


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

Политехнический институт  
Теплотехника и гидрогазодинамика

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 В.А. Кулагин

2016

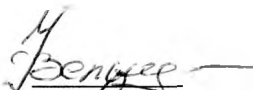
## Дипломный проект

140104.65-промышленная теплоэнергетика

### Разработка теплоснабжения для нового жилого корпуса «Биостанция» СФУ

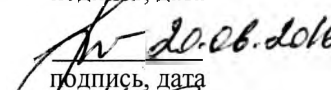
Пояснительная записка

Выпускник

  
подпись, дата

В.Ф. Вельш  
инициалы, фамилия

Руководитель

  
подпись, дата

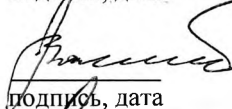
А.Ю. Радзюк  
инициалы, фамилия

Экономическая часть

  
подпись, дата

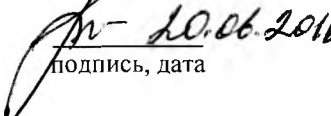
М.В. Зубова  
инициалы, фамилия

Безопасность и  
Экологичность производства

  
подпись, дата

В.В. Колот  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

А.Ю. Радзюк  
инициалы, фамилия

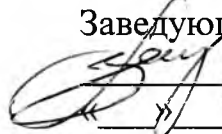
Красноярск 2016

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

Политехнический институт  
Теплотехника и гидрогазодинамика

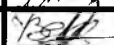
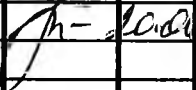
УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 В.А. Кулагин

2016

**Задание  
на выпускную квалификационную работу  
в форме дипломного проекта**

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка теплоснабжения для нового жилого корпуса "Биостанция" СФУ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Вельш, В.Ф						
Провер.		Радзюк, А.Ю					2	87
Реценз.						ПИ СФУ ЭТЭ 10-02		
Н. Контр.								
Утверд.								

1. Тема выпускной квалификационной работы: Разработка теплоснабжения для нового жилого корпуса «Биостанция» СФУ
2. Утверждена приказом по университету № 4588/с от 04.04.2016
3. Дата выдачи задания:
4. Срок сдачи студентам законченного проекта:
5. Исходные данные к ВКР (перечень основных материалов, собранных в период преддипломной практики или выданных руководителем):
  - 5.1 строительные чертежи жилого корпуса «Биостанция» СФУ
6. Содержание расчётно- пояснительной записки: Анализ исходных данных объекта проектирования. Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций здания. Расчёт мощности системы отопления. Тепловой расчёт отопительных приборов. Гидравлический расчёт системы отопления здания. Выбор оборудования системы отопления. Расчёт единовременных и текущих затрат на систему отопления. Организация и безопасность условий труда на рабочем месте.
7. Перечень графического материала:
  - план подвала;
  - план первого этажа;
  - план второго этажа;
  - аксонометрическая схема отопления;
  - план индивидуального теплового пункта;
  - схема обвязки котла;
  - конструктивные узлы системы отопления;
8. Консультанты по дипломному проекту:
  - 8.1 экономическая часть: М.В. Зубова
  - 8.2 безопасность жизнедеятельности: В.В. Колот

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

## 9. Консультируемые разделы

Наименование раздела	Кафедра; инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
1. Основной раздел	А.Ю. Радзюк
2. Экономика строительства	М.В. Зубова
3. Безопасность и экология производства	В.В. Колот

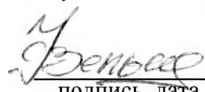
Руководитель выпускной  
квалификационной работы



подпись, дата

А.Ю. Радзюк

Студент ЗТЭ 10-02



подпись, дата

В.Ф. Вельш

					СФУ ПИ.ДП-14.0104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## Календарный график выполнения этапов ВКР


Наименование и содержание этапа	Срок выполнения	Примечание
получение задания по дипломному проектированию, уточнение цели и задач дипломного проекта, сбор материалов для дипломного проекта.	12.02.2016 – 04.03.2011	
обзор литературных источников по теме дипломного проекта, написание раздела ПЗ с постановкой задачи.	05.03.2016-18.03.2011	
проработка вопросов экономической части	19.03.2016 – 03.04.2016	
проработка вопросов безопасности	04.04.2016 – 17.04.2016	
написание основной части ПЗ	18.04.2016 – 28.05.2016	
оформление ПЗ, подготовка иллюстрированного материала	29.05.2016 – 19.05.2016	
предзащита с представлением готового материала дипломного проекта	20.06.2016	
подготовка к защите дипломного проекта	20.06.2016 – 28.06.2016	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

  
подпись, дата

А.Ю. Радзюк

Студент ЗТЭ 10-02

  
подпись, дата

В.Ф. Вельш

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## РЕФЕРАТ

Текст 87с., 15 рис., 24 табл., 34 источников

### Разработка теплоснабжения для нового жилого корпуса «Биостанция» СФУ

Объект исследования является биостанция для которой подобран автоматический котёл.

Цель работы- подбор оборудования и системы отопления в доме биостанции.

