

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
Выбор и проектирование автономной системы отопления частного дома в г. Томске

УДК 697.3-042.65:728.3.001.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б2	Воронцов Роман 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
	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Василевский М.В	К.Т.Н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Общекультурные (универсальные) компетенции
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач.
P3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни, непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	Профессиональные компетенции
P7	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности в широком (в том числе междисциплинарном) контексте в комплексной инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	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 экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить комплексные научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением базовых и специальных знаний и современных методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности
P12	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 экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	Специальные профессиональные
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического

	обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	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 соблюдение технологической дисциплины
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, 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.

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б2	Воронцов Роман Сергеевич

Тема работы:

Выбор и проектирование автономной системы отопления частного дома в г. Томске

Утверждена приказом директора (дата, номер) № 3565/с от 22.05.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы: 10.06.2017 г.

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 дома в г. Томске.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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 работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Анализ существующих систем отопления 2. Проектирование системы отопления частного дома. 3. Тепловой баланс помещения 4. Выбор и размещение отопительных приборов 5. Выбор основного и вспомогательного оборудования 6. Выбор трубопроводов 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Кузьмина Н.Г., ст. преп. каф. менеджмента</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гусельников М.Э., доцент каф. ЭБЖ</p>
<p></p>	<p></p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p></p>	
<p></p>	
<p></p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>14.02.2017 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>3-5Б2Б2</p>	<p>Воронцов Роман Сергеевич</p>	<p></p>	<p></p>

Реферат

Выпускная квалификационная работа 122 с., 12 рисунков, 6 таблиц, 13 источников литературы, 5 приложений, 2 л. графического материала.

Ключевые слова: теплоснабжение, система отопления, тепловые потери, гидравлический расчет, насос, котел.

Объектом исследования и проектирования является отопительная системы частного дома , расположенного в г. Томске по ул. Басандайская, 2/13.

Цель работы – выбор и проектирование автономной системы отопления частного дома в г. Томске.

В процессе работы был произведен анализ существующих систем отопления жилых зданий, была выбрана оптимальная системы отопления для данного дома. На основе гидравлического расчета и расчета тепловых потерь дома, было подобрано основное и вспомогательное оборудование системы отопления и теплового узла, был произведен расчет стоимости спроектированной системы отопления.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016, графическая часть – Компас-3D V16 и AutoCAD 2016.

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 не герметичности 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 окружающей 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

Оглавление	
Введение.....	11
Обзор литературы.....	12
Объект и методы исследования.....	13
1 Анализ существующих систем отопления.....	14
1.1 Способы теплоснабжения.....	14
1.2 Классификация систем отопления жилых зданий.....	18
1.3 Выбор оптимальной системы отопления для жилого дома.....	24
2 Проектирование системы отопления частного дома.....	27
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	27
2.2 Определение сопротивления теплопередаче наружных стен ниже уровня земли (цокольный этаж и гараж).....	30
2.3 Определение сопротивления теплопередачи наружной стены выше уровня земли.....	32
2.4 Определение сопротивления теплопередачи половы на грунте.....	33
2.5 Определение сопротивления теплопередачи окон.....	34
2.6 Определение сопротивления теплопередачи наружной стены гаража.....	35
2.7 Определение сопротивления теплопередачи чердачного перекрытия.....	35
3 Тепловой баланс помещения.....	37
3.1 Расчет потерь теплоты через наружные ограждения.....	38
3.2 Определение общих потерь теплоты с учетом инфильтрации и теплопоступлений в помещение.....	41
3.3 Пример расчёта общих потерь тепла для тренажерного зала.....	43
4 Выбор и размещение отопительных приборов.....	45
4.1 Классификация и выбор отопительных приборов.....	49
4.2 Расчет отопительных приборов.....	58
4.3 Гидравлический расчет системы отопления.....	60
5 Выбор основного и вспомогательного оборудования.....	67
5.1 Выбор циркуляционного насоса.....	67
5.2 Выбор отопительного котла.....	70

5.3 Расчет расширительного бака.....	73
6 Выбор трубопроводов.....	77
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	81
8 Социальная ответственность.....	94
Введение.....	94
8.1 Производственная безопасность.....	95
8.2 Повышенная температура рабочей зоны.....	96
8.3 Освещение.....	97
8.4 Недостаточная вентиляция.....	98
8.5 Пожароопасность.....	100
8.6 Взрывоопасность.....	102
8.7 Экологическая безопасность.....	104
8.8 Безопасность при ЧС.....	105
8.9 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	108
Заключение.....	113
Приложение А.....	114
Приложение Б.....	117
Приложение В.....	118
Приложение Г.....	119
Список используемых источников.....	120

Введение

Система отопления жилых и производственных зданий предназначены для создания благоприятных условий для жизнедеятельности людей, особенно в суровых климатических условиях. Подавляющая часть территории Российской Федерации расположена именно в таких зонах. Поэтому вопросом проектирования и эксплуатации систем отопления в РФ уделяется особое внимание.

В настоящее время значительное повышение требований к уровню теплозащиты зданий при проектировании конструкций наружных ограждений зданий различного назначения обусловило широкое применение эффективных утеплителей из минваты и пенопласта, а использование конструкций из обыкновенного кирпича становится нецелесообразным, т. к. приводит чрезмерно большой толщине ограждения, а, следовательно, к удорожанию стоимости конструкций. Т. о. рационально использовать ограждения со сверхлегким утеплителем, расположенным снаружи или внутри стен.

Теплотехнический расчет проводится для всех наружных ограждений для холодного периода года с учетом района строительства, условий эксплуатации, назначения здания, санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям и помещению.

Целью данной работы являются выбор и проектирование автономной системы отопления частного дома, расположенного в городе Томске по улице Басандайской, дом 2/13.

Исходными данными в работе являлись техническое задание на проектирование, строительные здание, а также ряд стандартов и строительных норм и правил, перечень которых приведен в списке литературы.

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 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.

Таблица 1 - природно-климатические условия местности

Город и влажностные условия эксплуатации ограждений зданий (А, Б) (по СНиП II-3-79*)	Расчетная температура наружного воздуха (по СНиП 23-01-99) $t_{нв}, ^\circ\text{C}$	Продолжительность и средняя температура воздуха отопительного периода, (по СНиП 23-01-99)		
		$z_{нт}, \text{сут}$	$t_{нт}, ^\circ\text{C}$	
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 2017 и Компас 3D 2017, а также текстовый редактор Microsoft Office 2016

1 Анализ существующих систем отопления

1.1 Способы теплоснабжения

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.

В настоящее время на долю горячего водоснабжения жилых, культурно-бытовых и промышленных зданий в различных зонах страны приходится 20 – 40 % от общего расхода тепловой энергии, а в районах нового строительства – более 40 %.

Система горячего водоснабжения состоит из источника приготовления горячей воды, трубопроводов, по которым вода от источника поступает к водоразборным приборам потребителей, и приспособлений для регулирования параметров, и контроля расхода теплоносителя. Системы отличаются большим разнообразием, поэтому их классификация производится по многим признакам.

По месту расположения источника системы горячего водоснабжения различаются на децентрализованные, централизованные и автономные.

Децентрализованные системы обеспечивают горячей водой от местных источников, размещенных в непосредственной близости от водоразборных приборов. К децентрализованного теплоснабжения следует отнести как поквартирные системы отопления и горячего водоснабжения, так и домовые, включая многоэтажные здания с крышной или пристроенной автономной котельной. Использование децентрализации позволяет лучше адаптировать систему теплоснабжения к условиям потребления теплоты конкретного, обслуживаемого ею объекта, а отсутствие внешних распределительных сетей

практически исключает непроизводительные потери теплоты при транспорте теплоносителя.

При децентрализации возможно достичь не только снижения капитальных вложений за счет отсутствия тепловых сетей, но и переложить расходы на стоимость жилья (т. е. на потребителя). Именно этот фактор в последнее время и обусловил повышенный интерес к децентрализованным системам теплоснабжения для объектов нового строительства жилья.

В централизованных системах горячая вода поступает к большой группе потребителей из внешних тепловых сетей от ТЭЦ и районных котельных или от собственных котельных. На промышленных предприятиях горячее водоснабжение может быть организовано от различных установок по использованию вторичных энергоресурсов. Центральное горячее водоснабжение от внешних водяных тепловых сетей бывает двух видов: с непосредственным водоразбором в открытых системах теплоснабжения и с нагревом местной водопроводной воды в подогревателях в закрытых системах теплоснабжения. Централизованное горячее водоснабжение от внешних паровых тепловых сетей также может быть двух видов: с нагревом водопроводной воды в пароводяных подогревателях и смешением водопроводной воды с паром.

Автономное теплоснабжение производится от автономного источника теплоснабжения (АИТ) или индивидуального теплогенератора квартирных систем отопления.

Повышенный интерес к автономным источникам теплоты (и системам) в последние годы в значительной степени обусловлен финансовым состоянием в стране, т. к. строительство централизованной системы теплоснабжения требует от инвестора значительных единовременных капитальных вложений в источник, тепловые сети и внутренние системы здания, причем с неопределенным сроком окупаемости или практически на безвозвратной основе. Организация автономного теплоснабжения позволяет осуществить

реконструкцию объектов в городских районах старой и плотной застройки при отсутствии свободных мощностей в централизованных системах.

Системы централизованного теплоснабжения могут быть открытыми или закрытыми. В первом случае для горячего водоснабжения используется теплофикационная вода. В закрытых системах присоединения систем осуществляются через теплообменник. Система отопления жилого здания присоединяется к централизованной системе теплоснабжения по одной из следующих схем:

- 1) через водоструйный элеватор;
- 2) с помощью подмешивающего насоса;
- 3) через теплообменник.

Внедрение систем отопления с автоматическим регулированием теплоотдачи нагревательных приборов с помощью термостатов привело к отказу от присоединения систем отопления с помощью водоструйных элеваторов, так как последние нормально работают лишь при постоянном расходе воды в системе.

До недавнего времени наиболее популярной была схема присоединения систем отопления жилых зданий через центральные тепловые пункты (ЦТП), где в теплообменниках приготавливалась вода вторичного теплоснабжения, к которому присоединялись узлы управления секционных систем отопления жилого здания. ЦТП обслуживал группу жилых и общественных зданий.

В последнее время получило распространение подсоединение жилых зданий к системе централизованного теплоснабжения через индивидуальные тепловые пункты (ИТП). Это обусловлено появлением на наших рынках нового полностью автоматизированного малогабаритного оборудования, а также необходимостью учета теплопотребления.

В ИТП вода на нужды отопления и горячего водоснабжения приготавливается в пластинчатых теплообменниках, установленных непосредственно в здании.

В системах теплоснабжения, как правило, используется качественное регулирование теплоносителя, то есть поддержание постоянства расхода и изменения температур подающей и обратной воды по температурному графику.

При этом системы центрального теплоснабжения от ТЭЦ в крупных городах в некоторых случаях стали нецелесообразными: большая протяженность сетей приводит к значительным потерям теплоты, увеличению расходов на транспортировку теплоносителя, запаздываниям по температурному графику (теплоноситель доходит к потребителю через несколько часов после приготовления, а за это время может значительно измениться температура наружного воздуха).

При проектировании новых магистралей следует также учитывать, что в некоторых случаях прокладка теплосети с устройством прокола под транспортной магистралью может стоить дороже строительства индивидуальной котельной.

В последнее время все чаще строят индивидуальные крышные котельные с легким малошумным полностью автоматизированным экологичным оборудованием.

Проектирование тепловых пунктов для жилых зданий и встроенно-пристроенных помещений жилых зданий должно вестись в соответствии со Сводом правил по проектированию и строительству СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов» [1].

Устройство ИТП обязательно для каждого здания независимо от наличия ЦТП. При этом в ИТП предусматриваются только те функции, которые необходимы для присоединения систем потребления теплоты данного здания (встроенно-пристроенного помещения) и не предусмотрены в ЦТП.

Для жилых зданий необходимость устройства ЦТП определяется конкретными условиями теплоснабжения района строительства на основании технико-экономических расчетов.

Тепловые пункты по размещению подразделяются на отдельно стоящие, пристроенные к зданиям и сооружениям и встроенные в здания.

1.2 Классификация систем отопления жилых зданий

Системы отопления жилых зданий должны обеспечивать равномерное поддержание расчетных температур отапливаемых помещений в течение всего отопительного периода, а также: При выборе системы отопления, вида и параметров теплоносителя, а также типов отопительных приборов, нужно брать в расчет тепловую инерцию ограждающих конструкций, а также характер и назначение зданий и сооружений. Для отопления малоэтажных зданий в настоящее время применяют водяное, электрическое и воздушное отопление.

Наиболее совершенно печное электрическое отопление, характеризующаяся рядом достоинств, в том числе удобством регулирования тепловой нагрузки, отсутствием громоздких отопительных приборов высокой гигиеничностью.

Единственно, что не решает электрическое отопление - его дороговизна. Стоимость единицы отпущенного тепла при электрическом отоплении в несколько раз выше, чем при выработке тепла в печах или котлах.

Наибольшее распространение получили водяные и воздушные системы отопления.

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 электроэнергии. 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 воздухопадающие решетки, через которые воздух подается в отапливаемые помещения и забирается для подачи к воздухоподогревателю.
4. 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 объёма наружного воздуха варьируется в широком диапазоне.

2. Прямоточные системы отопления совмещены 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 проектировании 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.

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.Высокие тарифы на электроэнергию.

Наиболее часто для отопления жилых зданий применяются водяные системы отопления, которые различаются по ряду признаков [1]:

1) по схеме:

двухтрубные вертикальные и горизонтальные,

однотрубные вертикальные,

однотрубные горизонтальные,

однотрубные П и Т-образные;

2) по источнику:

центральные системы, присоединяемые к тепловым сетям от внешних питающих источников и от индивидуальных автономных источников теплоснабжения, в том числе от крышных котельных,

квартирные системы (теплогенератор на одну квартиру);

3) по расположению магистралей:

с верхней разводкой подающей магистрали и нижней разводкой обратной магистрали, с нижней разводкой, подающей и обратной магистралей,

опрокинутая система (нижняя разводка подающей и верхняя прокладка обратной магистралей);

4) по направлению движения воды в подающих и обратных магистралях:

тупиковые системы, системы с попутным движением воды;

5) по побуждению циркуляции воды в системе:

гравитационные системы (естественная циркуляция воды),

системы с искусственной циркуляцией (насос или водоструйный элеватор);

б) по схеме регулирования теплоотдачи нагревательных приборов:

с индивидуальным регулированием по воде,

с индивидуальным регулированием по воздуху,

с автоматическим регулированием.

Если система отопления устроена таким образом, что каждый нагревательный прибор, установленный в помещении, состоит из двух равных частей «а» и «б» (рис. 1), в которых теплоноситель движется в

противоположных направлениях и последовательно проходит сначала через все части «а», а затем через все части «б», то система носит название бифилярной.

Преимущество такой системы в том, что все приборы имеют постоянный температурный напор и частично выполняют функции разводящих магистралей. Эту систему можно рекомендовать для одноэтажных зданий с естественной циркуляцией и для квартирных систем отопления [1].

Для центрального отопления с искусственной циркуляцией воды рекомендуется двухтрубная система отопления с нижней разводкой магистралей с автоматическим регулированием теплоотдачи приборов.

Однотрубные системы с автоматическим регулированием теплоотдачи приборов малоэффективны, так как даже при полном перекрытии термостатами подачи теплоносителя во все приборы остаточная циркуляция теплоносителя в системе составляет до 70% от расчетной.

Опыт эксплуатации однотрубных систем показал, что при плохом теплоснабжении и при попытках повышения комфортности помещений путем установки дополнительной поверхности приборов снижается теплоотдача нагревательных приборов в следующих по направлению движения теплоносителя помещениях, в результате чего система отопления может быть полностью разрегулирована.

Однотрубные системы обладают одним бесспорным преимуществом – они гидравлически устойчивы, поэтому их следует рекомендовать в гравитационных системах малоэтажных зданий.

Горизонтальные однотрубные системы можно рекомендовать для применения в малоэтажных зданиях с насосным побуждением циркуляции теплоносителя.

Преимуществом тупиковых систем отопления жилых зданий является их меньшая, по сравнению с другими системами, металлоемкость; преимуществом попутных систем – одинаковая протяженность циркуляционных колец, одинаковая предварительная настройка терморегуляторов [1].

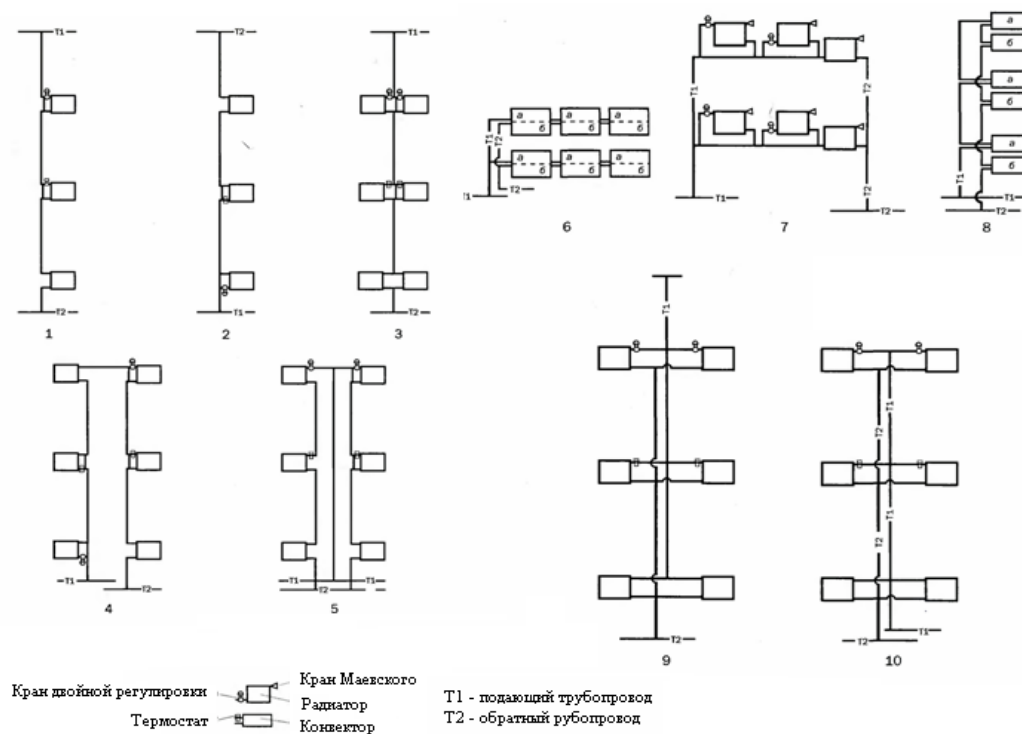


Рисунок 1 - Стояки систем водяного отопления [1]

1,3 – стояки вертикальной однотрубной системы с верхней разводкой с односторонним и двусторонним присоединением приборов; 2 – стояк вертикальной однотрубной системы с опрокинутой циркуляцией; 4, 5 – П- и Т-образные стояки вертикальной однотрубной системы с нижней разводкой; 6, 8 – стояки вертикальной и горизонтальной бифилярной системы; 7 – стояк горизонтальной однотрубной системы; 9, 10 – стояки двухтрубной системы с верхней и нижней разводкой.

