., Бобровицкий И. И., Малявина Е. Г. и др. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие.– М.: Пантори, 2003.– 308 с.
5. Голубков Б. Н. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция: учебное пособие/ Б. Н. Голубков, Б. И. Пятачков, Т. М. Романова.–М.: Энергоиздат, 1982.– 231 с.
6. Богословский В. Н., Крупнов Б. А., Сканави А. Н. и др. Внутренние санитарно-технические устройства: Справочное издание: в 3 ч. Ч 1: Отопление/ И. Г. Староверов. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
7. Тиатор И. Отопительные системы/Перевод с немецкого Т. Н. Зазаевой, под. ред. Н. Д. Маловой.–М.: Техносфера Евроклимат, 2006.–272 с.
8. СП 40-108-2004 Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий из медных труб, 2005. – 20 с.
9. Каталог - Продукция ТЕРМОРОС (Elegance INDUSTRIE, JAGA, FAR, Lamborghini, BAXI), 2007. – 184 с.
10. Каталог - Напольные, настенные конвекторы "Элегант", 2007. – 10с.
11. Руководство Grunfos: Системы отопления частных домов.: 2008.– 86 с.