В дипломном проекте проведён расчёт тепловой схемы жилого корпуса биостанции СФУ, выбрано основное и вспомогательное оборудование. Рассмотрены требования к автономной системе теплоснабжения, произведены: расчёт теплотерь через ограждающие конструкции, гидравлический расчёт системы теплоснабжения, произведён подбор оборудования системы отопления.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Анализ исходных данных объекта проектирования.....	10
1.1 Климатологические характеристики района.....	10
1.2 Описание объекта проектирования.....	11
1.3 Основные решения по отоплению здания.....	12
2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания.....	20
2.1 Расчет ГСОП.....	20
2.2. Расчет теплозащитных свойств наружных стен.....	20
2.3 Расчет теплозащитных свойств перекрытия.....	21
2.4 Расчет теплозащитных свойств пола.....	22
2.5 Расчет теплозащитных свойств оконных и дверных проемов.....	23
3. Расчет мощности системы отопления.....	26
3.1 Расчет тепловых потерь помещений.....	26
3.2 Расчет теплопоступлений в помещения.....	27
3.3 Тепловой баланс помещений.....	31
4 Тепловой расчет отопительных приборов.....	38
5 Гидравлический расчет системы отопления здания.....	47
6 Выбор оборудования системы отопления.....	53
6.1 Выбор и описание котельного агрегата.....	53
6.2 Выбор и описание вспомогательного оборудования.....	56
7 Экономический раздел.....	62
7.1 Расчёт основных технико-экономических показателей системы теплоснабжения.....	62
7.2 Расчёт готовых эксплуатационных затрат и сибстоимости.....	69
7.3 Расчёт себестоимости 1 Гдж тепловой энергии.....	72
8 Безопасность жизнедеятельности.....	74
8.1 Недостатки базовой конструкции (аналогов) по обеспечению безопасности труда.....	74
8.2 Проектное решение по обеспечению безопасности труда на проектируемом оборудовании в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003.....	74
8.3 Санитарно гигиенические требования к помещению для размещения проектируемого оборудования.....	76
8.4 Обеспечения взрывопожарной безопасности при эксплуатации проектируемого оборудования.....	80
8.5 Расчёт общеобменной вентиляции.....	81
Заключение.....	83
Список использованных источников.....	85

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с быстрыми темпами развития и расширения теплоэнергетического оборудования и способов его монтажа, перед современными специалистами, а также проектировщиками возникают большие перспективы и возможности по внедрению их в нашей стране.

Разработка систем отопления и вентиляции является одной из составных частей, определяющих эффективное и рациональное использование ресурсов.

Системы отопления – 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.

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.

Для поддержания необходимой температуры внутреннего воздуха здания оборудуются отопительными установками. Создание и поддержание теплового комфорта в помещениях жилых зданий – их основная задача.

Современные системы отопления строятся на основе высокотехнологичного оборудования: бытового, промышленного, полупромышленного типа. Это предоставляет широкие возможности настройки и регулировки микроклимата в помещениях различного назначения и объема, но в тоже время требует тщательной проработки конфигурации систем и ответственного подхода к выбору оборудования.

Актуальность проекта определяется большим интересом к современным системам теплоснабжения, перспективностью развития данной отрасли в рамках повышения эффективности, экологичности и экономичности отопительных установок.

Целью настоящей ВКР является разработка и проектирование системы отопления биостанции, расположенной в д. Крутая Емельяновского района Красноярского края.

Объект исследования - системы отопления здания.

В достижении обозначенной цели в проекте необходимо решить следующие задачи:

- трассировка системы отопления на плане, построение аксонометрической схемы системы отопления, расстановка санитарных приборов и запорной арматуры;
- выполнение теплотехнического расчета ограждающих конструкций здания;
- определение теплового режима здания, тепловой и гидравлический расчет системы отопления;

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.№</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87



- рассмотрение вопросов охраны труда;
- экономические расчеты, определение технико-экономических показателей проекта.

Практическая значимость работы заключается в возможности реализации проработанных в проекте вопросов по строительству здания.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

# 1 Анализ исходных данных объекта проектирования

## 1.1 Климатологические характеристики района

Месторасположения биостанции – д. Крутая Емельяновского района Красноярского края.

Район строительства в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» и СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» характеризуется следующими условиями, представленными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Климатологическая характеристика места строительства

Наименование	Показатели	Источник
1	2	3
Климатический подрайон	I B	[1]
Расчетная температура для проектирования ограждающих конструкций, °С:		
1) абсолютная минимальная	-48	То же
2) средняя наиболее холодных суток	-42	"
3) средняя наиболее холодной пятидневки	-37	"
Зона влажности	влаж.	"
Внутренняя расчетная температура, °С	18-20	-
Внутренняя относительная влажность воздуха, %	66	-
Продолжительность отопительного периода, сут.	233	[1]
Средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °С	-6,7	"
Количество осадков за холодный период	204	
за теплый период	126	
Преобладающее направление ветра за холодный период	З	
за теплый период	ЮЗ, З	

Класс здания – II.

Степень огнестойкости – II.

## 1.2 Описание объекта проектирования

Объект проектирования – биостанция.

Внешний вид станции представлен на рис. 1.1 и 1.2



Рисунок 1.1 – Главный фасад здания биостанции



Рисунок 1.2 - Задний фасад здания биостанции

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Основные конструктивные решения здания:

Стены:

- монолит (бетон);
- утеплитель Rockwool;
- обшивка сайдингом.

Пол над неотапливаемым подвалом:

- керамическая плитка
- прослойка и заполнение швов из цементно - песчаного раствора марки М150 – 15;
- стяжка из цементно - песчаного раствора М150 – 20;
- 3 слоя изола И – БД ГОСТ 10296-79 на горячей битумной мастике МБК-Г-55 ГОСТ 2889-80;
- стяжка из цементно – песчаного раствора М150 по уклону арматурной сеткой;
- керамзит, пролитый цементно - песчаным раствором на 30мм;
- утеплитель - минераловатные плиты ППЖ, обернутые полиэтиленовой пленкой;
- пароизоляция - 1 слой пергамина;
- ж.б. плита.

Пол на втором этаже:

- покрытие - коммерческий линолеум «Tarkett»;
- прослойка из быстротведеющей мастике на водостойких вяжущих;
- стяжка из цементно - песчаного раствора по уклону АРМ сеткой;
- звукоизоляция - минераловатные плиты ППЖ;
- пароизоляция - 1 слой пергамина;
- ж.б. плита.

Потолочное перекрытие:

- подвесной потолок;
- слой пароизоляции (1 слой пергамина);
- теплоизоляция - минераловатные плиты «Техно лайт»;
- обрешетка сплошная из дерева;
- кровля из металлочерепицы.

### **1.3 Основные решения по отоплению здания**

#### **1.3.1 Обоснование расстановки нагревательных приборов**

Отопительные приборы, один из основных элементов систем отопления, предназначены для теплопередачи от теплоносителя в обогреваемые помещения.

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

Способ установки нагревательных приборов должен соответствовать архитектурному оформлению помещения, отвечать характеру здания и классу его отделки.