1.3 Выбор оптимальной системы отопления для жилого дома

Системы отопления (СО) – это совокупность технических элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи во все обогреваемые помещения количества теплоты, необходимого для поддержания температуры на заданном уровне. Системы отопления подразделяются на местные и центральные. В данном случае применяется центральная система отопления.

Центральными называют системы, предназначенные для отопления многих помещений из одного теплового центра. Тепловой центр может обслуживать

одно обогреваемое сооружение или группу сооружений (в этом случае систему отопления именуют районной).

Существуют различные виды систем отопления:

- 1) Низкотемпературные (с температурой теплоносителя менее 100 °С);
- 2) Высокотемпературные (с температурой теплоносителя более 100 °С).

Так как температурный график 95/70 °С, выбираем низкотемпературную систему отопления.

Теплоперенос в системах отопления осуществляется теплоносителем – жидкой средой (вода) или газообразной (пар, воздух, газ). В зависимости от вида теплоносителя системы отопления подразделяют на водяные, паровые, воздушные и газовые.

При водяном теплоснабжении распространено водо-водяное и водо-воздушное отопление.

Водяная система отопления получила наибольшее распространение, как наиболее гигиеничная, совершенная в эксплуатации и регулируемая в широких пределах в зависимости от температуры наружного воздуха.

Центральные системы водяного отопления устраивают с естественной циркуляцией теплоносителя или с механическим побуждением циркуляции насосами. Системы парового отопления подразделяют на системы низкого давления при начальном избыточном давлении пара 0,005 ÷ 0,02 МПа, повышенного давления 0,02 ÷ 0,07 МПа и высокого давления – выше 0,07 МПа.

Тепловой режим в зданиях и помещениях в холодное время года может быть постоянным и переменным в зависимости от их назначения.

В системах водяного отопления применяют, как правило, механическое побуждение циркуляции теплоносителя (естественную циркуляцию используют при технико-экономическом обосновании) – насосы.

Для того чтобы определить, необходимо ли применение насосов, выполняется гидравлический расчет.

Высоту систем водяного отопления ограничивают исходя из допустимого гидростатического давления в элементах систем водяного отопления.

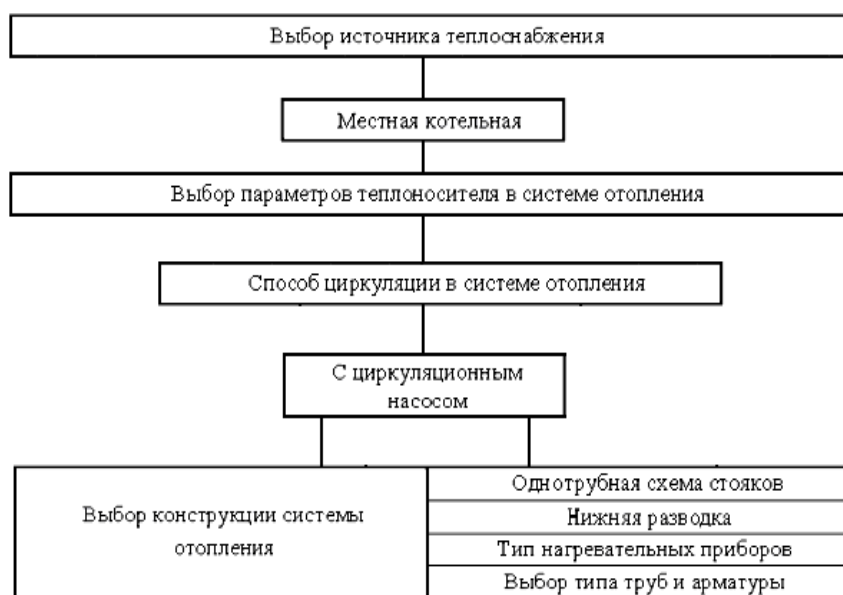


Рисунок 2 - Последовательность выбора конструкции системы водяного отопления [2].

Расчетная тепловая мощность центральной системы отопления превышает суммарную тепловую мощность отопительных установок во всех обслуживаемых помещениях Q_{30} :

$$Q_o = kQ_{30}, \quad (2.1)$$

где k – повышающий коэффициент для учета:

- 1) попутной теплопередачи через стенки теплопроводов, проложенных в неотапливаемых помещениях (не более $0,03Q_{30}$);
- 2) дополнительной теплопередачи в помещения, связанной с увеличением площади (по сравнению с расчетной) принимаемых к установке отопительных приборов (см. коэффициент β_1 [3]);
- 3) дополнительных тепловых потерь, связанных с размещением отопительных приборов у наружных ограждений (см. коэффициент β_2 [3]).

Повышающий коэффициент в выражении (2.1) должен быть не более 1,07.

2 Проектирование системы отопления частного дома

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяется по формуле

$$R_{o(1)}^{mp} = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e}, \quad (3.1)$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по [3];

t_e – расчётная температура внутреннего воздуха, °С;

t_n – расчетная температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 [2];

Δt^n – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающих конструкций, °С [3];

α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С) [3].

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций из условия энергосбережения $R_{o(2)}^{mp}$, (м²·°С)/Вт, следует принимать по [3] в зависимости от типа здания и численного значения градусо-суток отопительного периода ($ГСОП$), которое определяется по формуле:

$$ГСОП = (t_e - t_{on})n_o, \quad (3.2)$$

где t_b – то же, что и в формуле (3.1);

$t_{оп}$, n_o – средняя температура, °С и продолжительность, сут., отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$ [3].

В качестве расчетного значения сопротивления теплопередаче R_o принимаем большее из определенных $R_{o(1)}^{mp}$ и $R_{o(2)}^{mp}$.

Расчетное значение сопротивления теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, многослойной ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_g} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3.3)$$

где R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$, определяемое для многослойной конструкции как сумма термических сопротивлений отдельных слоёв:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n ;$$

где α_g – тоже, что и в формуле (2.4)

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по [4].

Термическое сопротивление R_i , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$, каждого слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной, определяется по формуле:

$$R_i = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.4)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчётный коэффициент теплопроводности отдельных слоев материала, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$ [4].

Подставляя в формулу (3) большее значение из определённых R_o^{mp} для данной ограждающей конструкции, находим толщину слоя утеплителя:

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \left(R_o - \left(\frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right) \quad (3.5)$$

После определения δ_{ym} вычисляется фактическое сопротивление теплопередаче ограждения R_o^{ϕ} , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$.

Для расчёта трансмиссионных потерь теплоты удобно пользоваться величиной, обратной R_o^{ϕ} , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$, т.е. коэффициентом теплопередачи:

$$K = \frac{1}{R_o^{\phi}}, \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \quad (3.6)$$

Таблица 2 - Материалы, использованные при строительстве

Вид ограждения	Номера слоев	Материал слоя	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*°C)
Наружная стена ниже уровня земли	1	Ж/б плита ($\delta=0,4$ м)	1,69
	2	Маты минераловатные прошивные (утеплитель) ($\delta=0,2$ м)	0,064
	3	Воздушная прослойка ($\delta=0,05$ м)	6,25
	4	Листы гипсовые обшивочные ($\delta=0,05$ м)	0,19
Наружная стена выше земли	1	Кирпичная кладка ($\delta=0,45$) из керамического кирпича плотностью 1400кг/м ³ на цементно-песчаном растворе.	0,58
	2	Маты минерал ватные легкие (утеплитель) ($\delta=0,125$)	0,045
	3	Воздушная прослойка ($\delta=0,05$ м)	6,25
	4	Листы гипсовые обшивочные ($\delta=0,015$ м)	0,19
Полы на грунте	1	Ж/б плита без пустот ($\delta=0,3$ м)	1,69
	2	Пенополистерол (утеплитель) ($\delta=0,25$ м)	0,05
	3	Воздушная прослойка ($\delta=0,02$ м)	6,25
	4	Доска деревянная (сосна поперек волокон) ($\delta=0,04$ м)	0,29
Наружная стена гаража	1	Кирпичная кладка ($\delta=0,25$) из керамического кирпича плотностью 1400кг/м ³ на цементно-песчаном растворе.	0,58
	2	Маты минерал ватные легкие (утеплитель) ($\delta=0,1$)	0,045
	3	Кирпичная кладка ($\delta=0,125$) из керамического кирпича плотностью 1400кг/м ³ на цементно-песчаном растворе.	0,58
	4	Сухая штукатурка ($\delta=0,01$ м)	0,19
Чердачное перекрытие	1	Воздухоизоляционный слой в 3 слоя рубероида ($\delta=0,02$ м)	0,17
	2	Выравнивающий слой цементно-песчаного раствора ($\delta=0,02$ м)	0,76
	3	Пенополистерол (утеплитель) ($\delta=0,165$ м)	0,05
	4	Пароизоляционный слой битума ($\delta=0,01$ м)	0,27
	5	Ж/б плита без пустот ($\delta=0,2$ м)	1,69

2.2 Определение сопротивления теплопередаче наружных стен ниже уровня земли (цокольный этаж и гараж).

Требуемое сопротивление теплопередаче исходя из санитарно-гигиенических условий:

$$t_{в} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}; t_{н} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}; n = 1; \Delta t^{н} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C} [4]; \alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

$$R_{сз}^{mp} = \frac{(t_{в} - t_{н}) \cdot n}{\Delta t^{н} \cdot \alpha_{в}}.$$

$$R_{сз}^{mp} = \frac{(20 - (-40)) \cdot 1}{4 \cdot 8,7} = 1,72 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт},$$

$$ГСОП = (20 - (-8,8)) \cdot 234 = 6739,2 \text{ (}^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}).$$

Используя метод интерполяции, определяем приведённое сопротивление теплопередаче $R_{эн}^{mp}$, пользуясь таблицей 3:

Таблица 3 - Сопротивление теплопередачи по условию энергосбережения [3]

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее $R_{сз}^{mp}$, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами и	перекрытий чердачных, над холодными и подпольями и подвалами и	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,30	0,30
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,60	0,40
	8000	4,2	6,2	5,5	0,70	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,50
	12000	5,6	8,2	7,3	0,80	0,55
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,30	0,30
	4000	2,4	3,2	2,7	0,40	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,50	0,40
	8000	3,6	4,8	4,1	0,60	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,70	0,50
	12000	4,8	6,4	5,5	0,80	0,55

$$R_{эн}^{mp} = \frac{(4,2-3,5)}{(8000-6000)} \cdot (6739,2-6000) + 3,5 = 3,76 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Так как $1,72 < 3,76$ принимаем к дальнейшим расчетам $R_o^{mp} = 3,76 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$

Суммарное сопротивление наружной стены R_o^{mp} , определяется как сумма термических сопротивлений слоёв и сопротивлений теплоотдаче внутренней $R_в$ и наружной $R_н$ поверхностей по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_н}$$

где $\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, равный $\alpha_н = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ [4],

$\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{\delta_{к}}{\lambda_{к}} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_{к}}{\lambda_{к}} + \frac{\delta_{у}}{\lambda_{у}}$$

Определяем толщину слоя утеплителя:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_н} + \frac{\delta_{жб}}{\lambda_{жб}} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + R_{возд} + \frac{\delta_{zunc}}{\lambda_{zunc}} + \frac{1}{\alpha_в},$$

$$3,76 = \frac{1}{23} + \frac{0,40}{1,69} + \frac{\delta_{ym}}{0,064} + 0,16 + \frac{0,05}{0,19} + \frac{1}{8,7},$$

$$\delta_{ym} = 0,188 = 188 \text{ мм.}$$

В соответствии с сортаментом выпускаемых минераловатных плит принимаем $\delta_{ym} = 200 \text{ мм}$, толщина наружной стены тогда будет составлять 600 мм.

$$R_o^\phi = \frac{1}{23} + \frac{0,40}{1,69} + \frac{0,20}{0,064} + 0,16 + \frac{0,05}{0,19} + \frac{1}{8,7} = 3,94 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Проверяем условие $R_o^\phi \geq R_o$. Условие выполняется: $3,94 > 3,76$.

Рассчитаем коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции.

$$K = \frac{1}{R_o^\phi}, K = \frac{1}{3,94} = 0,25 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

2.3 Определение сопротивления теплопередачи наружной стены выше уровня земли

Требуемое сопротивление теплопередаче исходя из санитарно-гигиенических условий:

$$t_{в} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}; t_{н} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}; n = 1; \Delta t^{н} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C} [4]; \alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

$$R_{сз}^{mp} = \frac{(20 - (-40)) \cdot 1}{4 \cdot 8,7} = 1,72 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}/\text{Вт},$$

$$ГСОП = (20 - (-8,8)) \cdot 234 = 6739,2 \text{ (}^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}).$$

Используя метод интерполяции, определяем приведённое сопротивление теплопередаче $R_{эн}^{mp}$, пользуясь таблицей 3.

$$R_{эн}^{mp} = \frac{(4,2 - 3,5)}{(8000 - 6000)} \cdot (6739,2 - 6000) + 3,5 = 3,76 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}.$$

Так как $1,72 < 3,76$ принимаем к дальнейшим расчетам $R_o^{mp} = 3,76 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$.

Определяем толщину слоя утеплителя:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{н}} + \frac{\delta_{к}}{\lambda_{к}} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + R_{возд} + \frac{\delta_{зunc}}{\lambda_{зunc}} + \frac{1}{\alpha_{вн}},$$

$$3,76 = \frac{1}{23} + \frac{0,45}{0,58} + \frac{\delta_{ym}}{0,045} + 0,16 + \frac{0,015}{0,19} + \frac{1}{8,7},$$

$$\delta_{ym} = 0,116 = 116 \text{ мм}.$$

В соответствии с сортаментом выпускаемых минераловатных плит принимаем $\delta_{ym} = 125 \text{ мм}$, толщина наружной стены тогда будет составлять 640 мм.

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{23} + \frac{0,45}{0,58} + \frac{0,125}{0,045} + 0,16 + \frac{0,015}{0,19} + \frac{1}{8,7} = 3,95 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}.$$

Проверяем условие $R_o^{\phi} \geq R_o$. Условие выполняется: $3,95 > 3,76$.

Рассчитаем коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции.

$$K = \frac{1}{3,95} = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

2.4 Определение сопротивления теплопередачи полов на грунте

Сопротивление теплопередаче для утепленных полов на грунте [6] следует определять по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая $R_h, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, равным

$$R_h = R_c + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i},$$

где R_c – термическое сопротивление неутепленных полов на грунте (по зонам)

2,1 – для I зоны;

4,3 – для II зоны;

8,6 – для III зоны;

14,2 – для IV зоны (для оставшейся площади пола).

Требуемое сопротивление теплопередаче исходя из санитарно-гигиенических условий:

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °C}; t_{\text{н}} = -40 \text{ °C}; n = 1; \Delta t^n = 4 \text{ °C} [4]; \alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

$$R_{\text{сз}}^{\text{мп}} = \frac{(20 - (-40)) \cdot 1}{3 \cdot 8,7} = 2,30 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт},$$

$$G_{\text{СОП}} = (20 - (-8,8)) \cdot 234 = 6739,2 \text{ (°C} \cdot \text{сут)}.$$

Используя метод интерполяции, определяем приведённое сопротивление теплопередаче $R_{\text{эн}}^{\text{мп}}$, пользуясь таблицей 3.

$$R_{\text{эн}}^{\text{мп}} = \frac{(6,2 - 5,2)}{(8000 - 6000)} \cdot (6739,2 - 6000) + 5,2 = 5,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Так как $2,30 < 5,57$ принимаем к дальнейшим расчетам $R_o^{\text{мп}} = 5,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Определяем толщину слоя утеплителя:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \frac{\delta_{\text{жб}}}{\lambda_{\text{жб}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + R_{\text{возд}} + \frac{\delta_{\text{деп}}}{\lambda_{\text{деп}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}},$$

$$5,57 = \frac{1}{23} + \frac{0,3}{1,69} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,05} + 0,16 + \frac{0,04}{0,29} + \frac{1}{8,7},$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,247 = 247 \text{ мм}.$$

В соответствии с сортаментом выпускаемых пенополистирольных плит принимаем $\delta_{ym} = 250$ мм, толщина наружной стены тогда будет составлять 560 мм.

$$R_o^\phi = \frac{1}{23} + \frac{0,3}{1,69} + \frac{0,25}{0,05} + 0,16 + \frac{0,04}{0,29} + \frac{1}{8,7} = 5,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Проверяем условие $R_o^\phi \geq R_o$. Условие выполняется: $5,63 > 5,57$.

Рассчитаем коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции.

$$K = \frac{1}{5,63} = 0,18 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

2.5 Определение сопротивления теплопередачи окон

Теплотехнический расчет заполнений световых проемов, а также выбор их конструкций осуществляется в зависимости от района строительства и назначений помещений.

Требуемое термическое общее сопротивление теплопередаче R_o^{mp} , для световых проемов определяется согласно [4] в зависимости от величины ГСОП. Затем по [4] и значению R_o^{mp} , выбирается конструкция светового проема с приведенным сопротивлением теплопередаче R_o^ϕ при условии $R_o^\phi \geq R_o$.

$$ГСОП = 6739,2 \text{ (°C} \cdot \text{сут),}$$

$$R_{zn}^{mp} = \frac{(0,7 - 0,6)}{(8000 - 6000)} \cdot (6739,2 - 6000) + 0,6 = 0,64 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт [4].}$$

Принимаем двухкамерный стеклопакет в отдельных деревянных или ПВХ переплетах из обычного стекла с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_o = 0,68 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$

$$\text{Коэффициент теплопередачи остекления } K = \frac{1}{0,68} = 1,47 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

2.6 Определение сопротивления теплопередачи наружной стены гаража

Требуемое сопротивление теплопередаче исходя из санитарно-гигиенических условий:

$$t_{в} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}; t_{н} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}; n = 1; \Delta t^n = 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C} [4]; \alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

$$R_{сз}^{mp} = \frac{(14 - (-40)) \cdot 1}{4,5 \cdot 8,7} = 1,38 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт},$$

$$ГСОП = (14 - (-8,8)) \cdot 234 = 5335,2 \text{ (}^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}).$$

Используя метод интерполяции, определяем приведённое сопротивление теплопередаче $R_{эн}^{mp}$, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, пользуясь таблицей 3.

$$R_{эн}^{mp} = \frac{(3,0 - 2,4)}{(6000 - 4000)} \cdot (5335,2 - 4000) + 2,4 = 2,80 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

Так как $1,38 < 2,80$ принимаем к дальнейшим расчетам $R_o^{mp} = 2,80 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}$.

Определяем толщину слоя утеплителя:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{н}} + \frac{\delta_{к}}{\lambda_{к}} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_{к}}{\lambda_{к}} + \frac{\delta_{um}}{\lambda_{um}} + \frac{1}{\alpha_{вн}},$$
$$2,80 = \frac{1}{23} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{\delta_{ym}}{0,045} + \frac{0,125}{0,58} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{1}{8,7},$$

$$\delta_{ym} = 0,087 = 87 \text{ мм}.$$

В соответствии с сортаментом выпускаемых минераловатных плит принимаем $\delta_{ym} = 100 \text{ мм}$, толщина наружной стены тогда будет составлять 485 мм.

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{23} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,125}{0,58} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{1}{8,7} = 3,08 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

Проверяем условие $R_o^{\phi} \geq R_o$. Условие выполняется: $3,08 > 2,80$.

Рассчитаем коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции.

$$K = \frac{1}{3,08} = 0,32 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

2.7 Определение сопротивления теплопередачи чердачного перекрытия

Требуемое сопротивление теплопередаче:

$$t_{в} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}; t_{н} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}; n = 1; \Delta t^n = 4 \text{ }^{\circ}\text{C} [4]; \alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

$$R_{c2}^{mp} = \frac{(20 - (-40)) \cdot 1}{4 \cdot 8,7} = 1,72 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт},$$

$$ГСОП = (20 - (-8,8)) \cdot 234 = 6739,2 \text{ (°C} \cdot \text{сут)}.$$

Используя метод интерполяции, определяем приведённое сопротивление теплопередаче $R_{эн}^{mp}$, пользуясь таблицей 3.

$$R_{эн}^{mp} = \frac{(4,2 - 3,5)}{(8000 - 6000)} \cdot (6739,2 - 6000) + 3,5 = 3,76 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/В}.$$

Так как $1,72 < 3,76$ принимаем к дальнейшим расчетам $R_o^{mp} = 3,76 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/В}.$

Определяем толщину слоя утеплителя:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_k}{\lambda_k} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + R_{возд} + \frac{\delta_{зунс}}{\lambda_{зунс}} + \frac{1}{\alpha_{вн}},$$

$$3,76 = \frac{1}{23} + \frac{0,2}{1,69} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{\delta_{ym}}{0,05} + \frac{0,02}{0,76} + 0,17 + \frac{1}{8,7},$$

$$\delta_{ym} = 0,162 = 162 \text{ мм}.$$

Принимаем $\delta_{ym} = 165$ мм, толщина наружной стены тогда будет составлять 412 мм.

$$R_o^\phi = \frac{1}{23} + \frac{0,2}{1,69} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,165}{0,05} + \frac{0,02}{0,76} + 0,17 + \frac{1}{8,7} = 3,81 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Проверяем условие $R_o^\phi \geq R_o$. Условие выполняется: $3,81 > 3,76$.

Рассчитаем коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции.

$$K = \frac{1}{3,81} = 0,26 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

3 Тепловой баланс помещения

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

Тепловая мощность отопительной установки помещения Q_o для компенсации дефицита теплоты равна [3]:

$$Q_o = Q_{ном} - Q_{выд}, \quad (3.7)$$

где $Q_{ном}$ и $Q_{выд}$ – теплотери и тепловыделения в помещении в заданный момент времени.

Теплотери в помещениях в общем виде слагаются из теплотерь через ограждающие конструкции $Q_{огр}$, теплотрат на нагревание наружного воздуха, поступающего через открываемые ворота, двери и другие проемы и щели в ограждениях, Q_u , а также на нагревание поступающих снаружи материалов, оборудования и транспорта $Q_{мат}$. Теплотраты могут также быть при испарении жидкости и других эндотермических технологических процессах $Q_{тех}$ при подаче воздуха для вентиляции с пониженной температурой по сравнению с температурой помещений $Q_{вент}$, т. е.

$$Q_{ном} = Q_{огр} + Q_u + Q_{мат} + Q_{тех} + Q_{вент}, \quad (3.8)$$

Тепловыделения в помещениях в общем виде составляются из теплоотдачи людьми Q_l , теплопроводов и нагревательного технологического оборудования $Q_{об}$, тепловыделений источниками искусственного освещения и работающим электрическим оборудованием $Q_{эл}$, нагретыми материалами и изделиями $Q_{мат}$, теплоступлений от экзотермических технологических процессов $Q_{тех}$ и солнечной радиации $Q_{с.р.}$, т. е.

$$Q_{выд} = Q_l + Q_{об} + Q_{эл} + Q_{мат} + Q_{тех} + Q_{с.р.} \quad (3.9)$$

Принимаются во внимание также теплоступления через ограждающие конструкции из смежных помещений [3].

Тепловой баланс для выявления дефицита или избытка теплоты составляют по явной теплоте (вызывающей изменение температуры воздуха помещения), принимая во внимание в течение расчетного промежутка времени максимальные теплотери (с учетом коэффициента обеспеченности) [3] и минимальные устойчивые тепловыделения. При составлении теплового баланса не учитывают выделения скрытой теплоты при конденсации водяного пара воздуха на внутренней поверхности наружных ограждений. Это относится к помещениям бань, прачечных, душевых павильонов.

3.1 Расчет потерь теплоты через наружные ограждения

Трансмиссионные потери теплоты через наружные ограждения, то есть потери теплоты за счет теплопередачи, определяют отдельно для каждого ограждения рассчитываемого помещения [6].

Основные и добавочные потери теплоты следует определять, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции Q с округлением до 10Вт для помещений по формуле

$$Q = \frac{F \cdot (t_{\text{вн}} - t_o^p) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n}{R} = F \cdot (t_{\text{вн}} - t_o^p) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K, \text{ Вт}, \quad (3.10)$$

где F – расчетная площадь ограждающей конструкции, м^2 ;

R – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Сопротивление теплопередаче конструкции следует определять по [4] (кроме полов на грунте); для полов на грунте – в соответствии с [6], принимая $R = R_c$, для неутепленных полов и $R = R_n$ для утепленных;

$t_{\text{вн}}$ – расчетная температура воздуха, °C , в помещении с учетом повышения ее в зависимости от высоты для помещений высотой более 4 м;

- t_o^p – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения – при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения;
- β – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь [6];
- n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по [4].

Добавочные потери теплоты β через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь:

1) в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад – в размере 0,05; в угловых помещениях дополнительно – по 0,05 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад и 0,1 – в других случаях;

2) в помещениях, разрабатываемых для типового проектирования, через стены, двери и окна, обращенные на любую из сторон света, в размере 0,08 при одной наружной стене и 0,13 для угловых помещений (кроме жилых), а во всех жилых помещениях – 0,13;

3) через необогреваемые полы первого этажа над холодными подпольями зданий в местностях с расчетной температурой наружного воздуха минус 40 °С и ниже – в размере 0,05;

4) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере:

0,2 H – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27 H – для двойных дверей с тамбурами между ними;

0,34 H – для двойных дверей без тамбура;

0,22 H – для одинарных дверей;

5) через наружные ворота, не оборудованные воздушными и воздушно-тепловыми завесами, – в размере 3 при отсутствии тамбура и в размере 1 – при наличии тамбура у ворот.

Размер поверхностей принимают следующими:

1) высота стен первого этажа принимается при наличии пола, расположенного на грунте – между уровнями полов 1 и 2 этажей;

2) пола на лагах – от нижнего уровня подготовки пола 1 этажа до уровня пола 2 этажа;

3) при наличии неотапливаемого подвала – от уровня нижней поверхности конструкции пола 1 этажа до уровня пола 2 этажа;

4) высота стен промежуточного этажа – между уровнями полов данного и вышележащего этажей;

5) высота стен верхнего этажа – от уровня пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия;

6) длина наружных стен (по внешнему периметру здания) в угловых помещениях – от линии пересечения наружных поверхностей стен до осей внутренних стен;

7) в неугловых помещениях – между осями внутренних стен; длина внутренних стен – от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между ними (осями);

8) длина и ширина потолков и полов над подвалами и подпольями – между осями внутренних стен и от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен [4].

Теплопотери через полы на грунте считаются по зонам. Зона – полоса шириной 2 м параллельная наружной стене. Всего 4 зоны. Зоны нумеруются от наружной стены. Угловые участки первой зоны считаются дважды. Теплопотери через подземную часть наружной стены считаются как полы, по зонам шириной 2 м с отчетом от поверхности земли. В этом случае полы рассматриваются как продолжение стен.

Вычисления занесены в таблицу «Расчет потерь теплоты через наружные ограждения» (Приложение А).

В соответствии с расчетами (Приложение А) потери теплоты через ограждающие конструкции составляют 24 кВт.

3.2 Определение общих потерь теплоты с учетом инфильтрации и теплопоступлений в помещение

Потери теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха нужно определять, учитывая два вида поступлений воздуха в помещении [3].

Потери через неплотности в наружных ограждениях в результате действия теплового и ветрового давления:

$$Q_{инфл} = 0,28 \cdot c \cdot \sum G_i \cdot (t_{вн} - t_n) \cdot k, \quad (3.11)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная $c = 1$ кДж/(м²·°С);

$t_{вн}$ и t_n – расчетные температуры воздуха, соответственно в помещении (средняя с учетом повышения для помещений высотой более 4 м) и наружного воздуха в холодный период года, °С;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 – для окон с двойным остеклением, 1,0 – для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

G_i – количество инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции [6], кг/ч.

Расход инфильтрующегося воздуха в помещении G_i через неплотности наружных ограждений следует определять по формуле

$$G_i = \frac{0,216 \cdot \sum F_1 \cdot \Delta\rho_1^{0,67}}{R_u} + \sum F_2 \cdot G_n \cdot \frac{\Delta\rho_i^{0,67}}{\Delta\rho_1} + 3456 \cdot \sum F_3 \cdot \Delta\rho_i^{0,5} + 0,5 \cdot \sum l \cdot G_n \cdot \frac{\Delta\rho_i}{\Delta\rho_1}, \quad (3.12)$$

где G_n – нормативная воздухопроницаемость, $G_n = 6$ кг/(м²·ч) [4];

F_1 и F_2 – площади наружных ограждающих конструкций, м², соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений;

F_3 – площадь щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях;

$\Delta p_i, \Delta p_l$ – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при $\Delta p_l = 10$ Па;

R_u – сопротивление воздухопроницанию, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{кг}$ [4];

l – длина стыков стеновых панелей, м.

Расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции Δp_i , Па, принимается после определения условно-постоянного давления воздуха в здании p_{int} , Па (отождествляется с давлениями на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций), на основе равенства расхода воздуха, поступающего в здание ΣG_i , кг/ч, и удаляемого из него ΣG_{ext} , кг/ч, за счет теплового и ветрового давлений и дисбаланса расходов между подаваемым и удаляемым воздухом системами вентиляции с искусственным побуждением и расходуемого на технологические нужды.

Расчетная разность давлений Δp_i , определяется по формуле

$$\Delta p_i = (H - h_i) \cdot (\gamma_i - \gamma_p) + 0,5 \cdot p_i \cdot v^2 \cdot (c_{e,n} - c_{e,p}) k_l - p_{int}, \quad (3.13)$$

где H – высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты;

h_i – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей;

γ_i, γ_p – удельный вес, Н/м, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{(273 + t)}$$

p_i – плотность наружного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

v – скорость ветра. Расход инфильтрующегося воздуха следует определять, принимая скорость ветра [6];

$c_{e,n}$, $c_{e,p}$ – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений;

k_l – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты;

p_{int} – условно-постоянное давление воздуха в здании, Па.

В данном случае расчет расхода инфильтрующегося воздуха можно упростить и принять, что

$$G_i = G_n \cdot \sum F, \text{кз/ч},$$

где $\sum F$ – расчетная площадь окон и балконных дверей, м².

Потери теплоты в результате дисбаланса между величинами воздухообмена по притоку и вытяжки

$$Q_{инф2} = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho_{вн} \cdot c \cdot (t_{вн} - t_n) \cdot k, \quad (3.14)$$

где $\rho_{вн}$ – плотность внутреннего воздуха, в нашем случае $\rho_{вн} = 1,2$ кг/м³;

L_n – расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; для жилых зданий – удельный нормативный расход 3 м³/ч на 1 м² жилых помещений ($L = 3F_{nl}$), м³/ч.

В качестве расчётной принимаем большую из этих величин.

3.3 Пример расчёта общих потерь тепла для тренажерного зала

Принимаем температуру внутри тренажерного зала 18 °С.

Площадь поверхности пола вычисляем по внутренним стенам помещения:

$$F_{nl} = 4,88 \cdot 7,34 = 35,81 \text{ м}^2,$$

$$L = 3 \cdot F_{nl} = 3 \cdot 35,81 = 107,43 \text{ м}^3.$$

$$t_{вн} - t_n = 18 - (-40) = 58 \text{ °С}.$$

$$\sum F = 3,345 \text{ м}^2.$$

Вычисляем потери по обеим формулам и принимаем большее значение:

$$Q_{инф1} = 0,28 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 16,315 \cdot 45 \cdot 0,8 = 986,73 \text{ Вт},$$

$$Q_{инф2} = 0,28 \cdot 147,06 \cdot 1,2 \cdot 45 \cdot 0,8 = 1778,83 \text{ Вт}.$$

В качестве расчётной принимаем $Q_{инф2} = 1778,83 \text{ Вт}$.

Общие потери теплоты помещения определяются по формуле:

$$Q_{ном} = Q_{осн} + Q_{инф2} - Q_{быт},$$

$$Q_{ном} = 10F_{пл} = 10 \cdot 49,02 = 490,2 \text{ Вт},$$

$$Q_{ном} = 2723 + 1778,83 - 490,2 = 4015,15 \text{ Вт}.$$

Расчеты остальных помещений сводятся в таблицу (Приложение Б).

Общие тепловые потери (тепловой дефицит) составляют 34,4 кВт.

4 Выбор и размещение отопительных приборов

При разработке системы отопления руководствуемся требованиями третьей главы СНиП II.04.05-91* «Отопление вентиляция и кондиционирование» [6].

Тепловой узел размещают в подвале центральной части зданий.

Рассмотрим принципиальную схему системы водяного отопления с естественной циркуляцией теплоносителя.

Принципиальная схема системы водяного отопления с естественной циркуляцией теплоносителя показана на *рис. 3*, . Вода от котла к приборам теплообменника и обратно движется под действием гидростатического напора, возникающего благодаря различной плотности охлажденной и нагретой жидкости (теплоносителя). Какая же сила заставляет воду циркулировать в системе, т. е. двигаться по трубам из котла в нагревательные приборы и обратно в котел? Эта сила возникает при нагревании воды в котле и охлаждении ее в нагревательных приборах. Вода, нагретая в котле 1, как более легкая, поднимается по главному подающему стояку 2 вверх. Из стояка она поступает в разводящие магистральные трубопроводы 3, а из них через подающие стояки 4 — в нагревательные приборы. Здесь вода остывает и поэтому становится более тяжелой. Например, плотность воды при 40° С составляет 992,24 кг/м³, при 70°С - 977,8 кг/м³, при 95° С - 961,9 кг/м³. Охлажденная вода через обратные стояки 5 и обратную линию 6 опускается вниз и своим весом вытесняет нагретую воду из котла вверх - в главный подающий стояк.

Описанный процесс непрерывно повторяется и в результате происходит постоянная циркуляция. Сила циркуляции, или, как принято говорить, циркуляционное давление, зависит от разности весов столба горячей и столба охлажденной (обратной) воды, следовательно, она зависит от разности температур горячей и обратной воды. Кроме того, циркуляционное давление обуславливается еще высотой расположения нагревательного прибора над котлом: чем выше расположен прибор, тем больше для него циркуляционное

давление. Количество тепла, отдаваемого помещению нагревательными приборами, зависит от количества поступающей в прибор воды и ее температуры. В свою очередь, количество воды, которое может быть пропущено через трубопровод к прибору, зависит от циркуляционного давления, заставляющего воду двигаться по трубе. Чем больше циркуляционное давление, тем меньше может быть диаметр трубы для пропуска определенного количества воды и, наоборот, чем меньше циркуляционное давление, тем больше должен быть диаметр трубы. Но для нормального действия системы отопления требуется еще одно условие: чтобы циркуляционное давление было достаточным для преодоления всех сопротивлений, которые встречает движущаяся в этой системе вода. Известно, что вода при своем движении в системе отопления встречает сопротивления, вызываемые трением воды о стенки труб, а кроме них, еще и местные сопротивления, к которым относятся отводы, тройники, крестовины, краны, нагревательные приборы и котлы.

Сопротивление вследствие трения зависит от диаметра и длины трубопровода, а также от скорости движения воды (если скорость увеличится в два раза, то сопротивление - в четыре раза, т. е. в квадратичной зависимости). Чем меньше диаметр и больше длина трубопровода и чем выше скорость воды, тем больше сопротивление создается на пути воды, и наоборот.

Перечислим недостатки систем отопления с естественной циркуляцией воды:

- *сокращен радиус действия* (до 30 м по горизонтали) из-за небольшого циркуляционного давления;
- *повышена стоимость* (до 5—7% стоимости здания) в связи с применением труб большого диаметра;
- *увеличены расход металла и затраты труда* на монтаж системы;
- *замедлено включение системы в действие,*

повышена опасность замерзания воды в трубах, проложенных в неотапливаемых помещениях.

Вместе с тем, отметим преимущества системы с естественной циркуляцией воды, определяющие в отдельных случаях ее выбор:

- *относительная простота устройства и эксплуатации;*
- *независимость действия* от снабжения электрической энергией;
- *отсутствие насоса*, а соответственно, шума и вибраций;
- *сравнительная долговечность* (при правильной эксплуатации система может действовать 35-40 лет и более без капитального ремонта);
- *саморегулирование*, обуславливающее ровную температуру помещений. В системе при изменении температуры и плотности воды изменяется и расход вследствие возрастания или уменьшения естественного циркуляционного давления. Одновременное изменение температуры и расхода воды обеспечивает теплопередачу приборов, необходимую для поддержания заданной температуры помещений, т. е. придает системе тепловую устойчивость.

Однотрубные системы водяного отопления не имеют обратных стояков, и вода, охлажденная в нагревательных приборах, возвращается в подающие стояки. В однотрубных системах в нижние нагревательные приборы поступает смесь горячей воды и воды, охлажденной в верхних приборах. Так как температура этой смеси ниже температуры воды в приборах верхних этажей, то поверхность нагрева нижних приборов должна быть несколько увеличена.

В однотрубных системах вода циркулирует в нагревательных приборах и стояках, которые их питают, вследствие разности температур воды в тех и других. Однотрубные системы отопления могут выполняться только с верхней разводкой, поэтому их применяют в зданиях, где имеются чердаки и где можно располагать подающие магистрали в верхних этажах. Поэтажный пуск данных систем в действие невозможен, и в этом их недостаток.

Однако по сравнению с двухтрубными системами *отопления* однотрубные проще в монтаже и, кроме того, имеют более красивый внешний вид.

Достоинство их в том, что на устройство однотрубной системы требуется меньше труб, чем на устройство двухтрубной. Все эти положительные особенности однотрубных систем весьма существенны и вполне оправдывают их широкое применение. На основе выше изложенного сравнив, достоинства и недостатки систем выберем однотрубную систему водяного отопления с верхней разводкой.

В однотрубной системе нет разделения трубопроводов на подающий и обратный. Вода распределяется в кольцевом контуре, т.е. отопительные приборы подсоединены последовательно. При этом для отопительных приборов должен быть предусмотрен обводной участок, т.е. они должны быть оборудованы специальным регулирующим вентилем. Температура воды при этом уменьшается от прибора к прибору. Поэтому расположенные дальше от отопительного котла приборы, несмотря на одинаковую тепловую мощность, должны иметь площадь нагревающей поверхности больше, чем приборы, расположенные ближе к котлу.

Обычно разность температур воды на входе в отопительный прибор и выходе из него выбирают равной 10°C ; при этом объемное расширение воды в системе ограничено.

При однотрубной системе различают:

- 1) вертикальную и горизонтальную разводку;
- 2) разводку с использованием коротких обводных участков или без них.

Применим вертикальную разводку. При вертикальной разводке (рис. 3) в основном используется верхнее распределение, с дальнейшей подачей сверху вниз по этажам [7].