Нагревательные приборы располагаем под окнами у наружных стен. В этом случае они создают равномерный обогрев воздуха в помещении и препятствуют появлению токов холодного воздуха над полом и возле окон. Нагревательные приборы устанавливаем, открыто без ограждений.

Приборы в помещениях располагаем симметрично с наименьшим количеством отопительных стояков и подводками к приборам не более 1 - 1,25 м.

В отсеке тамбура с наружным входом приборы не устанавливаем. Циркуляция воды в приборах осуществляется сверху вниз.

Расход теплоты на отопление каждого помещения определяется по тепловому балансу для поддержания в нем необходимой температуры при расчетных зимних условиях. В этих условиях теплотребность помещения  $Q_n$  должна компенсироваться теплоотдачей отопительного прибора  $Q_{пр}$ . Эта теплоотдача в помещение, необходимая для поддержания заданной температуры, в системе отопления называется тепловой нагрузкой отопительного прибора.

### 1.3.2 Обоснование расстановки стояков

Стояки системы отопления прокладываем скрыто, заделывая полностью в строительные конструкции.

К стоякам, питающего лестничную клетку, не присоединяем нагревательные приборы других помещений. В угловых комнатах размещение стояков должно обеспечить прогрев углов наружных стен. Количество стояков должно быть минимальным. Подводки к нагревательным приборам при длине подводки до 500 мм прокладываем горизонтально.

Длина подводок не должна превышать 1,25 м.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

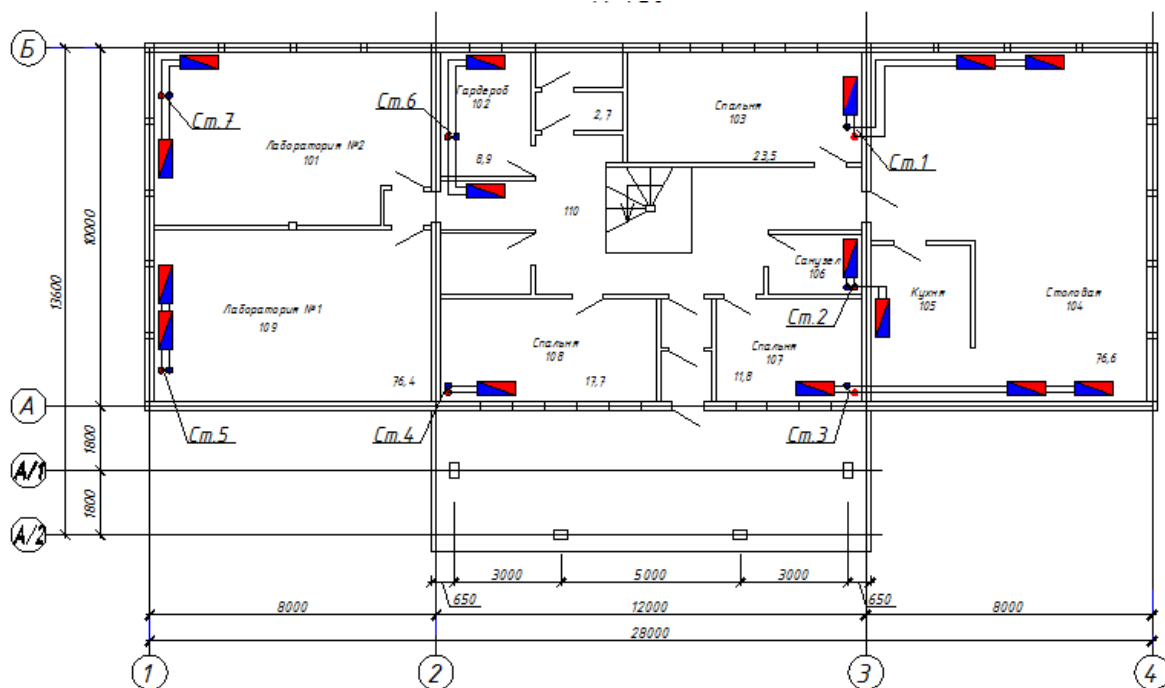


Рисунок 1.3 - Расстановка стояков на первом этаже

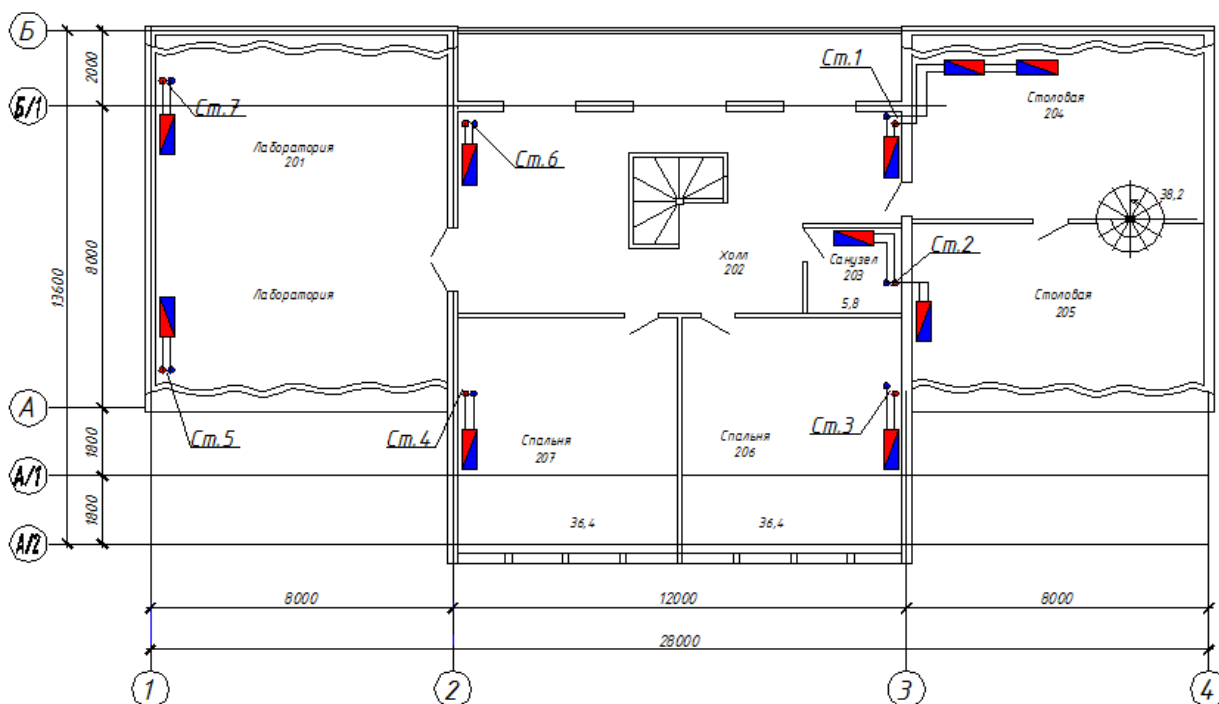


Рисунок 1.4 - Расстановка стояков на втором этаже

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Лист

14

### 1.3.3 Составление схемы системы отопления

Рассматриваем водяную систему отопления с использованием полипропиленовых трубопроводов.

Трубы систем отопления предназначены для подачи в приборы и отвода из них необходимого количества теплоносителя; поэтому их называют теплопроводами.

В настоящем проекте рассматриваются теплопроводы вертикальной двухтрубной системы отопления, которые подразделяются на магистрали, стояки и подводки. Движение теплоносителя в подающей (разводящей) и обратной магистралях встречное. Поэтому такую систему называют тупиковой. На рис. 1.5 показано тупиковое движение теплоносителя.

Теплоноситель в подающей магистрали течет в одном, а в обратной - в противоположном направлении.

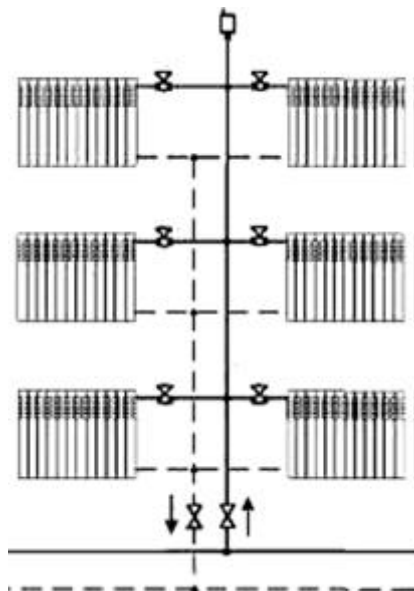


Рисунок 1.5 - Вертикальная система отопления с нижней разводкой

Прокладка трубопроводов системы предусматриваем скрытой. Стояки и подводки к приборам заделывают полностью в строительные конструкции. Подающий трубопровод располагают справа от обратного. Стояки системы отопления размещаем в углах, образуемых наружными ограждающими конструкциями.

Трубопроводы в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок следует прокладывать в гильзах из негорючих материалов; края гильз должны быть на одном уровне с поверхностями стен, перегородок и потолков, но на 30 мм выше поверхности чистого пола.

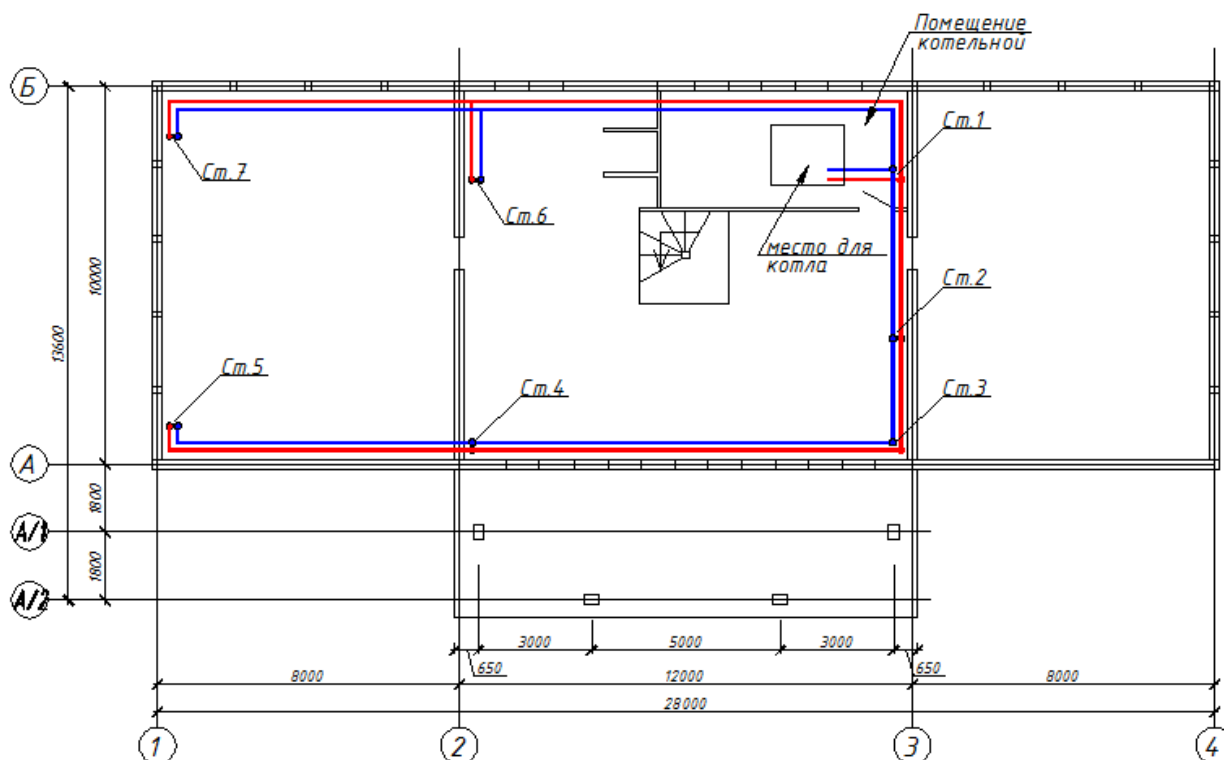


Рисунок 1.6 - Прокладка трубопроводов отопления в подвале здания биологической станции

### 1.3.4 Обоснование расстановки запорно-регулирующей арматуры

На магистральных линиях, стояках и подводках устанавливается запорно-регулирующая арматура для отключения или регулирования системы или ее частей.