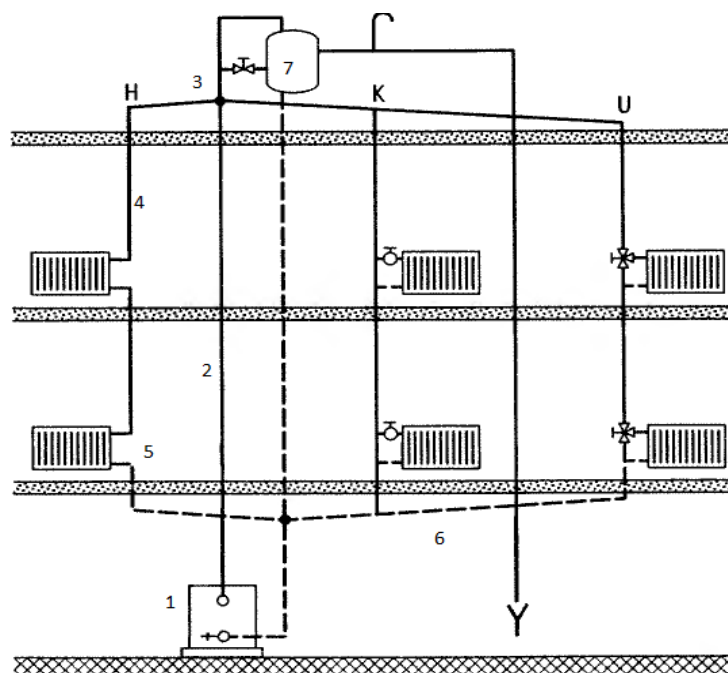


Рисунок 3 - Принципиальная схема однотрубной отопительной

Системы с вертикальной разводкой: U – перепускной вентиль;

К – короткий обводной участок; Н – основной стояк.

1-котел, 2-главный стояк, 3- разводящая линия, 4- горячие стояки,

5-обратные стояки, 6- обратная линия, 7-расширительный бак.

4.1 Классификация и выбор отопительных приборов

Все отопительные приборы по преобладающему способу теплоотдачи делятся на три группы

1) Радиационные приборы, передающие излучением не менее 50 % общего теплового потока. К первой группе относятся потолочные отопительные приборы и излучатели.

2) Конвективно – радиационные приборы, передающие конвекцией от 50 до 75 % общего теплового потока. Вторая группа включает радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы, напольные отопительные приборы.

3) Конвективные приборы, передающие конвекцией не менее 75 % общего теплового потока. К третьей группе принадлежат конвекторы и ребристые трубы.

В эти группы входят отопительные приборы пяти основных видов: радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы (эти три вида приборов имеют гладкую внешнюю поверхность), конвекторы, ребристые трубы (имеют ребристую поверхность). К приборам с ребристой внешней поверхностью относятся так же калориферы, применяемые для нагревания воздуха в системах воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

По высоте отопительные приборы подразделяют на высокие высотой (более 650 мм), средние (400-650 мм), низкие (200-400 мм), и плинтусные (до 200 мм). По глубине приборы бывают малой (до 120 мм), средней (более 120 до 200 мм), и большой глубины (более 200 мм),

Отопительный прибор – основной элемент отопительной системы, предназначен для передачи тепла от теплоносителя к воздуху в помещении.

При выборе вида отопительных приборов следует прежде всего учитывать давление в системе, качество теплоносителя (например, стальные панельные радиаторы могут применяться только в системах водяного отопления с химически подготовленной деаэрированной водой), а так же состав воздушной среды помещений (стальные приборы без защитного покрытия нельзя применять при наличии в воздухе помещений веществ, агрессивных по отношению к металлу). Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещений. Приборы размещаются так, чтобы были обеспечены их осмотр, очистка и ремонт. Присоединение труб к отопительным приборам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон (разностороннее). При разностороннем присоединении возрастает теплопередача приборов, однако конструктивно рациональнее делать одностороннее присоединение труб (разносторонне присоединяют радиаторы

при числе секций более 20 а так же при числе приборов «на сцепке» более одного.

Отопительный прибор – основной элемент отопительной системы, предназначен для передачи тепла от теплоносителя к воздуху в помещении.

Отопительные приборы систем центрального отопления делятся на радиационные (потолочные отопительные панели), конвективно-радиационные с гладкой поверхностью (радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы) и конвективные с ребристой нагревательной поверхностью (конвекторы с кожухом и без кожуха, ребристые трубы).

К отопительным приборам как к оборудованию установленному непосредственно в обогреваемых помещениях, предъявляются следующие требования, дополняющие и уточняющие требования к системе отопления.

Санитарно-гигиенические. Относительно пониженная температура поверхности, ограничение площади горизонтальной поверхности приборов, для уменьшения отложения пыли доступность и удобство очистки от пыли поверхности приборов и пространства вокруг них.

Основные положения по выбору вида прибора:

– при повышенных санитарно-гигиенических требованиях выбираются приборы с гладкой поверхностью, лучше всего отопительные панели, совмещенные со строительными конструкциями; применение гладкотрубных приборов должно быть обосновано;

– при нормальных санитарно-гигиенических требованиях используются приборы и с гладкой, и с ребристой поверхностью, причем рекомендуется выбирать не более одного или двух видов приборов для всего сооружения и размещать их под световыми проемами возможно ближе к полу помещения

Экономические. Относительно пониженная стоимость прибора экономичный расход металла на прибор, обеспечивающий повышение теплового напряжения металла.

Архитектурно – строительные. Соответствие внешних видов отопительных приборов интерьеру помещений, занимаемой приборами. Приборы должны

быть достаточно компактны, т.е. их строительная глубина и длина, приходящая на единицу теплового потока, должна быть наименьшей.

Производственно – монтажные. Механизация изготовления и монтажа приборов для повышения производительности труда. Достаточно механическая прочность приборов.

Эксплуатационные. Управляемость теплоотдачи приборов, зависящая от их тепловой инерции. Температурная устойчивость и водонепроницаемость стенок при предельно допустимом в рабочих условиях (рабочем) гидростатическом давлении внутри приборов.

Всем перечисленным требованиям одновременно удовлетворить невозможно, и этим объясняется рыночное разнообразие типов отопительных приборов. При этом каждый тип в наибольшей степени и отвечает какой либо группе требований, уступая другому в отношении прочих требований. Например, отопительные приборы для лечебных учреждений соответствуют повышенным санитарно – гигиеническим требованиям за счет ухудшения других показателей.

Последние годы большую популярность получили биметаллические радиаторы. Они имеют очень хорошую теплоотдачу и низкую массу. Зачастую выбор в пользу биметаллических радиаторов, делается благодаря их привлекательному дизайну.

Биметаллические радиаторы менее инерционны, чем чугунные а, следовательно, быстро реагируют на изменение параметров регулирования.

Наиболее распространены модели биметаллических радиаторов с межцентровым расстоянием 500 мм и 350 мм, но существуют и варианты с межцентровым расстоянием 400, 600, 700, 800 мм и др. Длина биметаллического радиатора и его мощность «набирается» из отдельных секций, что позволяет достаточно точно подобрать нужные для отопления конкретного помещения параметры.

Существует два варианта изготовления биметаллических радиаторов:

1) литые (каждая секция отливается как цельная деталь, к которой привариваются донные части);

2) произведенные методом экструзии. В этом случае каждая секция состоит из трех элементов, механически соединенных друг с другом.

Рабочее давление биметаллических радиаторов различных производителей отличается достаточно существенно. По этому параметру биметаллические секционные радиаторы делятся на:

1) стандартный «европейский» тип, рассчитанный на рабочее давление примерно 6 *атм.* Он хорош для применения в домах и других автономных системах отопления.

2) «усиленный» радиатор с рабочим давлением не менее 12 *атм.*

В данном проекте применим **биметаллические секционные радиаторы «Биметал» итальянской фирмы «SIRA»**

Секционные радиаторы "БИМЕТАЛ" представляют собой оригинальную конструкцию. Секции радиатора состоят из двух тонкостенных стальных труб (Fe 360), залитых под давлением высококачественным алюминиевым сплавом (Lega UNI 5076). При этом образуется единое (без дополнительной приварки донышек), симметричное относительно центра тяжести секций ребрение современного дизайна, т.е. "верх" не отличается от "низа", что упрощает перегруппировку и монтаж радиаторов. Коллекторы секций при такой конструкции практически не имеют карманов - сборников газа и шлама, что наряду с малой долей внутренней поверхности из алюминиевого сплава, омываемой теплоносителем (в 5-10 раз меньшей, чем у литых алюминиевых радиаторов), сводит к минимуму опасность образования гидрата алюминия и несколько ускоренного разложения воды с образованием водорода, имеющего место при использовании радиаторов из литейных алюминиевых сплавов. Весьма малая ёмкость секций (в среднем в 3 раза меньшая, чем у традиционных литых алюминиевых радиаторов) и вследствие этого минимальная инерционность позволяет осуществлять эффективное ручное и автоматическое регулирование

теплового потока радиатора. Кроме того, повышается экономичность системы отопления при её заполнении антифризом.

Сборка секций радиатора осуществляется с помощью стальных ниппелей. Оригинальная конструкция торцов секций позволяет при их стяжке зажимать внутри специальных пазов горообразные кольцевые прокладки (типа "O-RING") из термостойкой каучуковой резины, выдерживающей температуру до 200°C. Запатентованная конструкция соединений секций обеспечивает высокую степень герметичности радиатора в сборе и в то же время возможность многократного использования прокладок при сравнительно низких усилиях сборки и разборки (переборки) радиаторов.



Рисунок 4 - Общий вид биметаллических секционных радиаторов «Биметал» итальянской «фирмы SIRA».

В Таблице (4) представлены основные технические характеристики и размеры двух- и трехколонных блоков радиаторов «OPERA» с монтажной высотой 500 мм,

Радиаторы «SIRA» отмечены преимуществом [8]:

- 1) биметаллическая симметричная конструкция секции малой ёмкости, отсутствие сварных швов и оригинальные узлы сборки и уплотнения - обеспечивают очень высокие прочностные качества радиаторов:
- 2) разрушение наступает при избыточных давлениях теплоносителя свыше 17 МПа (170 кгс/см²). Каждая секция после отливки испытывается

избыточным давлением воздуха 1 МПа, а после сборки радиатора - избыточным давлением воздуха 2 МПа (2 кгс/см²),

3) Испытание воздухом исключает наличие воды в приборе до его установки в системе отопления.

4) Проведённые в НИИ сантехники прочностные испытания радиаторов "БИМЕТАЛ" с различными высотой и числом секций

показали, что и при гидравлических испытаниях избыточным давлением 3-3,2 МПа (30-32 кгс/см²) герметичность сохраняется.

С учётом изложенного максимальное рабочее избыточное давление теплоносителя принимается равным 1 МПа (10 кгс/см²).

5) Радиаторы в сборе окрашиваются порошковыми эмалями

6) Радиаторы SIRA предназначены для работы в системах водяного отопления с максимальной температурой носителя 110 С

Таблица 4 - Основные технические характеристики радиаторов «OPERA»

Модель	Номинальный тепловой поток $q_{ну}$, Вт	Высота А	Монтажная высота Б	Глубина С	Длина Д	Диаметр коллектора Е, дюйм	Масса, кг	Емкость секций, л
CF 300	142	380	300	110	75	1"	1,25	0,193
CF 500	199	580	500	110	75	1"	1,9	0,21
CF 600	229	680	600	110	75	1"	2,1	0,227
CF 700	257	780	700	110	75	1"	2,3	10,245
CF 800	280	980	800	110	75	1"	2,5	0,28

Примечания.

1. Номинальный тепловой поток секции $q_{ну}$ определен при нормальных условиях испытаний в изотермической камере согласно методике /4/.

2. Масса секции указана без учёта массы ниппелей, пробок и прокладок (в среднем 0,15 кг на секцию модели CF 300, 0,1 кг на секцию модели CF 500 и 0,07 кг на секцию модели CF 800).

Приведённые в Таблице 4 тепловые характеристики радиаторов «SIRA» определены в лаборатории отопительных приборов ФГУП «НИИ сантехники» – головного института Российской Федерации по разработке и испытанию отопительных приборов согласно методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде [9] и нормальным (нормативным) условиях:

температурном напоре $\Theta=70$ °С, расходе теплоносителя прибора $M_{пр}=0,1$ кг/с (360 кг/ч) при его движении по схеме «сверху-вниз» и барометрическом давлении 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

Отопительные приборы размещают в нишах под окнами (рис. 4), если это невозможно – у наружных или внутренних стен. При размещении приборов под окнами вертикальные оси оконного проема и прибора совмещают (допустимо отклонение не более 50 мм). В жилых зданиях приборы могут быть смещены от оси проемов [3]. В угловых помещениях приборы размещают вдоль обеих наружных стен, в лестничных клетках отопительные приборы устанавливаются под лестничным маршем первого этажа, их присоединяют к отдельным стоякам системы отопления.

Вертикальные отопительные приборы следует размещать ближе к полу (минимальное расстояние от низа прибора до поверхности пола – 60 мм) (рис. 5).

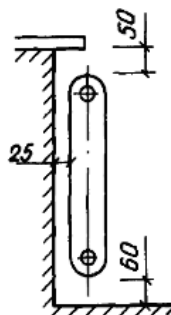


Рисунок 5 - Схемы установки отопительных приборов (радиаторов) у пола помещений.

Отопительные приборы размещают так, чтобы были обеспечены их осмотр, очистка и ремонт. Если применяется ограждение (экран) или декорирование приборов, кроме конвекторов с кожухом (по технологическим, противопожарным, противозрывным или архитектурным требованиям), то уменьшение номинального теплового потока укрытых приборов допустимо не более чем на 10% (в жилых зданиях приборы не укрывают).

Присоединение труб к отопительным приборам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон (разностороннее). При

разностороннем присоединении возрастает теплопередача приборов, однако конструктивно рациональнее делать одностороннее присоединение труб (разносторонне присоединяют радиаторы при числе секций более 20, а также при числе приборов «на сцепке» более одного) [3].

Число стояков зависит от способов присоединения к ним нагревательных приборов.

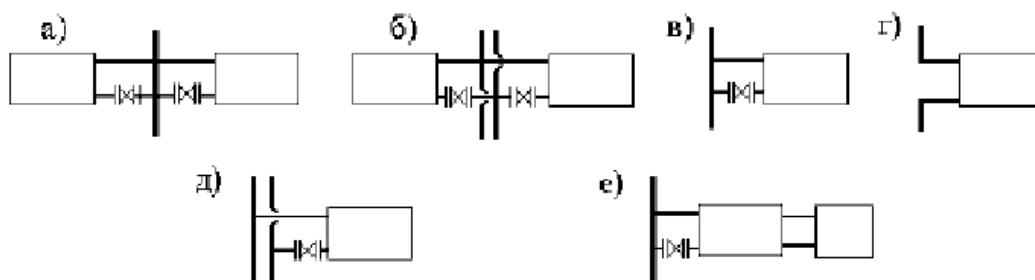


Рисунок 6 - Варианты присоединения нагревательных приборов к стоякам:

- а – двухстороннее в однотрубной системе отопления; б – то же в двухтрубной системе; в, д – одностороннее; г – по проточной схеме; е – присоединение прибора на сцепке.

При одностороннем присоединении приборов появляется возможность применения унифицированных узлов заводского изготовления, что ускоряет и удешевляет монтаж, при двухстороннем – уменьшается число стояков. Присоединение по проточной схеме обязательно для приборов на лестничной клетке и в других помещениях, где имеется опасность замерзания, на сцепке разрешается присоединение приборов только во вспомогательных помещениях (кладовых и т. п.) (рис. 6, 7).

Отопление ванных комнат осуществляется полотенцесушителем, которое присоединяется с циркуляционным стояком системы горячего водоснабжения. На подводках к накопительным приборам для регулирования теплоотдачи устанавливают регулируемую арматуру.

Регулирование теплового потока радиаторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к приборам. Для

ручного регулирования используют обычные краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные (КРП),

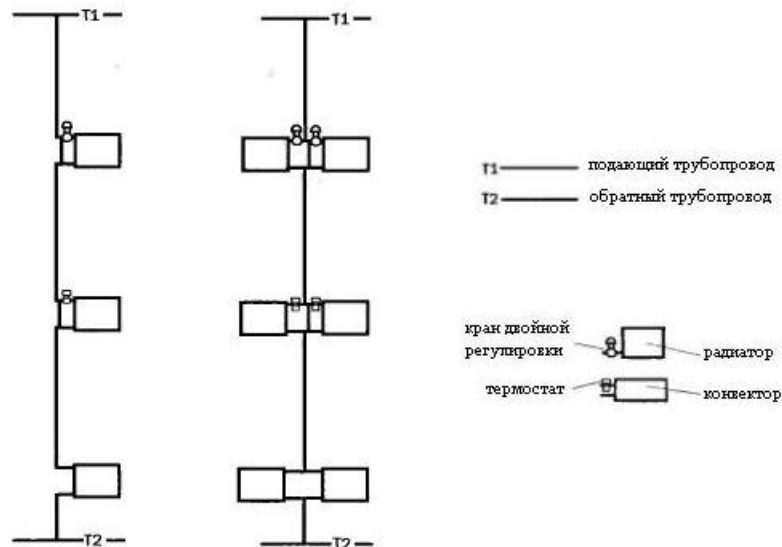


Рисунок 7 - Стояк вертикальной однотрубной системы с верхней разводкой с односторонним и двусторонним присоединением отопительных приборов.

4.2 Расчет отопительных приборов

Количество отопительных проемов будет зависеть от теплопотерь конкретного помещения.

Для примера рассчитаем количество секция в отопительных приборах гаража.

Определяем тепловой поток прибора в расчётных условиях $Q_{np}^{расч}$ [8]

$$Q_{np}^{расч} = Q_{пом} - Q_{тр}^{пол},$$

где $Q_{пом}$ – теплопотери помещения при расчётных условиях, Вт;

$Q_{тр}^{пол}$ – полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.

Полезный тепловой поток теплопроводов принимается равным 90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен, и достигает 100% при расположении стояков у вертикальных перегородок.

Принимаем [8]

$$Q_{тр}^{пол} = 0,9 \cdot Q_{тр}.$$

$$Q_{тр} = q_{тр}^{верт} \cdot L_{тр}^{верт} + q_{тр}^{гор} \cdot L_{тр}^{гор}.$$

Так как прокладка труб закрытая, в конструкции пола и стен отсюда следует что тепловой поток можно не учитывать, $Q_{тр}^{пол} = 0$ Вт.

$$\text{Следовательно, } Q_{нр}^{расч} = Q_{ном} = 4015,63 \text{ Вт.}$$

Из полученного значения $Q_{нр}^{расч}$ определяем суммарное количество колонок $N_{секц}$ для всех отопительных приборов, находящихся в тренажерном зале:

$$N_{секц} = \frac{Q_{нр}^{расч}}{q_{ном}}, \text{ шт.},$$

где $q_{ном}$ – номинальный тепловой поток, приходящийся на одну колонку (табл. 3).

$$N_{секц} = \frac{4015}{199} = 20,17 \text{ шт.}$$

Определяем предварительно принимаемое к установке количество колонок для каждого отопительного прибора тренажерного зала:

$$N_{нр}^{пред} = \frac{N_{секц}}{n_{нр}}, \text{ шт.},$$

где $n_{нр}$ – количество отопительных приборов в помещении (по чертежу).

$$N_{нр}^{пред} = \frac{20,17}{2} = 10,085 \text{ шт.}$$

В дальнейшем, принимая β_3 [8], рассчитываем $N_{нр}^{расч}$:

$$N_{нр}^{расч} = \frac{N_{нр}^{пред}}{\beta_3}, \text{ шт.},$$

где β_3 – коэффициент, учитывающий влияние количества колонок в радиаторе на его тепловой поток при монтажной высоте радиаторов от 350 до 600 мм.

Таким образом, $\beta_3 = 1$.

$$N_{нр}^{расч} = \frac{10,085}{0,98} = 10,29 \text{ шт.}$$

С учётом рекомендаций [8] расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей поверхности нагрева радиатора

допускается в пределах: в сторону уменьшения – до 5%, но не более чем на 50 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения – до ближайшего типоразмера. Поэтому принимаем $N_{1np} = 11 \text{ шт.}$. Поскольку при этом числе колонок β_3 не меняется, дополнительные коррективы не вносятся [8].

Окончательно принимаем к установке радиатор «Биметалл» состоящий из 11 колонок: **SIRA- CF 500-11**. Остальные помещения рассчитываются аналогично. Расчеты сводим в таблицу (Приложение В).

4.3 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчёт трубопроводов системы отопления выполняется по методу характеристик сопротивления с постоянными перепадами температур воды в стояках.

Для гидравлического расчёта из всей системы отопления выбираем наиболее и наименее нагруженные ветви. Для расчета используем чертёж расчётной аксонометрической схемы со всеми необходимыми данными.

Определяем тепловые нагрузки всех стояков в системе отопления как сумму общих потерь теплоты отопительных приборов:

$$Q_{cm} = \sum Q_{np}, \text{ Вт,}$$

где Q_{np} – тепловой поток прибора.

$$\sum Q_{np} = q_{нум} \cdot \sum N_{секц}, \text{ Вт.}$$

$$Q_{cm1} = 199 \cdot (5 + 8 + 9 + 6 + 6 + 5 + 7 + 7 + 5 + 9) = 13333 \text{ Вт,}$$

$$Q_{cm2} = 188 \cdot (5 + 5 + 7 + 5 + 5 + 6 + 7 + 7 + 2 + 2 + 5) = 11144 \text{ Вт,}$$

$$Q_{cm3} = 188 \cdot (2 + 6 + 7 + 6 + 6) = 5373 \text{ Вт,}$$

$$Q_{cm4} = 188 \cdot (11 + 11 + 7 + 6) = 6965 \text{ Вт.}$$

Определяем расходы воды по стоякам.

$$G_{cm} = \frac{Q_{cm}}{c \cdot (t_2 - t_0)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ кг/с,}$$

где t_2 – расчетная температура горячей воды в начале подающего трубопровода системы отопления, °С;

t_o – расчетная температура горячей воды в обратном трубопроводе системы отопления, °С;

β_1 – поправочный коэффициент, учитывающий теплопередачу через дополнительную площадь, принимаемых к установке отопительных приборов, в нашем случае $\beta_1 = 1,047$ [8];

β_2 – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные потери теплоты, вызванные размещением отопительных приборов у наружного остекления, для нашего случая $\beta_2 = 1,06$ [8].

Значения t_2 и t_o принимаем соответственно 95 °С и 70 °С .

$$G_{cm1} = \frac{13333}{4186,8 \cdot (95 - 70)} \cdot 1,047 \cdot 1,06 = 0,141 \text{ кг/с,}$$

$$G_{cm2} = \frac{11144}{4186,8 \cdot (95 - 70)} \cdot 1,047 \cdot 1,06 = 0,118 \text{ кг/с,}$$

$$G_{cm3} = \frac{5373}{4186,8 \cdot (95 - 70)} \cdot 1,047 \cdot 1,06 = 0,056 \text{ кг/с,}$$

$$G_{cm4} = \frac{6965}{4186,8 \cdot (95 - 70)} \cdot 1,047 \cdot 1,06 = 0,073 \text{ кг/с.}$$

В соответствии с полученными значениями тепловых нагрузок стояков и расхода воды через них выберем расчетные кольца системы отопления.

Наиболее нагруженным является ветвь, в состав которого входит стояк 1 ($\sum l_1 = 83,5$ м), а наименее нагруженная ветвь – стояк 3 ($\sum l_3 = 50,4$ м).

При гидравлическом расчёте теплопроводов, потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу «характеристик сопротивления» [8]:

$$\Delta P = S \cdot G_{cm}^2, \text{ Па,} \quad (3.24)$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R \cdot l + Z, \text{ Па,} \quad (3.25)$$

где $S = A \cdot \xi'$ – характеристика сопротивления участка теплопроводов, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с);

A – удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с) [8];

$\xi' = \left(\frac{\lambda}{d}\right) \cdot l + \sum \zeta$ – приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;

λ – коэффициент трения;

d – внутренний диаметр теплопровода, м;

l – длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке [2];

G_{cm} – массный расход теплоносителя, кг/с;

R – удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м;

Z – местные потери давления на участке, Па.

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \text{ Па,}$$

где ρ – плотность воды, принимаемая в этом расчете для всех участков равной 970,5 кг/м³;

ω – скорость движения воды на участке, м/с.

Комплекс $\frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = P_v$ называется динамическим давлением [2]. Формула

(2.26) приводится к виду

$$Z = \sum \xi \cdot P_v, \text{ Па.} \tag{2.27}$$

Расчет будем вести по методу «удельных линейных потерь давления», так как он является наиболее точным [3].

Коэффициенты местных сопротивлений на участках сводим в таблицы.

Таблица 5 - Описание местных сопротивлений в системе отопления

Номер участка	Диаметр $d, мм$	Местное сопротивление	Количество	Коэффициент местного сопротивления	$\Sigma \xi$	
1	2	3	4	5	6	
I. Наиболее нагруженная ветвь						
1	20	Задвижка параллельная	1	0,5	3,5	
		Отвод на 90°	2	1,5		
2	20	Вентиль прямооточный	6	2	52,52	
		Радиаторный узел с движением воды «сверху вниз», $d = 20 - 15 - 15 мм$	6	2,92		
		Терморегулятор	6	2		
		Тройник на ответвл.	2	1,5		
		Тройник на слияние	2	1		
		Отвод на 90°	4	1,5		
		Задвижка	2	0,5		
3	20	Отвод на 90°	4	1,5	38,26	
		Вентиль прямооточный	4	2		
		Радиаторный узел с движением воды «сверху вниз», $d = 20 - 15 - 15 мм$	3	2,92		
		Терморегулятор	6	2		
		Тройник на ответвл.	1	1,5		
		Тройник на слияние	1	1		
		Отвод на 90°	16	1,5		32,5
		Задвижка параллельная	2	0,5		
Тройник на ответвл.	3	1,5				
Тройник на слияние	3	1				
II. Наименее нагруженная ветвь						
5	20	Задвижка параллельная	1	0,5	3,5	
		Отвод на 90°	2	1,5		
6	20	Вентиль прямооточный	4	2	31,68	
		Терморегулятор	6	2		
		Радиаторный узел с движением воды «сверху вниз», $d = 20 - 15 - 15 мм$	4	2,92		
7	20	Отвод на 90°	5	1,5	8	
		Задвижка параллельная	1	0,5		

Определяем располагаемое давление для каждого рассчитываемого кольца ΔP_p .

$$\Delta P_p = \Delta P_{нас} + \Delta P_e,$$

где $\Delta P_{нас}$ – давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе;

ΔP_e – естественное циркуляционное давление.

Естественно возникающий перепад давлений

$$\Delta P_e = \Delta P_{e.нр} + \Delta P_{e.тр},$$

где $\Delta P_{e.нр}$ – давление, возникающее за счет остывания воды в приборах;

$\Delta P_{e.тр}$ – то же за счет остывания воды в трубах; $\Delta P_{e.тр}$ учитывают только для систем с верхней разводкой.

Давление, возникающее за счет остывания воды в приборах, определяют для систем с естественной и насосной циркуляцией по одним формулам.

Для однотрубных систем водяного отопления при верхней разводке [8]

$$\Delta P_{e.нр} = g \cdot h_{нр} \cdot (\rho_o - \rho_z) + g \cdot h_1 \cdot (\rho_{см1} - \rho_z) + g \cdot h_2 \cdot (\rho_{см2} - \rho_z) + \dots, \text{ Па},$$

где $h_{нр}$ – вертикальное расстояние от центра генератора тепла до центра нагревательного прибора первого этажа, м;

h_1, h_2, \dots – вертикальное расстояние от центра нагревательных приборов одного этажа до центра приборов следующего этажа, м;

$\rho_z, \rho_{см1}, \rho_{см2}, \dots$ и ρ_o – плотности воды, поступающей в систему, смеси воды на соответствующем участке и охлажденной воды, кг/м³.

Таким образом,

$$\Delta P_{e.нр} = 9,81 \cdot 0,34 \cdot (980 - 965,3) + 9,81 \cdot 3 \cdot (970,4 - 965,3) + 9,81 \cdot 3 \cdot (967,2 - 965,3) = 255,04 \text{ Па}.$$

Давление, возникающее за счет остывания воды в трубах $\Delta P_{e.тр}$.

$$\Delta P_{e.тр} = \beta \cdot g \cdot \sum h_i \cdot (t_i - t_{i+1}),$$

где β – среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры воды на 1°С, $\beta = 0,64$ [3];

h_i – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения i -го участка и нагревания, м;

t_i, t_{i+1} – температуры в начале и в конце i -го участка.

$$\Delta P_{e.mp} = 0,64 \cdot 9,81 \cdot 9,7 \cdot (95 - 70) = 1522,51 \text{ Па.}$$

Располагаемое давление

$$\Delta P_p = 0 + 255,04 + 1522,51 = 1777,55 \text{ Па.}$$

Для предварительного гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления в начале находим среднее значение удельной потери давления от трения при движении теплоносителя по трубам [2]:

$$R_{cp} = 0,65 \cdot \frac{\Delta P_p}{\sum l}, \text{ кг} / \text{ м}^2 \text{ на } 1 \text{ м,}$$

где 0,65 – ориентировочная доля потерь давления по длине от общих потерь;

ΔP_p – расчетное циркуляционное давление для рассчитываемого кольца [2],

Па;

$\sum l$ – общая длина расчетного циркуляционного кольца водяной системы, м.

$$R_{cp1} = 0,65 \cdot \frac{1777,55}{83,5} = 13,83 \text{ кг} / \text{ м}^2 \text{ на } 1 \text{ м,}$$

$$R_{cp3} = 0,65 \cdot \frac{1777,55}{50,4} = 22,92 \text{ кг} / \text{ м}^2 \text{ на } 1 \text{ м.}$$

Расчет ведем с помощью таблиц или номограммы [2] для гидравлического расчета трубопроводов систем водяного отопления. Отсюда по определенным значениям $G_{уч}$ и R_{cp} находим ориентировочные значения диаметров медных труб:

$$d_1 = 40 \text{ мм,}$$

$$d_3 = 20 \text{ мм.}$$

По этой же номограмме при расчетном расходе и выбранном диаметре участка определяются расчетные удельные потери давления на участке, скорость движения воды и динамическое давление.

$$R_1 = 15 \text{ Па/м, } \omega_1 = 0,16 \text{ м/с, } P_{v1} = 10,56 \text{ Па;}$$

$$R_3 = 30 \text{ Па/м}, \omega_3 = 0,16 \text{ м/с}, P_{V3} = 13,43 \text{ Па}.$$

Результаты гидравлического расчета заносим в таблицу (Приложение Г)

Для того чтобы общий расход теплоносителя распределялся по всем стоякам в соответствии с их расчетной нагрузкой, необходимо обеспечить равенство потерь давления при пропуске расчетных расходов теплоносителя во всех кольцах. В проекте такой расчет выполняется для двух ветвей («малая» и «большая»).

При сравнении потерь давления из суммирования исключают общие участки, и условие имеет вид

$$(R \cdot l + Z)_b \approx (R \cdot l + Z)_m.$$

Невязка может составлять до 15% [2].

В данном случае отклонение составляет $\frac{(2573,30 - 2220,27) \cdot 100}{2573,30} = 13,7\%$, что

является допустимым значением.

Задачей расчета является подбор таких диаметров трубопроводов, при которых суммарные потери давления всех участков в расчетном кольце $(R \cdot l + Z)$ будут меньше расчетного циркуляционного давления ΔP_p с запасом до 10-15 %, т. е. должно соблюдаться условие

$$(R \cdot l + Z) < \Delta P_p.$$

В нашем случае разницу потерь давления в «большой» ветви и естественного давления, т.е. располагаемого, в трубопроводе будет компенсировать циркуляционный насос.

$$\Delta P_{нас} = (R \cdot l + Z) - \Delta P_p,$$

$$\Delta P_{нас} = 2573,30 - 1777,55 = 795,75 \text{ Па}.$$

5 Выбор основного и вспомогательного оборудования

5.1 Выбор циркуляционного насоса

Насос - это устройство для искусственного побуждения движения воды в системе отопления. Насос действующий в замкнутых кольцах системы отопления заполненных водой не поднимает а только перемещает воду, создавая циркуляцию, и поэтому называется циркуляционным. До последнего времени циркуляционный насос включался как правило в обратную магистраль системы отопления для увеличения срока службы деталей, взаимодействующих с горячей водой. Прежде всего это относилось к общепромышленным насосам. Вообще же для создания циркуляции воды в замкнутых кольцах местоположение циркуляционного насоса безгранично.

Выбор насоса осуществляют на основании общих потерь давления в системе, которые определяются с учетом ее размеров и необходимого расхода воды, который зависит от тепловой мощности. При этом характеристика трубопроводов является решающим фактором при расчете потерь давления.

Если рассчитанная рабочая точка не соответствует рабочей точке выбранного насоса (рис. 8), то выполняют выбор между двумя насосами. Один из них при этом «слишком большой», второй – «слишком мал».

Расчетная рабочая точка представляет собой максимальную рабочую точку насоса. Как правило, такой вариант встречается редко, т.е. большую часть времени отопительного периода рабочая точка насоса находится ниже расчетной. Поэтому в случаях, когда есть варианты или сомнения, для малых и средних систем необходимо выбирать насос с меньшей мощностью (рис. 9).

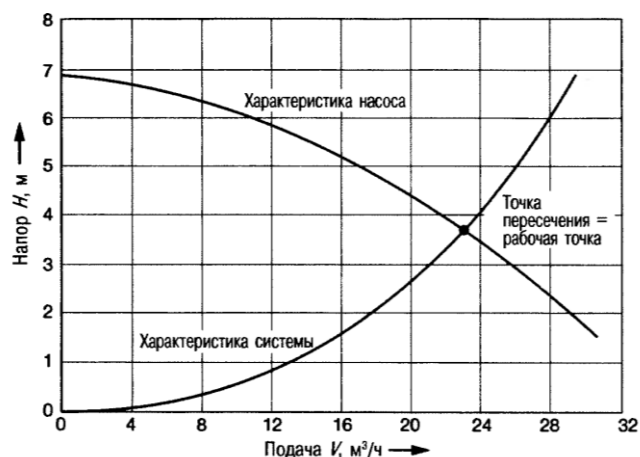


Рисунок 8 - Определение рабочей точки.

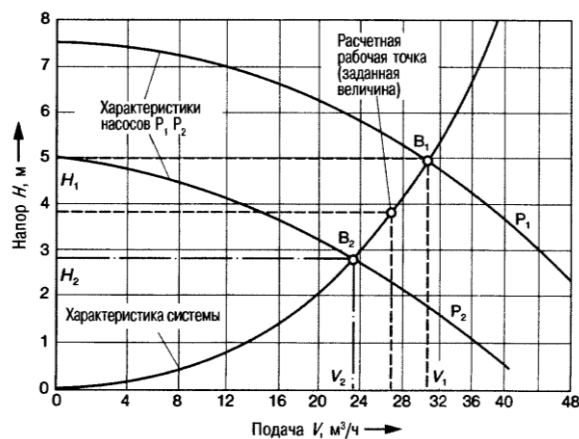
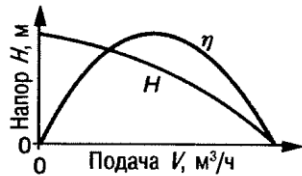


Рисунок 9 - Влияние характеристики трубопроводной сети на выбор насоса.

При подборе насоса необходимо также учитывать его КПД. Наилучший КПД для циркуляционного насоса отопительной системы достигается, как правило, в середине характеристики насоса. В каталогах чаще всего указывается эта оптимальная рабочая точка.

Так как насос никогда не работает в одной-единственной рабочей точке, то при подборе и расчете насоса необходимо учитывать, что в течение большей части времени отопительного периода рабочая точка находится в средней трети характеристики насоса (рис. 10).



Напор H	Подача V	КПД η
3/3	ноль	ноль
2/3 до 1/3	1/3 до 2/3	максимум
ноль	3/3	ноль

Рисунок 10 - Влияние характеристики трубопроводной сети на выбор насоса.

Определение действительной тепловой нагрузки на отопительную систему можно выполнить следующим образом:

$$\varphi = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.сущ}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}},$$

Если вместо расчетной температуры наружного воздуха в формулу подставить среднее значение температуры наружного воздуха, то получится значение средней тепловой нагрузки.

Выбор тепловой нагрузки с большим запасом приводит только к повышению мощности насоса, но не дает существенного повышения мощности отопительных приборов; но при выборе недостаточной тепловой нагрузки примерно на 50 % происходит заметное снижение мощности отопительных приборов.

Практически подбор насосов для отопительных систем зависит от условий эксплуатации.

При выборе циркуляционного насоса для системы отопления следует принимать:

- подачу насоса – по расчетным расходам теплоносителя в системе отопления;
- напор – по сумме потерь давления в системе отопления.

Соответственно,

$$G_{\text{нас}} = 533 + 431 + 167 + 251 = 1382 \text{ кг/ч} = 1,4 \text{ м}^3/\text{ч} \approx 1,4 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\Delta P_{\text{нас}} = 795,75 \text{ Па}.$$

Выбираем циркуляционный насос Grundfos UPS 25-40 [10].

Технические характеристики данного насоса представлены в таблице 5 и на рисунке 11.

Таблица 6 - Технические параметры циркуляционных насосов Grundfos.

Температура	от -25°C до +110°C
Макс. давление	PN 10 (10 бар)
Макс. мощность	от 25 Вт до 250 Вт
Частота вращения	от 1 до 2 скоростей
Присоединения	Фланцевое, резьбовое
Монтажная длина	от 130 до 250 мм
Материал корпуса	Чугун с коррозионно-стойким эпоксидным покрытием

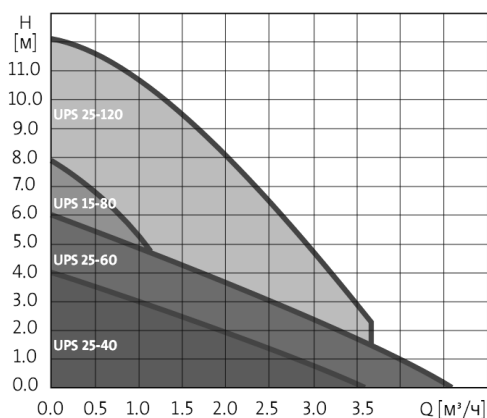


Рисунок 11- Рабочие характеристики циркуляционных насосов Grundfos.