Предусматривается три ступени регулирования.

На ИТП регулируется температура и расход теплоносителя требуемые для погодной компенсации. Для чего устанавливаем регулировочные клапаны на подающем и обратном трубопроводе.

Регулирование осуществляется также в основании стояков. Для нормальной работы системы отопления стояки должны быть оснащены необходимой запорно-регулирующей арматурой, обеспечивающей расчетные расходы теплоносителя по стоякам и спуск воды из них при необходимости. Для этих целей используем запорные вентили марки FAR и балансировочные клапаны Danfoss.

Балансировочные клапаны необходимы для гидравлической балансировки (увязки) отдельных колец системы отопления и стабилизации динамических режимов ее работы.

Балансировочные клапаны подразделяются на ручные (MSV-C, MSV-F, USV-I и MSV-I), которые используются вместо регулировочных диафрагм, и автоматические, поддерживающие постоянный перепад давлений в стояках двухтрубных систем отопления (ASV-P/ASV-M, ASVP-V (PV Plus)/ASV-M) или постоянный расход в стояках однотрубных систем (AB-QM).

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



Устанавливаются на стояках или горизонтальных ветвях двухтрубных систем отопления с целью стабилизации в них перепада давлений на уровне, который требуется для оптимальной работы автоматических радиаторных терморегуляторов.

Клапан ASV-P представляет собой регулятор постоянства перепада давлений, к регулирующей мембране которого подводится положительный импульс через импульсную трубку длиной 1,5 м от подающего стояка системы и отрицательный импульс — от обратного стояка через внутренние каналы клапана. Импульсная трубка к подающему стояку присоединяется через запорный клапан ASV-M.

Для регулирования параметров микроклимата в каждом помещении используются автоматические радиаторные терморегуляторы RTD фирмы «Danfoss».

Клапаны радиаторных терморегуляторов серии RTD подразделяются на два типа: RTD-N (для двухтрубных насосных систем отопления) и RTD-G (для однетрубных насосных и двухтрубных гравитационных систем).

Принимаем к установке терморегуляторы с клапанами RTD-N.

### **1.3.5 Разработка параметров выпуска воздуха из системы отопления**

В системах отопления скопление газов (точнее газов) нарушают циркуляцию теплоносителя и вызывают шум и коррозию труб.

Воздух в систему отопления попадает различными путями: частично остается в свободном состоянии при заполнении их теплоносителем; подсасывается в процессе эксплуатации неправильно сконструированной системы; вносится водой при заполнении и эксплуатации в растворенном (точнее, поглощенном, абсорбированном) виде.

В системе с деаэрированной водой появляется водород с примесью других газов.

Количество свободного воздуха, оставшегося в трубах и приборах при их заполнении, не поддается учету, но этот воздух в правильно сконструированных системах удаляется в течение нескольких дней эксплуатации.

Подсоса воздуха можно избежать путем создания избыточного давления в неблагоприятных точках системы.

Количество растворенного воздуха, вводимого в систему при периодических добавках воды в процессе эксплуатации, определяется в зависимости от содержания воздуха в приточной воде.

Холодная водопроводная вода может содержать свыше 30 г воздуха в 1 т воды, деаэрированная вода из теплофикационной сети - менее 1 г. Поэтому выбираем источник заполнения и подпитки системы отопления с деаэрированной водой.

Количество растворенного воздуха, переходящего в свободное состояние, зависит от температуры и давления в системе отопления.

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	<i>Лист</i>
						17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Зависимость растворимости (насыщенной концентрации) кислорода воздуха от температуры чистой воды при атмосферном давлении (98,1 кПа):

Температура воды, °С 60..80

Растворимость кислорода воздуха  $p_a$ , г/т 13,8

Повышение температуры воды сопровождается значительным понижением содержания в ней растворенного кислорода, и в тех местах систем водяного отопления, где горячая вода находится под давлением, близким к атмосферному, из растворенного в свободное состояние переходит наибольшее количество газов.

Повышение давления задерживает переход абсорбированного газа в свободное состояние. Поэтому растворенный воздух, вносимый с подпиточной водой, не может перейти в свободное состояние в нижней части системы отопления здания. Это произойдет лишь при достаточном понижении гидростатического давления в верхней части системы.

Воздух в свободном состоянии занимает в системах отопления значительный объем и может образовать пробку, что нарушит циркуляцию теплоносителя. Что подтверждает настоятельную необходимость удаления свободного воздуха из системы отопления.

Форма газовых скоплений в воде в свободном состоянии различна. Лишь пузырьки с диаметром сечения не более 1 мм имеют форму шара. С увеличением объема пузырьки сплющиваются, принимая эллипсоидную и грибовидную форму.

В вертикальных трубах пузырьки газа могут всплывать, находиться во взвешенном состоянии и наконец увлекаться потоком воды вниз.

В горизонтальных и наклонных трубах пузырьки газа занимают верхнее положение. Мельчайшие пузырьки задерживаются в нишах шероховатой поверхности труб.

Более крупные пузырьки (объемом 0,1 см и более) в зависимости от уклона труб и скорости движения воды как бы катятся вдоль «потолочной» поверхности труб в виде прерывистой ленты. Газы переходят из свободного состояния в свободное по мере уменьшения гидростатического давления. При нижней разводке в отдельных стояках с горячей водой. Свободные пузырьки и скопления газов движутся по течению или против него в зависимости от скорости потока воды и уклона труб. Газы собираются в высших точках системы, а при высокой скорости движения захватываются потоком и по мере понижения температуры и повышения гидростатического давления в нижних частях системы вновь абсорбируется водой.

Особенно важны мероприятия по сбору и удалению воздушных скоплений при «подпитке» системы водопроводной водой.

В системах с нижней разводкой обеих магистралей газы, концентрирующиеся в греющих трубах конвекторов, установленных на верхнем этаже, удаляют в атмосферу периодически при помощи ручных воздушных кранов. Воздухоотводчики устанавливаются на верхней трубе конвекторов. Воздухоотводчики снабжены полимерными трубками для отвода газозвоздушной смеси в нижнюю часть отопительного прибора.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

В системе предусматривается установка нагревательных приборов-радиаторов фирмы KERMI, которые в базовой комплектации снабжены воздухопускными клапанами. Воздухоотводящий кран открывается и закрывается специальным ключом, входящим в комплект поставки, через щели Воздуховыпускной решетки, а также полимерной трубкой для отвода воздушно-паровой смеси в нижнюю часть межреберного пространства. Наличие воздухопускного клапана в каждом конвекторе позволяет обеспечить любую подводку к этому прибору без предъявления особых требований к установке воздухоотводящих устройств.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

## 2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания

### 2.1 Расчет ГСОП

Минимальные значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий принимаем в соответствии с показателем, называемым градусо-сутками отопительного периода ( $D_d$ ), рассчитываемым по формуле:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}}, \quad (1.1)$$

где  $t_{\text{int}}$  – расчётная температура воздуха в помещении, °C ;

Принимаем  $t_{\text{int}} = 18$  °C .

$t_{\text{ht}}$  – средняя за отопительный период температура, °C ;

$z_{\text{ht}}$  – продолжительность отопительного периода в сутках.

$$D_d = (20 - (-6,7)) \times 233 = 6221 \text{ °C} \times \text{сутки}$$

### 2.2 Расчет теплозащитных свойств наружных стен

Из условий проектирования здания принимаем следующую конструкцию наружных стен на отметке 0.00 и выше:

- монолит (бетон)  $\delta_3 = 0,2$  м;

- утеплитель Rockwool  $\delta_2 = \dots$  (требуется уточнения);

- сайдинг  $\delta_1 = 0,001$ .

По градусо - суткам отопительного периода  $D_d = 6221$  °C·сут., отличающимся от табличных, определяем требуемое значение сопротивления теплопередаче стены по формуле (СНиП 23-02-2003):

$$R_{\text{rec}} = \alpha \cdot D_d + b, \quad (1.2)$$

где  $\alpha$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 4 (СНиП 23-02-2003).

Принимаем  $a = 0,0003$ ;  $b = 1,2$ .

$$R_{\text{rec}} = 0,0003 \cdot 6221 + 1,2 = 3,07 \text{ м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}.$$

Требуемое термическое сопротивление теплопередаче можно определить по формуле:

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		20

$$R_w = \frac{1}{\alpha_a} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_i}, \quad (1.3)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения для условий холодного периода.

Принимаем по таблице 8 настоящего СП23-101-2004

$$\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

$\alpha_{вн}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·К), принимаемый по таблице 7 СНиП 23–02–2003.

$$\alpha_{вн} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

$\delta_i$  – толщина слоя, м;

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности слоя, Вт/м·К.

Коэффициенты теплопроводности материалов находим по приложению Д (СП23–101–2004).

Имеем  $\lambda_1 = 1,56 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$  – для бетона

$\lambda_2 = 0,042 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$  – для утеплителя

$\lambda_3 = 0,19 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$  – для сайдинга

Тогда требуемое термическое сопротивление теплопередаче равно:

$$R_w = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,19} + \frac{x}{0,042} + \frac{0,2}{1,56} + \frac{1}{23} = 3,07, \text{ откуда } x = 0,117 \text{ м}.$$

Принимаем толщину утеплителя Rockwool  $\delta_2 = 0,120 \text{ м}$ .

Находим фактическое термическое сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R_w = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,19} + \frac{0,12}{0,042} + \frac{0,2}{1,56} + \frac{1}{23} = 3,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи через наружные стены определим по формуле:

$$k_w = \frac{1}{R_w}, \quad (1.4)$$

$$k_w = \frac{1}{3,16} = 0,317 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

### 2.3 Расчет теплозащитных свойств перекрытия

Из условий проектирования здания принимаем следующую конструкцию бесчердачного перекрытия:

- подвесной потолок ПВХ  $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$  ;

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- слой пароизоляции (1 слой пергамина)  $\delta_2 = 0,002$  м;
- теплоизоляция - минераловатные плиты «Технолайт»  $\delta_3 = \dots$  (требуется расчета);
- обрешетка сплошная из дерева  $\delta_4 = 0,03$  м;
- покрытие из металлочерепицы  $\delta_5 = 0,005$  м.

По градусо - суткам отопительного периода ГСОП = 6221 °С·сут., отличающимся от табличных, определяем требуемое значение сопротивления теплопередаче стены по формуле (2.2) (СНиП 23-02-2003).

Принимаем  $a = 0,00035$ ;  $b = 1,3$ .

$$R_c = 0,00035 \cdot 6221 + 1,3 = 3,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Коэффициенты теплопроводности материалов находим по приложению Д (СП23-101-2004):

- подвесной потолок ПВХ  $\lambda_1 = 0,19 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ ;
- слой пароизоляции  $\lambda_2 = 0,17 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ ;
- минераловатные плиты  $\lambda_3 = 0,039 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ ;
- обрешетка сплошная из дерева  $\lambda_4 = 0,23 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ ;
- покрытие из металлочерепицы в расчете не учитываем ввиду малой толщины слоя.

Тогда требуемое термическое сопротивление теплопередаче равно:

$$R_c = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{x}{0,039} + \frac{0,03}{0,23} + \frac{1}{23} = 3,48, \text{ откуда } x = 0,119 \text{ м}.$$

Принимаем толщину утеплителя  $\delta_3 = 0,12$  м.