5.2 Выбор отопительного котла

При выборе котла, прежде всего, необходимо учитывать вид топлива, которое будет наиболее доступно на длительную перспективу в районе строительства дома. Следует учесть, что современные котлы на жидком или газообразном топливе будут работать в течение всего отопительного сезона в автоматическом режиме и не потребуют дополнительных затрат времени, за исключением сезонных профилактических работ, которые могут производить сервисные службы.

Далее исходя из тепловой мощности котла требуемых параметров теплоносителя для системы, необходимого качества регулирования теплопроизводительности котла в зависимости от температуры наружного воздуха (одноступенчатое, двухступенчатое, бесступенчатое плавное регулирование), материала, из которого изготавливается котел, его веса, габаритов, стоимости и других характеристик, и параметров, подбирается соответствующий котел [11].

Идеальным топливом является газ – самое экономичное топливо. В нем содержится меньше сернистых соединений, поэтому сжигание газа происходит с большей эффективностью, т.е. при сжигании единицы массы газа получается больше полезной теплоты для нужд отопления и горячего водоснабжения, причем в продуктах сгорания содержится меньше загрязняющих атмосферу веществ. Котлы не так подвергаются коррозии, как при сжигании других видов топлива, меньше зарастают сажей.

Котлы имеют патрубок для отвода дымовых газов, к которому должен присоединяться дымоход. Дымоходы выполняются из нержавеющей стали, т.к. температура дымовых газов низка и может происходить выпадение агрессивного конденсата на стенках дымохода. В пределах здания дымоход, как правило, не теплоизолируется.

За пределами здания, в силу вышеназванных причин, необходимо выполнять дымоход из нержавеющей труб с двойными стенками, между которыми прокладывается теплоизоляция. Если теплоизоляция не предусматривается, то устраивается отвод конденсата в специальный бак с необходимостью его последующей нейтрализации перед спуском в канализацию. От дымохода зависит тяга в котле, а следовательно, надежность и устойчивость процесса сгорания. Ошибка в прокладке дымохода может привести не только к нарушениям в работе котла, но и к аварии, поэтому к этой проблеме необходимо отнестись со всей ответственностью [11].

В соответствии с техническими характеристиками выбираем напольный универсальный котел GEODIS GBI (табл. 7) [12].

Элегантные и компактные котлы серии GEODIS представляют собой новаторскую разработку в области отопления. Новая надежная и экономичная горелка с модуляцией пламени и предварительным смешением воздуха и газа специально разработано для котлов серии GEODIS. Полностью герметичный кожух горелки и дополнительная звукоизоляция в фасадной части оболочки делает работу котла GEODIS практически бесшумной. Автоматика управления Kromschroder и различные варианты гидравлических модулей превращают

данный котел в идеальную и «разумную» отопительную установку, отвечающую сегодняшним запросам потребителей и профессионалов.

Таблица 7 - Технические характеристики универсального котла GEODIS GBI

Производитель	GEODIS (Италия)
Мощность, кВт	42,00
Тип	напольный
Объем, л	130,00
Количество секций	5
Питание, в/Гц/Ф	230/50/1
Материал	чугун
Мах. Потребляемая мощ., кВт	17,2
Вес, кг	232,00
Вид газа	Природный газ и Сжиженный газ (пропан/бутан)
Размеры, мм	1398x640x730

Дополнительные сведения о котле **GEODIS GN 1 N 03**:

- 1) Максимальная температура теплоносителя, °С: 110;
- 3) Максимальное рабочее давление, бар: 4;
- 4) Глубина камеры сгорания, мм: 486;
- 5) Вывод продуктов сгорания: естественная тяга;
- 6) Аэродинамическое сопротивление дымохода, мбар: 0,2;
- 7) Отвод продуктов сгорания, мм: 130;
- 8) Чугунный котел для использования с горелкой на газообразном или жидком топливе
- 9) Цена: 31144 руб.



Рисунок 12 - Универсальный котел BAXI GEODIS GBI.

5.3 Расчет расширительного бака

Внутреннее пространство всех элементов системы отопления (труб, отопительных приборов, арматуры, оборудования и т.д.) заполнено водой. Получающийся при заполнении объем воды в процессе эксплуатации системы претерпевает изменения: при повышении температуры воды он увеличивается, при понижении температуры уменьшается. Соответственно изменяется внутреннее гидравлическое давление. Однако эти изменения не должны отражаться на работоспособности системы отопления и, прежде всего, не должны приводить к превышению предела прочности любых ее элементов. Поэтому в систему водяного отопления вводится дополнительный элемент – расширительный бак.

Расширительный бак может быть открытым, сообщаемым с атмосферой, и закрытым находящимся под переменным, но строго ограниченным избыточным давлением.

В крупных системах водяного отопления группы зданий расширительные баки не устанавливаются, а гидравлическое давление регулируется при

помощи постоянно действующих подпиточных насосов. Эти насосы так же возмещают обычно имеющиеся место потери воды через неплотные соединения труб, в арматуре, приборах и других местах систем. Поэтому расширительные баки применяют в системах водяного отопления одного или нескольких зданий.

Основное назначение расширительного бака – прием прироста объема воды в системе, образующегося при его нагревании. При этом в системе поддерживается определенное гидравлическое давление. Кроме того бак предназначен для восполнения убыли объемам воды в системе при небольшой утечке и при понижении ее температуры, для сигнализации об уровне воды в системе и управления действием подпиточных устройств.

В гравитационных системах расширительный бак кроме функции компенсации температурного расширения воды выполняет также функцию возду-хоудаления из системы отопления. Он устанавливается в высшей точке системы и присоединяется непосредственно к главному стояку.

Расширительные баки имеют ряд недостатков. Они громоздки, в связи с чем затрудняется их размещения в зданиях и увеличиваются бесполезные потери в системах отопления. Требуется так же прокладка специальных соединительных труб.

Рабочая емкость расширительного бака V_p (емкость между верхним и нижним реле уровня):

$$V_p = 0,03 \cdot V_c, л,$$

где V_c – емкость системы отопления, л.

В последние годы появились мембранные расширительные баки закрытого типа, которые лишены таких недостатков расширительных баков открытого типа как опасность перелива воды в нижерасположенные помещения и попадание атмосферного кислорода в систему отопления. Мембранные расширительные баки устанавливаются непосредственно в ЦТП или котельной.

Объем расширительного бака закрытого типа определяется по формуле

$$V_o = \frac{e \cdot c}{1 - \frac{p_i}{p_f}}, \text{ л,} \quad (3.36)$$

где e – коэффициент объемного расширения воды, $e = 0,0396$ при $t = 95^\circ\text{C}$ [1];

c – вместимость, л, системы отопления, включая вместимость труб, радиаторов, бойлеров, котла и т.д. (ориентировочно вместимость можно посчитать из условия 10-20 л на 1 кВт мощности), $c = (10 \div 20) \cdot 34,4 = 344 \div 688 \text{ л}$;

p_i – гидростатическое давление, атм, на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали с запасом

p_f – рабочее давление предохранительного клапана, оно должно быть обязательно выше p_i ; давление, на которое рассчитаны элементы системы – несколько заниженное.

$$p_i = H + 5, \text{ м вод. ст.}, \quad (2.37)$$

где H – высота верхней точки системы отопления, м.

$$p_i = 10 + 5 = 15 \text{ м.вод.ст.} = 1,5 \text{ ата} = 0,5 \text{ ати} = 0,5 \text{ бар} = 150 \text{ кПа}.$$

При выборе бака его рабочее давление не должно быть ниже гидростатического давления с запасом (например, подающая магистраль проложена по чердаку на высоте 10 м, значит, давление в сосуде не должно быть ниже 1,5 ата; 0,5 ати; 0,5 бар, 150 кПа).

$p_f = 5$ атм – назначается по паспортным данным предохранительного клапана, выбранного по выдерживаемому радиаторами давлению 6 атм.

$$V_o = \frac{0,0396 \cdot (344 \div 688)}{1 - \frac{150}{500}} = (19,46 \div 38,92) \text{ л}$$

Рабочий объем бака принимаем $V_o \approx 38,920 \text{ л}$.

К установке принимается расширительный закрытый мембранный бак Zilmet CAL-PRO 35L 4bar [1]:

- 1) диаметр $d_n = 380$ мм;
- 2) высота $H = 537$ мм;

3) рабочее начальное давление бака – $2,5 \text{ атм}$, принято по паспортным данным выше $p_i = 1,5 \text{ атм}$;

4) цена – $1976,87 \text{ руб.}$

Расширительные баки Zilmet применяются в водоснабжении, системах отопления и холодильных системах и служат для компенсации объемных изменений теплоносителя, происходящих вследствие его нагрева или охлаждения. Причем такие баки могут использоваться как в замкнутых системах отопления небольших сооружений, так и в крупных, многоэтажных жилых домах. Расширительные мембранные баки компенсируют температурные изменения теплоносителя и таким образом стабилизируют давление.

Большая часть расширительных баков Zilmet рассчитана на диапазон рабочих температур от 0°C до $+99^\circ\text{C}$. Диапазон рабочих температур расширительных баков серии *CAL-PRO* от -10°C до $+99^\circ\text{C}$ [13].

6 Выбор трубопроводов

Трубы систем центрального водяного и парового отопления предназначены для подачи в приборы и отвода из них необходимого количества теплоносителя. Поэтому их называют теплопроводами. Теплопроводы вертикальных систем отопления подразделяют на магистральные, стояки и подводки.

Трубопроводы для системы отопления крайне важны, и поэтому к их выбору следует отнестись с должным вниманием. Ассортимент предлагаемых рынком труб достаточно велик:

- 1) стальные, стальные оцинкованные, нержавеющей;
- 2) медные;
- 3) полимерные (металлопластиковые, полиэтиленовые, полипропиленовые армированные алюминием).

Из металлических труб в России наиболее часто используемые стальные шовные (сварные) и редко стальные бесшовные (цельнотянутые) трубы. Стальные трубы изготавливают из мягкой углеродистой стали, что облегчает выполнение изгибов, резьбы на трубах и различных монтажных операций. Стоимость бесшовных труб выше, чем сварных, но они более надежны в эксплуатации и их рекомендуется использовать в местах, не доступных для ремонта. Широкое применение стальных труб в системах центрального отопления объясняется их прочностью, простотой сварных соединений.

К недостаткам стальных труб нужно отнести потребность в сварочных работах при монтаже системы и коррозионные процессы, происходящие на поверхности металла. Эти недостатки будут отсутствовать у оцинкованных труб, если при их монтаже не применялась сварка.

Перечисленных выше негативных явлений лишены полимерные трубы, среди которых выгодно отличаются металлопластиковые конструкции (это пластиковая труба со слоем алюминиевой фольги). Основными достоинствами таких труб являются:

- 1) абсолютная кислород непроницаемость, что позволяет замедлить процесс коррозии и износа отопительного оборудования;
- 2) низкий коэффициент линейного расширения, что дает возможность обходиться без дополнительных компенсаторов при монтаже магистралей;
- 3) высокая механическая прочность;
- 4) стойкость к коррозии и отложению осадка на внутренней поверхности;
- 5) антистатичность;
- 6) малое гидравлическое сопротивление.
- 7) отличаются легкостью (в 6-7 раз легче стальных).
- 8) высокие шумопоглощающие свойства и пластичность

Металлопластиковые трубы монтируют с помощью прессовых или резьбовых соединений без применения сварочных работ. Это позволяет снизить себестоимость монтажных работ и получить экологически безопасную систему отопления. Комплектуется такая система и аксессуарами (тройники, отводы, шаровые краны и т.п.), конструкция которых отличается надежностью в работе и долговечностью. Альтернативным антикоррозийным материалом для труб является пластик, выдерживающий максимальную температуру 100°C.

При размещении трубопроводов в стенах дома с последующей заделкой, необходимы медные трубы, соединенные методом высокотемпературной пайки серебрясодержащим припоем. Медь обладает стойкостью к высоким температурам (200 °C), а медные трубопроводы выдерживают давление на разрыв 200 атм. На сегодняшний день это единственный способ получить абсолютно надежную систему, способную прослужить не одно поколение.

Расход трубопроводов в системе отопления частного дома будет зависеть от выбранной владельцем схемы разводки (двухтрубная или одноконтурная). В остальном, любая качественно спроектированная и смонтированная система отопления позволяет регулировать температуру в каждом отапливаемом помещении при помощи терморегуляторов. При этом необходимо учесть, что одноконтурная система подходит лишь для домов с относительно небольшой площадью (до 150 м²).

За последние годы особенно в индивидуальном жилищном строительстве все чаще всего используются трубы изготовленные из медных сплавов. Медные трубы отличаются значительной коррозионной стойкостью и долговечностью. Их соединение в процессе монтажа осуществляется методом пайки или сварки. Трубы выпускаются в виде прямых отрезков длиной 2-6 метров, или, учитывая что медь более мягкий материал, чем сталь в бухтах длиной до 50 метров. Использование мягкой меди позволяет значительно снизить стоимость системы отопления и сократить сроки монтажа за счет уменьшения количества соединительных элементов

В нашем случае применяем **медные трубы**, так как их свойства и характеристики соответствуют требуемым [11].

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

Группа	ФИО
3-5Б2Б2	Воронцов Роман Сергеевич

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	теплоэнергетика и теплотехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклад для руководителя 26300 руб. Оклад для инженера 17000 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации – 20%</i>
3. <i>Социальные исчисления</i>	<i>Социальные отчисления - 30% от ФЗП</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>1.План проекта (перечень работ и время их выполнения)</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>2.Смета затрат на проект 3.Смета затрат на оборудование</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>4.Сравнительный анализ выбора котла</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б2	Воронцов Роман Сергеевич		

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Планирование НИР

В данной работе рассматривается малоэтажный жилой дом с автономной системой теплоснабжения, 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 частного дома: 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 9.1

Таблица 9.1 – 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

Продолжение таблицы 9.1

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	Исправление замечаний	Инженер	10
11	Утверждение ВКР	Руководитель Инженер	1
14	Итого		59

7.2 Расчет сметы затрат на разработку проекта.

Затраты на проект:

$$K_{IP} = K_{MAT} + K_{AM} + K_{ЗП} + K_{СО} + K_{IP} + K_{НАКЛ}$$

где K_{MAT} - затраты на материал;

K_{AM} - амортизационные отчисления;

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

$K_{СО}$ - социальные отчисления;

K_{IP} - прочие затраты;

$K_{НАКЛ}$ - накладные расходы

7.2.1 Затраты на материал.

В данной работе материальные затраты принимаются в размере 1000 рублей на канцелярские товары.

$$K_{MAT} = 1000 \text{ руб.}$$

Таблица 9.2 – 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

7.2.2 Амортизация основных фондов и нематериальных активов.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные сведены в таблицу 9.3

Таблица 9.3 - Амортизация основных фондов

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

$$K_{AM} = \frac{T_{исп.}}{T_{кал.}} \cdot Ц_{об} \cdot \frac{1}{T_{сл}} \quad (9.3)$$

где $T_{исп}$ - срок службы (для компьютера, ноутбука и принтера принимаем

$T_{кал} = 4$ года ;

$T_{исп.}$ - время использования основных фондов (в днях);

$T_{кал.}$ - использование техники в период написания ВКР (в днях).

$$K_{AM.Ноутбук} = \frac{58}{365} \cdot 23000 \cdot \frac{1}{4} = 914 \text{ руб.}$$

$$K_{AM.МФУ} = \frac{58}{365} \cdot 15000 \cdot \frac{1}{4} = 596 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$\sum K_{ам.осн.} = K_{AM.Ноут.} + K_{AM.МФУ.}$$

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

7.2.3 Расчет затрат на заработную плату.

В настоящую статью включается заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

$$K_{з/п} = ЗП_{инж} + ЗП_{НР} \quad (9.4)$$

где: $ЗП_{инж}$ – заработная плата инженера;

$ЗП_{НР}$ – заработная плата научного руководителя.

Рассчитаем месячную зарплату для участников проекта:

$$ЗП_{мес} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2 ,$$

где

$ЗП_0$ – месячный оклад;

K_1 – коэффициент учитывающий отпуск (1,1=10%)

K_2 – районный коэффициент (1,3=30%)

Для инженера (оклад=17000 руб):

$$ЗП_{мес} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб}$$

Для научного руководителя (оклад=26300 руб):

$$ЗП_{мес} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609$$

7.2.4 Расчет затрат на социальные нужды

ВКР выполнялась с 17.04.2017 по 19.06.2017. С 01.01.2010 страховые взносы осуществляются в государственные внебюджетные фонды. На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30% от заработной платы.

Величина отчислений равна:

$$K_{с.о} = k_{внеб} \cdot K_{з/п} \quad (9.5)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Таким образом, выплаты на социальные нужды для инженера составят:

$$K_{\text{с.о}} = 0,3 \cdot 24310 = 7293 \text{ руб}$$

Для научного руководителя составят:

$$K_{\text{с.о}} = 0,3 \cdot 37180 = 11154 \text{ руб} \quad (9.6)$$

$$K_{\text{с.о.общ}} = K_{\text{с.о.инж}} + K_{\text{с.о.Н.Р}} = 7293 + 11154 = 18447 \text{ руб}$$

7.2.5 Прочие расходы

Прочие затраты это 10% от суммы всех предыдущих затрат:

$$K_{\text{ПП}} = 0,1 \cdot (K_{\text{МАТ}} + K_{\text{АМ}} + K_{\text{ЗП}} + K_{\text{СО}})$$

$$K_{\text{ПП}} = 0,1 \cdot (1000 + 1510 + 61920 + 11154) = 75584 \text{ руб.}$$

7.2.6 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.

$$K_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (ЗП_{\text{ИНЖ}} \cdot ЗП_{\text{НР}}) \quad (9.7)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы

$$K_{\text{накл}} = 200\% \cdot (24310 + 37180) = 122980 \text{ руб.}$$

На основании выше сказанного составим бюджет затрат на проект по каждому варианту исполнения, приведен в таблице 9.4

Таблица 9.4 – Смета затрат на проект

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1000
2. Затраты на специальное оборудование	1510
3. Затраты по заработной плате исполнителей темы	61920
4. Отчисление на социальные нужды	18447
5. Прочие расходы	75584
6. Накладные расходы	122980
Итого	281441

Для выполнения данных исследований были задействованы два исполнителя: научный руководитель и дипломник (инженер). Суммарный бюджет составил 281441 рублей.

7.2.7 Смета затрат на приобретение оборудования.

В Таблице 9.5 приведем смету затрат на оборудование при монтаже и установке отопительного оборудования.

Таблица 9.5 – Оборудование системы отопления

ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ				
Наименование	ед.	цена за ед., руб	кол-во	цена
Труба медная не отожженная 20 x 1,0	м.	289	300	86700,00
OPERA - 500 NEW секция радиатора 190 W, «SIRA» Италия	шт.	389,95	192	74870,25
Переходники 1" - 1/2" (правый/левый)	шт.	56,26	30	1687,90
Заглушка на 1" (правая/левая)	шт.	51,94	30	1558,07
Переходники 1" - 1/4" (под клапан Маевского)	шт.	56,26	8	450,11
Кран типа Маевского (воздушный)	шт.	51,94	8	415,48
Кронштейн с крепежом	шт.	51,94	30	1558,07
Термостатический клапан RTD-G, Danfoss Дания	шт.	755,87	30	22676,10
Коллектор для отопления и водоснабжения PPSU, Уропог Финляндия	шт.	334,01	8	2672,08
Задвижка латунная тип 155, Itar Италия	шт.	437,79	20	8755,80
ИТОГО (МАТЕРИАЛЫ):				201343,85
МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ				
		кол-во мест	цена за место	цена
Монтаж радиаторов с обвязкой:				
цокольный этаж		11	1000	11000
1-ый этаж		7	1000	7000
2-ой этаж		12	1000	12000
Монтаж трубопроводов по линейной разводке:				
цокольный этаж		110	90	9900
1-ый этаж		40	90	3600
2-ой этаж		55	90	4950
Монтаж стояков межуровневой разводки		40	1000	40000
Монтаж трубопроводов подвальной части				10000
Опрессовка, пуско-наладочные				5000
НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ:		5% от стоимости		5172,5
ИТОГО (РАБОТА):				113795
ИТОГО:				315138,85

Продолжение таблица 9.5

ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО УЗЛА				
Наименование	ед.	цена за ед.	кол-во	цена
Циркуляционный насос Grundfos UPS 25-40	шт.	3470	2	6940
Напольный универсальный котел BAXI GEODIS GVI	шт.	31144	1	31144
Расширительный мембранный бак Zilmet CAL-PRO 35L 4bar	шт.	1976,87	1	1976,87
Группа безопасности Caleffi 3 Бар	шт.	2282	2	2282
ИТОГО (МАТЕРИАЛЫ):				42342,87
МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ				
Наименование	кол-во мест	цена за место		цена
Монтаж распределительного коллектора				7000
Монтаж приборов группы безопасности				5000
Монтаж насоса				4000
Монтаж приборов контроля				4000
Монтаж котла отопления				12000
Монтаж группы подпитки				4000
НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ:	10% от стоимости			3600
ИТОГО (РАБОТА):				39600
ИТОГО:				88842,87
Общая сумма:				647668,44

Затраты на монтаж составляют 20% от общей суммы. $K_{\text{мон}}=129533,68$

7.3 Сравнительный анализ выбора котла

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. Жидко -топливные.
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 потребуются 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 солянки 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.

Достоинства электрических котлов отопления – это бесшумность, компактность, экологичность и простота. Монтаж электродкотла, 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 электродкотлов 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 9.6 - Котлы, работающие на разном виде топлива с одинаковой номинальной мощностью

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 "Купер" 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 9.7 - стоимость различных видов топлива

№	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— 3руб.49коп.

Состав магистрального природного газа зависит от месторождения или состава смеси газов различных месторождений. Среднее значение низшей теплоты сгорания природного газа $Q_H = 31\text{--}40$ мДж/м³. Удельная теплота сгорания метана — 34 мДж/ м³, с учетом КПД газового котла (92%) имеем 31,3 мДж/ м³, или 8,7 кВт •ч. Стоимость 1 м³ природного газа для частного — 4 руб. 62 коп. Стоимость 1 кВт •ч энергии — 53 коп.

Удельная теплота сгорания пропанистой смеси — 103 мДж/ м³, 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.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б2	Воронцов Роман Сергеевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
2. Охрана окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> – анализ влияния объекта исследования на окружающую среду; – анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.
3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
4. Пожарная безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований; – мероприятия по предотвращению ЧС.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Василевский Михаил Викторович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б2	Воронцов Роман Сергеевич		

8 Социальная ответственность.

Введение

В данной ВКР рассматривается проект системы отопления частного жилого дома. В качестве источника теплоснабжения используется котел, работающий на природном газе и СУГ. Данный проект может использоваться для монтажа и последующей эксплуатации системы отопления. Монтаж и подключение к системе газоснабжения котельного оборудования производится аттестованным специалистом.

Монтаж газового оборудования является технологически сложным и объемным комплексом целого ряда мероприятий по строительству объектов газификации для целых населенных пунктах, для отдельных домов, предприятий и организаций. Все данные мероприятия регламентируются четким требованиям СНиП, ГОСТ. Для производства работ по монтажу газового оборудования необходимо наличие у персонала компании, которая будет вести работы по монтажу газового оборудования, целого ряда допусков и аттестаций, среди которых можно должны быть аттестации самого персонала, аттестации технологии сварки и сварочного оборудования. Аттестации, кроме того, подлежат все используемые при работе приборы и инструменты.

8.1 Производственная безопасность.

Возможные опасные и вредные факторы, влияющие на работников котельной приведены в таблице 9.8

Таблица 9.8 - Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Монтаж котельного оборудования 2) Подключение котла к системе газоснабжения 3) Проверка герметичности стыков 4) Подключение электроснабжения котла 5) Пуск и наладка котельного агрегата	1. повышенная температура 2. недостаточность освещения 3. Недостаточная вентиляция	4. Пожароопасность; 5. Электроопасность 6. Взрывоопасность	1. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений 2. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» 3. ГОСТ Р 54578-2011. Воздух рабочей зоны. 4. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. 4. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования 5. Инструкция о мерах пожарной безопасности в газовой котельной 6. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 7. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

8.2 Повышенная температура рабочей зоны

При работе котла в окружающее его пространства выделяется тепло. Температура рабочей зоны регламентируется ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Например, понижение температуры и повышение скорости воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. Повышение скорости воздуха ухудшает самочувствие, так как способствует усилению конвективного теплообмена и процессу теплоотдачи при испарении пота. При повышении температуры воздуха возникают обратные явления. Исследователями установлено, что при температуре воздуха более 30 °С работоспособность человека начинает падать. Для человека определены максимальные температуры в зависимости от длительности их воздействия и используемых средств защиты. Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой человек в состоянии дышать в течение нескольких минут без специальных средств защиты, около 116 °С.

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются «Санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию» и осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий.

Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур, инфракрасного излучения принадлежит технологическим мероприятиям: замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования, способствующих оздоровлению неблагоприятных условий труда (например, замена кольцевых печей для сушки форм и стержней в литейном производстве

туннельными; применение штамповки вместо поковочных работ; применение индукционного нагрева металлов токами высокой частоты и т.д.) Внедрение автоматизации и механизации дает возможность пребывания рабочих вдали от источника радиационной и конвекционной теплоты.

К группе санитарно-технических мероприятий относится применение коллективных средств защиты: локализация тепловыделений, теплоизоляция горячих поверхностей, экранирование источников либо рабочих мест; воздушное душирование, радиационное охлаждение, мелкодисперсное распыление воды; общеобменная вентиляция или кондиционирование воздуха. Общеобменной вентиляции при этом отводится ограниченная роль – доведение условий труда до допустимых с минимальными эксплуатационными затратами.

Уменьшению поступления теплоты в цех способствуют мероприятия, обеспечивающие герметичность оборудования. Плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования – все это значительно снижает выделение теплоты от открытых источников. Выбор теплозащитных средств в каждом случае должен осуществляться по максимальным значениям эффективности с учетом требований эргономики, технической эстетики, безопасности для данного процесса или вида работ и технико-экономического обоснования.

8.3 Освещение

Освещение производственных помещений регулируется согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

При выполнении монтажных работ качество освещения играет важную роль. Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

Для производственных помещений всех назначений применяются системы общего (равномерного или локализованного) и комбинированного (общего и местного) освещения. Выбор между равномерным и локализованным освещением проводится с учётом особенностей производственного процесса и размещения технологического оборудования. Система комбинированного освещения применяется для производственных помещений, в которых выполняются точные зрительные работы.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены соответствующими главами СНиП на проектирование зданий и сооружений, нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке, а также помещения, размещение которых разрешено в подвальных этажах зданий и сооружений.

8.4 Недостаточная вентиляция

Воздушная среда производственных помещений, в которой содержатся вредные вещества в виде пыли и газов, оказывает непосредственное влияние на безопасность труда. Воздействие пыли и газов на организм человека зависит от их ядовитости (токсичности) и концентрации в воздухе производственных помещений, а также продолжительности пребывания человека в этих помещениях.

Производственная пыль по своему происхождению бывает двух видов — органическая и неорганическая. К органической относят растительную пыль (древесная, зерновая, мучная, хлопковая), животную (шерстяная, волосая) и искусственную органическую (резиновая,

пластмассовая). Неорганическая пыль бывает минеральная (песок, асбест, стекловата) и металлическая (чугунная, медная, алюминиевая).

При выполнении работ по подключению котельного оборудования к системе газоснабжения должны выполняться меры по вентиляции помещения котельной. Повышенная загазованность рабочей зоны негативно отразится на здоровье сотрудника. Воздух рабочей зоны регламентируется согласно ГОСТ 12.1.005-88 «ОБЩИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУХУ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ».

Эффективным средством обеспечения надлежащей чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны является промышленная вентиляция. *Вентиляцией* называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего.

По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции. Система вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания, называется *естественной вентиляцией*.

Неорганизованная естественная вентиляция – *инфильтрация*, или *естественное проветривание* – осуществляется сменой воздуха в помещениях через неплотности в ограждениях и элементах строительных конструкций благодаря разности давления снаружи и внутри помещения. Такой воздухообмен зависит от случайных факторов – силы и направления ветра, температуры воздуха внутри и снаружи здания, вида ограждений и качества строительных работ. Инфильтрация может быть значительной для жилых зданий и достигать 0,5...0,75 объема помещения в час, а для промышленных предприятий до 1...1,5 ч⁻¹.

Для постоянного воздухообмена, требуемого по условиям поддержания чистоты воздуха в помещении, необходима организованная вентиляция. Организованная естественная вентиляция может быть вытяжной без

организованного притока воздуха (канальная) и приточно-вытяжной с организованным притоком воздуха (канальная и бесканальная аэрация)

8.5 Пожароопасность

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов - способность веществ и материалов к образованию горючей (пожароопасной или взрывоопасной) среды, характеризующая их физико-химическими свойствами и (или) поведением в условиях пожара.

Пожароопасная (взрывоопасная) зона - часть замкнутого или открытого пространства, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие вещества и в котором они могут находиться при нормальном режиме технологического процесса или его нарушении (аварии);

Помещение, в котором будет установлено газовое оборудование относится к пожароопасной (взрывоопасной) зоне

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары твердых горючих веществ и материалов (А);
- 2) пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары газов (С);
- 4) пожары металлов (D);
- 5) пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е);
- 6) пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ (F).

Опасные факторы пожара

1. К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;

- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму.

2. К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 2) радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 3) вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- 5) воздействие огнетушащих веществ.

Классификация пожароопасных зон

1. Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

- 1) П-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия;
- 2) П-II - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;
- 3) П-IIIa - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр;
- 4) П-III - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества.

(в ред. Федерального [закона](#) от 10.07.2012 N 117-ФЗ)

8.6 Взрывоопасность

Взрыв – быстрое экзотермическое химическое превращение взрывоопасной среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных проводить работу.

Взрывобезопасность – состояние производственного процесса, при котором исключается возможность взрыва, или в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей вызываемых им опасных и вредных факторов и обеспечивается сохранение материальных ценностей.

Производственные процессы должны разрабатываться так, чтобы вероятность возникновения взрыва на любом взрывоопасном участке в течение года не превышала 10^{-6} . В случае технической или экономической нецелесообразности обеспечения указанной вероятности возникновения взрыва производственные процессы должны разрабатываться так, чтобы вероятность воздействия опасных факторов взрыва на людей в течение года не превышала 10^{-6} на человека. При этом принятое значение вероятности возникновения взрыва на любом взрывоопасном участке производственного процесса должно быть обосновано и согласовано в установленном порядке с органами государственного надзора

В зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

- 1) 0-й класс - зоны, в которых взрывоопасная смесь газов или паров жидкостей с воздухом присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;
- 2) 1-й класс - зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легко воспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;
- 3) 2-й класс - зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси газов или паров жидкостей

с воздухом, но возможно образование такой взрывоопасной смеси газов или паров жидкостей с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;

4) 20-й класс - зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно;

5) 21-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;

6) 22-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

Параметрами и свойствами, характеризующими взрывоопасность среды, являются:

- 1) температура вспышки;
- 2) концентрационные и температурные пределы воспламенения;
- 3) температура самовоспламенения;
- 4) нормальная скорость распространения пламени;
- 5) минимальное взрывоопасное содержание кислорода (окислителя);
- 6) минимальная энергия зажигания;
- 7) чувствительность к механическому воздействию (удару и трению).

Для предупреждения взрыва необходимо исключить:

- 1) образование взрывоопасной среды;
- 2) возникновение источника инициирования взрыва.

Источником инициирования взрыва являются:

- 1) открытое пламя, горящие и раскаленные тела;
- 2) электрические разряды;
- 3) тепловые проявления химических реакций и механических воздействий;
- 4) искры от удара и трения;
- 5) ударные волны;
- 6) электромагнитные и другие излучения.

Предотвращение образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений, горных выработок и т.п. содержания взрывоопасных веществ, не превышающего нижнего концентрационного предела воспламенения с учетом коэффициента безопасности, должно быть достигнуто:

- 1) применением герметичного производственного оборудования;
- 2) применением рабочей и аварийной вентиляции;
- 3) отводом, удалением взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию;
- 4) контролем состава воздушной среды и отложений взрывоопасной пыли.

8.7 Экологическая безопасность

Газообразное топливо представляет собой наиболее “чистое” органическое топливо, так как при его полном сгорании из токсичных веществ образуются только оксиды азота. При неполном сгорании в выбросах присутствует оксид углерода (СО).

В составе загрязняющих веществ, характерных для объектов газовой промышленности, обычно выделяют сероводород H_2S . Природные газы могут быть бессернистыми или содержать значительные количества сероводорода. Добыча и переработка сероводородсодержащих газов, токсичность и летучесть компонентов которых выше, чем у нефти, сопровождается выделением больших количеств H_2S в атмосферу и является более опасной по загрязнению воздуха и других экологических объектов по сравнению с природным газом,

свободным от сероводорода. В процессе переработки газов, содержащих H_2S , происходит разрушение и износ оборудования, в результате чего выделяются в окружающую среду в опасных объемах сероводород и сопутствующие ему токсичные сернистые, азотные и другие соединения. Природные газы различаются содержанием сероводорода. Например, природные газы Оренбургского месторождения содержат 4-6 % сероводорода, астраханского - 25 %. В Канаде эксплуатируются газовые месторождения с содержанием сероводорода до 50 %. Газы нефтепереработки могут содержать от 0,5 до 15 % сероводорода.

8.8 Безопасность при ЧС

Возможные ЧС в газовой котельной:

- 1) Пожар
- 2) Взрыв

Инструкция о мерах пожарной безопасности в газовой котельной

1. Территория газовой котельной должна содержаться в чистоте, своевременно очищаться от горючих отходов, мусора и т. п. На территории и в помещениях газовой котельной не разрешается устраивать свалки горючих отходов.
2. Дорога, подъезд и проходы к газовой котельной должны быть всегда свободными, содержаться в исправном состоянии, а зимой быть очищенными от снега и льда. К зданию котельной должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей.
3. Территория, прилегающая к газовой котельной, должна иметь наружное освещение, достаточное для быстрого нахождения противопожарного водосточника, входов в здание котельной.
4. Для всех помещений газовой котельной должны быть определены категории взрывопожарной и пожарной опасности, а также класс зоны по правилам устройства электроустановок (ПУЭ), которые надлежит обозначать на дверях помещений.

Около котлов следует вывешивать стандартные знаки безопасности.

5. Противопожарные системы здания котельной должны постоянно содержаться в исправном рабочем состоянии.
6. В здании котельной не разрешается размещать бытовые и служебные помещения, которые не предназначены для персонала котельной, а также мастерские, не предназначенные для ремонта котельного оборудования.
7. Выходные двери из котельного помещения должны открываться наружу. Двери из служебных, бытовых, а также вспомогательно-производственных помещений в котельную должны снабжаться пружинами и открываться в сторону котельной.
8. Руководитель обязан предотвращать проникновение посторонних лиц в помещения, где размещены котлы.
9. В котельной должны быть часы и телефон для связи с потребителями, а также с техническими службами и руководителем.
10. В котельную не должны допускаться лица, не имеющие отношение к эксплуатации котлов и оборудования котельной. В необходимых случаях посторонние лица могут допускаться в котельную только с разрешения руководителя и в сопровождении его представителя.
11. Перед началом отопительного сезона котельные должны быть проверены и отремонтированы. Неисправные отопительные приборы к эксплуатации не допускаются.
12. При ремонтных работах в загазованной среде должны применяться инструменты из цветного металла, исключая возможность искрообразования. Рабочая часть инструментов из черного металла должна быть обильно смазана солидолом или другой смазкой.
Применение в загазованной среде электрических инструментов, дающих искрение, запрещается.
13. Огнезадерживающие устройства (заслонки, шиберы, клапаны и др.) в воздуховодах, устройства блокировки вентиляционных систем с автоматическими установками пожарной сигнализации, автоматические

устройства отключения вентиляции при пожаре должны проверяться в установленные сроки и содержаться в исправном состоянии.

14. В случае воспламенения газа при утечке из газопровода низкого давления тушение пламени в зависимости от характера очага должно производиться одним из следующих способов:

- замазывание места выхода газа глиной;
- набрасывание на пламя мокрых брезентов или кошмы;
- сбивание пламени струей воды, воздуха или инертного газа (азота, углекислого газа).

15. При обнаружении утечки газа должны быть немедленно приняты меры по предупреждению проникновения газа внутрь помещений. Одновременно должны быть приняты меры к ликвидации утечки газа.

16. При эксплуатации котельных установок не разрешается:

- допускать к работе лиц, не прошедших специального обучения и не получивших соответствующих квалификационных удостоверений;
- хранить жидкое топливо в помещениях котельных и теплогенераторных;
- применять в качестве топлива отходы нефтепродуктов и другие легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) и горючие жидкости (ГЖ), которые не предусмотрены техническими условиями на эксплуатацию оборудования;
- эксплуатировать теплопроизводящие установки при утечке газа из систем топливоподачи;
- подавать топливо при потухших газовых горелках;
- разжигать установки без предварительной их продувки;
- работать при неисправных или отключенных приборах контроля и регулирования, предусмотренных предприятием-изготовителем;

- сушить какие-либо горючие материалы на котлах и паропроводах.

17. При использовании установок для сжигания горючих газов (ГГ) запрещается:

- эксплуатация газовых приборов при утечке газа;
- присоединение деталей газовой арматуры с помощью искрообразующего инструмента;
- проверка герметичности соединений с помощью источников открытого пламени (в т. ч. спички, зажигалки, свечи);
- проведение ремонта наполненных газом баллонов.

18. При обнаружении пожара необходимо:

- незамедлительно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);
- сообщить о возникновении пожара руководству и дежурным службам;

принять меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

8.9 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе и в техносфере, является Конституция — Основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны ей противоречить; гарантом Конституции Российской Федерации является Президент.

Другими источниками права в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере являются:

- федеральные законы;
- указы Президента Российской Федерации;
- постановления Правительства Российской Федерации;
- приказы, директивы, инструкции, наставления и другие нормативные акты министерств и ведомств;
- правовые акты субъектов Российской Федерации и муниципальных образований (указы, постановления):
- приказы (распоряжения) руководителей организаций (учреждений, объектов).

Правовой основой обеспечения безопасности в техносфере является целый ряд федеральных законов:

- «О безопасности гидротехнических сооружений»;
- «О безопасности дорожного движения»;
- «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- «О газоснабжении в Российской Федерации»;
- «О пожарной безопасности»;
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- «О радиационной безопасности населения»;
- «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»;
- «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан».