Находим фактическое термическое сопротивление теплопередаче бесчердачного перекрытия:

$$R_c = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,12}{0,039} + \frac{0,03}{0,23} + \frac{1}{23} = 3,488 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи через бесчердачное перекрытие определим по формуле:

$$k_c = \frac{1}{R_c} = \frac{1}{3,488} = 0,287 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}.$$

## 2.4 Расчет теплозащитных свойств пола

Из условий проектирования здания принимаем следующую конструкцию пола над цокольным этажом:

- керамическая плитка  $\delta_1 = 0,005$  м;

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- прослойка и заполнение швов из цементно - песчаного раствора марки М150 – 15  $\delta_2 = 0,02$  м;
- стяжка из цементно - песчаного раствора М150 – 20  $\delta_3 = 0,02$  м;
- 3 слоя изола И – БД ГОСТ 10296-79 на горячей битумной мастике МГК-Г-55 ГОСТ 2889-80  $\delta_4 = 0,009$  м;
- стяжка из цементно – песчаного раствора М150 по уклону арматурной сеткой  $\delta_5 = 0,02$  м;
- керамзит, пролитый цементно - песчаным раствором на 30мм  $\delta_6 = 0,06$  м;
- утеплитель - минераловатные плиты ППЖ, обернутые полиэтиленовой пленкой  $\delta_7 = \dots$  (требуется уточнения);
- пароизоляция - 1 слой пергамина  $\delta_8 = 0,002$  м;
- ж.б. плита  $\delta_9 = 0,18$  м.

$$R_f = 0,00033 \cdot 6221 + 1,3 = 3,35 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} .$$

Коэффициенты теплопроводности материалов находим по приложению Д (СП23–101–2004):

- керамическая плитка  $\lambda_1 = 1,45 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  ;
- прослойка и заполнение швов из цементно - песчаного раствора марки М150 – 15  $\lambda_2 = 0,93 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  ;
- стяжка из цементно - песчаного раствора М150 – 20  $\lambda_3 = 0,93 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  ;
- 3 слоя изола И – БД ГОСТ 10296-79 на горячей битумной мастике МГК-Г-55 ГОСТ 2889-80  $\lambda_4 = 0,24 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  м;
- стяжка из цементно – песчаного раствора М150 по уклону арматурной сеткой  $\lambda_5 = 0,93 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  ;
- керамзит, пролитый цементно - песчаным раствором на 30мм  $\lambda_6 = 0,099 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  ;
- утеплитель - минераловатные плиты ППЖ, обернутые полиэтиленовой пленкой  $\lambda_7 = 0,041 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  (требуется уточнения);
- пароизоляция - 1 слой пергамина  $\lambda_8 = 0,17 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  ;
- ж.б. плита  $\lambda_9 = 2,04 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$  .

Тогда требуемое термическое сопротивление теплопередаче равно:

$$R_f = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{1,45} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,009}{0,24} + \frac{0,06}{0,099} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,18}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,35$$

откуда  $x = 0,099$  м.

Принимаем толщину утеплителя  $\delta_7 = 0,1$  м.

Коэффициент теплопередачи через пол над не отапливаемым подвалом определим по формуле:

$$k_f = \frac{1}{R_f} = \frac{1}{3,35} = 0,299 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К} .$$

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

## 2.5 Расчет теплозащитных свойств оконных и дверных проемов

По градусо - суткам отопительного периода ГСОП = 6221 °С·сут., отличающимся от табличных, определяем требуемое значение сопротивления теплопередаче стены по формуле (2.2) (СНиП 23-02-2003).

Принимаем  $a = 0,00005$ ;  $b = 0,2$ .

$$R_F = 0,00005 \cdot 6221 + 0,2 = 0,51 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Выбираем конструкцию окна с сопротивлением теплопередаче большим или равным требуемого.

Принимаем по таблице 5 СП23-101-2004 следующий тип заполнения светового проема: тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах.

$$R_F = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи через световые проемы определим по формуле:

$$K_{н.о.} = \frac{1}{R_f} - K_{ст}, \quad (1.5)$$

$$K_{н.о.} = \frac{1}{0,56} - 0,317 = 1,47 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}.$$

## Расчет теплозащитных свойств дверных проемов

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{ed}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  входных дверей и дверей (без тамбура) зданий на первых этажах и ворот, а также дверей квартир с неотапливаемыми лестничными клетками должно быть не менее произведения  $0,6 \cdot R_0$ , где  $R_0$  - приведенное сопротивление теплопередаче дверных проемов, определяемое по формуле (СНиП 23-02-2003):

$$R_{ed} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{п}})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (1.6)$$

$$R_{ed} = \frac{1 \cdot (20 - (-37))}{4 \cdot 8,7} = 1,58 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  входных дверей равно:

$$R_{ed} = 0,6 \cdot 1,58 = 0,97 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи через дверные проемы определим по формуле:

$$k_{ed} = \frac{1}{R_{ed}} = \frac{1}{0,97} = 1,03 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}.$$

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



Все данные по расчёту теплозащитных свойств наружных ограждений сведём в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Теплозащитные свойства наружных ограждений

Ограждение	R м <sup>2</sup> К/Вт	K Вт/м <sup>2</sup> К
Наружная стена	3,16	0,317
Бесчердачное перекрытие	3,49	0,287
Перекрытие над не отапливаемым подвалом	3,35	0,299
Окна	0,56	1,47
Двери	0,97	1,03

### 3 Расчет мощности системы отопления

#### 3.1 Расчет тепловых потерь помещений

Расчет тепловых потерь помещений ведем по формуле:

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{но}} + Q_{\text{во}} + Q_{\text{инф}}, \quad (1.7)$$

где  $Q_{\text{но}}$  – теплопотери через наружные ограждения, Вт

$Q_{\text{во}}$  – теплопотери через внутренние ограждения, Вт

$Q_{\text{инф}}$  – расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха, Вт.

Общие потери теплоты помещением через наружные ( $Q_{\text{но}}$ ) или внутренние ( $Q_{\text{во}}$ ) ограждения определяют суммированием теплопотерь через отдельные ограждающие конструкции с точностью до 10 Вт по формуле:

$$Q_{\text{iад}} = k \cdot F \cdot n \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{exp}}) \cdot (1 + \sum \beta), \quad (1.8)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи ограждения (величина обратная общему термическому сопротивлению теплопередаче через ограждение, т.е.  $k = 1/R_0$ ), Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$t_{\text{int}}$  – расчетная температура внутри помещения, °С;

$t_{\text{exp}}$  – расчетная температура наружного воздуха для района, где расположено здание, °С;

$1 + \sum \beta$  – коэффициент, учитывающий добавочные тепловые потери.