Для реализации требований законов необходимо принятие подзаконных актов, определяющих порядок их исполнения. Подзаконными актами исполнения могут быть постановления Правительства Российской Федерации и правительств субъектов Российской Федерации, а также постановления специально уполномоченных органов в области управления безопасностью жизнедеятельности, в частности, об утверждении разного рода положений и правил. Основные постановления Правительства Российской Федерации в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере:

- «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов»;
- «О подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- «О силах и средствах Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»;
- «О Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности»;
- «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»;
- «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)».

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере необходимы нормативы и правила ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Это прежде всего нормативы качества среды обитания человека, нормативы допустимых нагрузок на природные среды, оборудование, здания и

сооружения. Такого рода документация разрабатывается Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития России), Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России). Министерством регионального развития Российской Федерации (Минрегион России), Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование). Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и специально уполномоченными органами управления по отдельным направлениям обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере.

Документация Минздравсоцразвития России включает в себя гигиенические нормативы (ГН), санитарные нормы (СН), санитарные правила (СП), Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) — санитарные правила и нормы (СанПиНы), Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии — Государственные стандарты (ГОСТ), Минрегиона России — строительные нормы и правила (СНиП). На уровне отраслей это ГОСТы, правила и т.д. Законы и подзаконные акты объединяются понятием «нормативные правовые акты».

Вывод

В данном разделе дипломной работы были изложены требования к рабочему месту и установке газового оборудования. Созданные условия должны обеспечивать комфортную и безопасную работу, не подвергающую жизни и здоровья производителя этих работ и окружающих. На основании изученной литературы по данной установке, были описаны опасные факторы, влияющие на безопасность рабочего процесса. Соблюдение правил и техники безопасности на рабочем месте, позволит не допустить летального или травмоопасного случая, что позволит обеспечить качественное и безаварийное для этого процесса работ.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Выбор и проектирование автономной системы отопления частного дома в г. Томске» были произведены следующие работы:

- 1) проведен анализ существующих видов систем отопления;
- 2) выбрана оптимальная системы отопления для дома: индивидуальная, однотрубная, закрытая, низкотемпературная, водяная, с механическим побуждением циркуляции, с вертикальной разводкой;
- 3) произведены тепловой и гидравлический расчеты системы отопления, в результате которых тепловая мощность системы отопления составила 34,4 кВт, расход теплоносителя 0,384 кг/с, а требуемое давление 1,8 кПа;
- 4) на основании проведенных расчетов было подобрано основное и вспомогательное оборудование (циркуляционный насос Grundfos UPS 25-40, напольный универсальный котел GEODIS GBI, расширительный закрытый мембранный бак Zilmet CAL-PRO 35L 4bar);

Приложение А

Помещение	Ориентация	Ограждение	Размер ограждения		Количество	Площадь	Коэффициент теплопередачи	(tr-ti)n	Добавочный коэффициент, β		I+Σβ	Тепло потери
			a, м	b, м					F, м ²	K, Вт/м ² ·°C		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Цокольный этаж												
Тренажерный зал tr=18 тн= - 40 F=32,72	Ю	НС	4,880	1,500	1	7,32	0,25	58	0,15	0	1,15	122
	З	НС	7,340	1,500	1	11,01	0,25	58	0,15	0	1,15	184
	З	ДО	2,270	0,860	1	1,952	1,47	58	0,15	0	1,15	192
	З	ДО	1,620	0,860	1	1,393	1,47	58	0,15	0	1,15	137
	-	Пл1	24,44	1,000	1	24,44	0,17	58	0	0	1,00	241
	-	Пл2	18,44	1,000	1	18,44	0,13	58	0	0	1,00	139
	-	Пл3	10,44	2,000	1	10,44	0,10	58	0	0	1,00	61
-	Пл4	1,0792	3,142	1	3,390	0,07	58	0	0	1,00	14	
Итого											1090	1090
Зона отдыха tr=22 тн= - 40 F=9,38	С	НС	6,630	0,850	1	5,6355	0,25	62	0,10	0	1,10	96
	С	ДО	1,980	0,865	1	1,7127	1,47	62	0,10	0	1,10	172
	-	Пл1	23,960	1,000	1	23,960	0,17	62	0	0	1,00	252
	-	Пл2	19,960	1,000	1	19,960	0,13	62	0	0	1,00	161
	-	Пл3	7,960	2,000	1	15,92	0,10	62	0	0	1,00	99
Итого											780	780
Сауна tr=30 тн= - 40 F=9,13	С	С	3,210	0,850	1	2,72	0,25	70	0,1	0	1,10	52
	-	Пл1	13,020	1,000	1	13,020	0,17	70	0	0	1,00	155
	-	Пл2	9,420	1,000	1	4,420	0,13	70	0	0	1,00	40
	-	Пл3	3,420	2	1	6,84	0,10	70	0	0	1,00	48
Итого											295	295
Раздевалка tr=22 тн= - 40 F=9,38	-	Пл1	11,040	1	1	11,040	0,25	62	0,1	0	1,10	188
	-	Пл2	4,040	1	1	4,040	0,25	62	0,1	0	1,10	69
Итого											257	257
Постир.	Ю	НС	1,370	1,500	1	2,055	0,25	62	0,15	0	1,15	38

тр=22 тн= - 40 F=3,17	-	Пл1	7,38	1,000	1	7,38	0,17	62	0	0	1,00	78
Итого											116	
Коридор тр=20 тн= - 40 F=9,61	-	Пл1	10,64	1,000	1	10,64	0,10	60	0	0	1,00	64
	-	Пл2	1,761	1,000	1	1,761	0,07	60	0	0	1,00	7
Итого											71	
Кладовая тр=20 тн= - 40 F=6,44	Ю	НС	3,120	1,500	1	4,68	0,25	60	0,10	0	1,10	77
		НДД	0,880	2,000	1	1,760	1,60	60	0,15	2,70	3,85	650
	-	Пл1	12,660	1,000	1	12,660	0,13	60	0	0	1,00	99
	-	Пл2	6,660	1,000	1	6,660	0,13	60	0	0	1,00	52
	-	Пл3	0,4402	2,000	1	0,8804	0,10	60	0	0	1,00	5
Итого											883	
Бассейн тр=25 тн= - 40 F=30,82												
	С	НС	4,940	1,150	1	5,681	0,25	65	0,15	0	1,15	106
	С	ДО	1,980	0,865	2	3,42	1,47	65	0,15	0	1,15	376
		Пл1	20,96	1,000	1	20,96	0,13	65	0,15	0	1,15	204
		Пл2	13,56	1,000	1	13,56	0,13	65	0,15	0	1,15	132
		Пл3	5,56	2,000	1	11,12	0,10	65	0,15	0	1,15	83
Итого											901	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Котельн тр=16 тн= - 40 F=13,34	Ю	НС	3,100	1,500	1	4,65	0,26	56	0,15	0	1,15	78
	В	НС	5,300	1,500	1	7,95	0,26	56	0,15	0	1,15	133
	В	ДО	1,200	1,875	1	2,25	1,47	56	0,15	0	1,15	213
	-	Пл1	16,8	1,000	1	16,8	0,17	56	0	0	1,00	184
	-	Пл2	10,8	1,000	1	10,8	0,13	56	0	0	1,00	79
	-	Пл3	4,68	2	1	9,36	0,10	56	0	0	1,00	52
Итого											739	
Гараж тр=5 тн= - 40 F=42,68	С	НС	7,770	0,650	1	5,0505	0,32	45	0,15	0	1,15	84
	В	НС	6,310	0,650	1	4,1015	0,32	45	0,15	0	1,15	68
	Ю	НС	7,770	0,550	1	4,2735	0,32	45	0,10	0	1,10	70
	С	ДО	1,800	1,200	2	4,32	1,47	45	0,10	0	1,10	68
	Ю	НВ	2,520	2,380	2	11,995	1,60	45	0,10	1,15	2,25	1943
	-	Пл1	28,160	0,435	1	12,249	0,17	45	0	0	1,00	94
	-	Пл2	24,360	1,565	1	38,12	0,13	45	0	0	1,00	223
	-	Пл3	10,360	3,720	1	38,53	0,10	45	0	0	1,00	173
Итого											2723	
Общие потери по цокольному этажу											7527	
1 этаж												

Гостин тр=22 тн= - 40 F=51,34	С	НС	6,440	3,000	1	19,32	0,25	62	0,15	0	1,15	344
	З	НС	7,970	3,000	1	23,91	0,25	62	0,15	0	1,15	426
	С	ДО	2,390	1,775	1	4,242	1,47	62	0,15	0	1,15	445
	З	ДО	1,200	1,775	3	6,39	1,47	62	0,15	0	1,15	670
Итого											1885	
Кухня-столов тр=22 тн= - 40 F=46,99	С	НС	6,440	3,000	1	19,32	0,25	62	0,15	0	1,15	344
	В	НС	8,100	3,000	1	24,3	0,25	62	0,15	0	1,15	433
	С	ДО	2,390	1,775	1	4,242	1,47	62	0,15	0	1,15	445
	В	ДО	1,200	1,775	1	2,130	1,47	62	0,15	0	1,15	223
	В	ДО	0,880	1,775	1	1,580	1,47	62	0,15	0	1,15	166
	В	ДО	0,880	1,775	1	1,580	1,47	62	0,15	0	1,15	166
Итого											1777	
Гардер тр=22 тн= - 40 F=6,56	Ю	НС	4,880	3,000	1	14,64	0,25	62	0,15	0	1,15	261
	В	НС	4,780	3,000	1	14,34	0,25	62	0,15	0	1,15	256
	Ю	ДО	1,670	1,775	1	2,964	1,47	62	0,15	0	1,15	311
Итого											828	
Тамбур тр=22 тн= - 40 F=2,99	Ю	НС	3,120	3,300	1	9,36	0,25	62	0,05	0	1,05	152
	Ю	НДД	0,880	2,675	1	2,354	1,60	62	0,05	0	1,05	245
Итого											397	
Кабинет тр=22 тн= - 40 F=11,93	Ю	НС	4,880	3,000	1	14,64	0,25	62	0,10	0	1,10	250
	З	НС	4,910	3,000	1	14,73	0,25	62	0,10	0	1,10	251
	Ю	ДО	1,670	1,775	1	2,964	1,47	62	0,10	0	1,10	297
	Итого											798
Общие тепловые потери по 1-ому этажу											5519	

Приложение Б

Этаж	Помещение	$t_{вн}, ^\circ\text{C}$	$t_{вн}-t_{н.о}, ^\circ\text{C}$	Gн	$\rho_{вн}, \text{кг/м}^3$	$\Sigma F, \text{м}^2$	k	$F_{пл}, \text{м}^2$	L, м ³	$Q_{инф1}, \text{Вт}$	$Q_{инф2}, \text{Вт}$	$Q_{осн}, \text{Вт}$	$Q_{быт}, \text{Вт}$	$Q_{пом}, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Цоколь	Гараж	5	45	6	1,2	16,315	0,8	49,02	147,06	986,73	1778,83	2723	490,2	4015,63
	Тренажер	18	58	6	1,2	3,345	0,8	35,81	107,43	260,74	1674,87	1090	358,1	2406,77
	Зона отдых	22	62	6	1,2	1,7127	0,8	9,734	29,202	142,71	486,66	780	97,34	1169,32
	Котельная	16	56	6	1,2	2,25	0,8	16,43	49,29	169,34	741,95	739	164,3	1316,65
	Постирочная	22	62	6	1,2	0,000	0	3,178	9,534	0,000	153,76	116	31,78	84,22
	Раздевал	20	60	6	1,2	0,000	0	5,979	17,937	0,000	289,28	257	59,79	486,49
	Коридор 1	20	60	6	1,2	0,000	0	6,953	20,859	0,000	336,41	71	69,53	337,88
	Бассейн	25	65	6	1,2	3,42	0,8	27,36	82,08	298,77	1434,10	901	273,6	2061,5
	Кладовая	20	60	6	1,2	1,760	0,8	10,015	30,045	141,92	484,56	883	100,15	1267,41
1 этаж	Кухня-стол	22	62	6	1,2	7,952	0,8	52,164	156,492	662,62	2608,03	1611	521,64	3697,39
	Гостиная	22	62	6	1,2	10,632	0,8	51,32	153,96	885,94	2565,83	1885	513,2	4217,63
	Гардероб	22	62	6	1,2	2,964	0,8	23,32	69,96	246,98	1165,92	828	233,2	1760,72
	Кабинет	22	62	6	1,2	2,964	0	23,96	71,88	246,98	1197,92	798	239,6	1756,32
	Тамбур	22	62	6	1,2	2,354	0,8	9,7344	29,203	196,15	486,68	397	97,344	786,336
2 этаж	Спальня 1	22	62	6	1,2	8,833	0,8	25,116	75,348	736,036	1255,71	1479	251,16	2483,55
	Спальня 2	22	62	6	1,2	8,0796	0,8	35,677	107,001	673,25	1783,23	1487	356,77	2913,46
	Спальня 3	22	62	6	1,2	5,144	0,8	21,716	65,148	428,63	1085	1037	217,16	1904,84
	Ванная	22	62	6	1,2	2,154	0,8	22,106	66,318	179,48	1105,2	296	221,06	1180,14
	Холл	22	62	6	1,2	4,467	0,8	21,996	65,988	372,22	1099,72	608	219,96	1487,76
	Комната	22	62	6	1,2	7,3236	0,8	35,819	107,457	610,26	1790,83	1422	358,19	2854,64
Общие тепловые потери коттеджа через наружные ограждения с учетом инфильтрации и бытовых тепловыделений														38,188

Приложение В

Этаж	Помещение	Q _{пом} , Вт	Q _{тр} , Вт	Q _{пр}	q _{ном}	Нсекц.	n _{пр}	N1 _{пр.} пред	β3	N1 _{пр.} расч	N1 _{пр}	β3	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Цоколь	Гараж	4015,63	0	4015,63	199	20,17	2	10,085	0,98	10,29	11	0,98	Не изм.
	Тренажер	2406,77	0	2406,77	199	12,09	2	6,03	0,98	6,15	6	0,98	Не изм.
	Зона отд	1169,32	0	1169,32	199	5,87	1	5,87	0,98	5,98	6	0,98	Не изм.
	Котельн	1316,65	0	1316,65	199	6,61	1	6,61	0,98	6,74	7	0,98	Не изм.
	Постир	84,22	0	84,22	199	-	-	-	-	-	-	-	-
	Раздевал	486,49	0	486,49	199	2,44	1	2,44	1,055	2,31	3	1,055	Не изм
	Корид 1	337,88	0	337,88	199	1,69	1	1,69	1,055	1,6	2	1,055	Не изм
	Бассейн	2061,5	0	2061,5	199	10,35	3	3,45	3,03	1,13	2	3,03	Не изм.
Кладовая	1267,41		1267,41	199	6,36	1	6,36	1,00	6,36	7	1,00	Не изм	
1 этаж	Кухня-ст	3697,39	0	3697,39	199	18,5	3	6,16	1,00	6,16	6	1,00	Не изм.
	Гостин	4217,63	0	4217,63	199	21,11	3	7,03	1,00	7,03	7	1,00	Не изм.
	Гардер	1760,72	0	1760,72	199	8,84	1	8,84	0,98	9,02	9	0,98	Не изм.
	Кабинет	1756,32	0	1756,32	199	8,825	1	8,82	0,98	9	9	0,98	Не изм
	Тамбур	786,336	0	786,336	199	3,95	-	-	-	-	-	-	Не изм
2 этаж	Спал 1	2483,55	0	2483,55	199	12,48	2	6,24	1,00	6,24	7	1,00	Не изм.
	Спал 2	2913,46	0	2913,46	199	14,64	3	4,88	1,00	4,88	5	1,00	Не изм.
	Спал 3	1904,84	0	1904,84	199	9,57	2	4,785	1,00	4,785	5	1,00	Не изм.
	Ванная	1180,14	0	1180,14	199	5,93	1	5,93	1,00	5,93	6	1,00	Не изм.
	Холл	1487,76	0	1487,76	199	7,476	1	7,476	1,00	7,476	8	1,00	Не изм.
	Комната	2854,64	0	2854,64	199	14,34	3	4,78	1,00	4,78	5	1,00	Не изм.
					38,188								

Приложение Г

№ участка	$G, \text{ кг/ч}$	$l, \text{ м}$	$d, \text{ м}$	$w, \text{ м/с}$	$R\phi, \text{ Па/м}$	$Rl, \text{ Па}$	$PV, \text{ Па}$	$\Sigma\xi$	Z	$\Sigma RI+Z$
Большая ветвь										
1	533	5,2	0,04	0,16	15	78,00	10,56	3,50	36,96	114,96
2	533	36,2	0,04	0,16	15	543,00	10,56	52,52	554,61	1097,61
3	533	3,2	0,04	0,16	15	48,00	10,56	38,26	404,03	452,03
4	533	37,7	0,04	0,16	15	565,50	10,56	32,50	343,20	908,70
Итого		82,3				1234,50			1338,80	2573,3
Малая ветвь										
5	167	14,8	0,02	0,16	30	444,00	15,43	3,50	54,01	498,01
6	167	19,2	0,02	0,16	30	576,00	15,43	31,68	488,82	1064,82
7	167	17,8	0,02	0,16	30	534,00	15,43	8,00	123,44	657,44
Итого		51,8				1554,00			666,27	2220,27

Список используемых источников

- 1 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей: Справочное пособие. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.
- 2 Чайковский, Г.П. Отопление и вентиляция здания: Учеб. пособие/ Г.П. Чайковский, А.В. Путько. – 2-е изд., испр. и доп. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. – 70 с.
- 3 Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление/ В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканапи и др.; Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.-4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
- 4 СНиП II-3-79**. Строительная теплотехника. – М.: Стройиздат, 1996 г.
- 5 СНиП 23-01-99. Строительная климатология и геофизика. – М.: Стройиздат, 2000 г.
- 6 СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Стройиздат, 1996 г.
- 7 Тиатор И. Отопительные системы. Москва: Техносфера, 2006. – 272с.
- 8 Рекомендации по применению биметаллических блочных радиаторов «Биметал» фирмы «SIRA». Научно производственная фирма ООО «ВИТАТЕРМ». М. – 2000.
- 9 СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. – М.: Стройиздат, 1995г.
- 10 Руководство GRUNDFOS. Системы отопления частных домов. Научно производственная фирма ООО «ВИТАТЕРМ». М. – 2000.

- 11** Интернет-портал «Все для строительства и ремонта». Ваш ДОМ.RU. всё для строительства и ремонта. Строительные материалы, услуги: прайс-листы, тендеры, новости, описания деятельности строительных компаний, размещаемые производителями, поставщиками, магазинами, строительными организациями. Информация о выставках, полезные статьи, нормативные документы, консультации специалистов в форуме по строительству [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/articles/grpindex16.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
- 12** Руклимат. Системы вентиляции и кондиционирования. Котельное оборудование. Универсальные котлы [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: http://www.ruclimat.ru/model/print.php?id_model=9306&coursval=RUR, свододный. – Загл. с экрана.
- 13** Продукция фирм Caprari, Viessman, Grundfos и Wilo – Интернет-магазин Teplopoint.ru. Оборудование для систем отопления и кондиционирования [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.teplopoint.ru/product/46/>, свободный. – Загл. с экрана.