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха определяется по формуле:

$$Q_{\text{э}} = 0,28 \sum G_i c (t_{\text{int}} - t_{\text{exp}}) \cdot K, \quad (1.9)$$

где  $\sum G_i$  – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения;

где  $A_1$  – площадь световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей), м<sup>2</sup>;

$A_2$  – площадь стен (без площади световых проемов), м<sup>2</sup>;

$\Delta p_1$  – расчетная разность давлений, на наружной и внутренней поверхностях ограждения на уровне пола первого этажа, Па;  $\Delta p_1 = 10$  Па

$\Delta p_i$  – то же, на расчетном этаже, Па;

$R_{\text{н}}$  – сопротивление воздухопроницанию наружной ограждающей конструкции, м<sup>2</sup> · ч · Па/кг, определяемое по прил. 9 /3/;

$G_{\text{н}}$  – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м<sup>2</sup> · ч), принимаемая по табл. 12 /3/;

$l$  – длина стыков стеновых панелей, м;

$A_3$  – площадь щелей и неплотностей в наружных ограждающих конструкциях,  $m^2$ .

Результаты расчета тепловых потерь по всем помещениям здания представлены в таблице 3.2

### 3.2 Расчет тепlopоступлений в помещения

#### Тепlopоступления от источников искусственного освещения

Тепlopоступления от источников искусственного освещения определим по формуле:

$$Q_{ocb} = E \cdot F \cdot q_{ocb} \cdot k, \quad (1.10)$$

где  $E$  - удельная освещенность, лк, принимаем по таблице 2.3 /6/

$$E_{cp} = 200 \text{ лк}$$

$F$  - площадь освещенной поверхности,  $m^2$ ;

$q_{ocb}$  - удельные выделения тепла от освещения,  $Вт/(m^2/лк)$ , определяется по табл. 2.4 /6/; принимаем  $q_{ocb} = 0,1 \text{ Вт}/(m^2/лк)$ ;

$k$  - коэффициент использования теплоты для освещения, принимаем по [6]  $k = 0,3$ .

Площадь освещенной поверхности:

$$F = 28 \cdot 10 \cdot 2 = 560 m^2$$

Тепlopоступления от источников искусственного освещения:

$$Q_{ocb} = 200 \cdot 560 \cdot 0,1 \cdot 0,3 = 2225 \text{ Вт} = 2,2 \text{ кВт.}$$

#### Тепlopоступления от солнечной радиации через световые проемы

Определение поступления теплоты через световые проемы за счет солнечной радиации производится по формуле

$$Q_o = (q_{np} - q_{mn}) F_{п}, \quad (1.11)$$

где  $q_{np}$  - тепlopоступления от солнечной радиации через заполнение светового проема,  $Вт/m^2$ ;

$q_{mn}$  - тепlopоступления через заполнение светового проема, обусловленные теплопередачей,  $Вт/m^2$  ;

$F_{п}$  - площадь светового проема,  $m^2$ .

Тепlopоступления от солнечной радиации,  $Вт/m^2$ ; через вертикальное заполнение световых проемов определяется по формуле:

$$q_{np} = (q_n \cdot K_{нс} + q_p \cdot K_{обл}) \cdot K_{отн} \cdot K_{зат}, \quad (1.12)$$

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 3.1 - Определение поступления теплоты через световые проемы

Окна на север									
Параметры	Численные значения параметров в часы рассчитанных суток								
	9ч-10ч	10ч-11ч	11ч-12ч	12ч-13ч	13ч-14ч	14ч-15ч	15ч-16ч	16ч-17ч	17ч-18ч
$q_n$	0	0	0	0	0	0	0	0	35
$q_p$	64	60	59	59	60	64	70	74	69
$h$	49	56	61	62	56	49	40	30	20
$A_c$	60	40	16	0	40	60	76	87	99
$A_{c.o.}$	120	140	164	180	140	120	104	93	95
$\square$	8,1	-41,2	-6,3	-6,36	-41,2	8,16	30,8	-42,7	32,7
$S$	0	0	0	0	0	0	0	0	90
$D$	86	81	80	80	81	86	94	101	93
$\square\square$	0,13	0,3	0,6	0,8	0,92	1	1	0,92	0,8
$K_{инс}$	0,65	1,06	-0,11	-0,11	1,1	0,65	0,85	0,94	0,9
$q_{пр}$	27,1	26,6	25,75	25,8	26,7	27,2	29,0	30,4	39,2
$t_{н.ус.}$	25,0	26,5	27,8	29,0	29,7	30,2	30,2	29,8	29,6
$q_{п.т.}$	13,5	16,3	18,8	21,1	22,6	23,5	23,5	22,7	22,4
$q_{пр+п.т.}$	40,6	43,0	44,6	46,90	49,2	50,6	52,6	53,1	61,7
$Q_0$	270,0	200,0	300,0	340,0	420,0	370,0	380,0	380,0	360,0
$Q_{общ}$	3510	2600	3900	4420	5460	4810	4940	4940	4680

Принимаем  $Q_0 = 5460$  Вт для окон, расположенных с северной стороны.

Окна на восток									
параметры	Численные значения параметров в часы рассчитанных суток								
	9ч-10ч	10ч-11ч	11ч-12ч	12ч-13ч	13ч-14ч	14ч-15ч	15ч-16ч	16ч-17ч	17ч-18ч
$q_p$	186	271	317	317	271	186	128	3	0
$q_p$	86	87	88	88	87	86	80	73	55
$h$	49	56	61	62	56	49	40	30	20
$A_c$	60	40	16	0	40	60	76	87	99
$A_{c.o.}$	120	140	164	180	140	120	104	93	95
$\square$	8,2	-41,2	-6,36	-6,36	-41,29	8,16	30,86	-42,7	32,79
$S$	242	327	370	370	327	242	137	28	0
$D$	116	118	120	120	118	116	110	99	73
$\square\square$	0,13	0,38	0,6	0,8	0,92	1	1	0,92	0,8
$K_{инс}$	0,651	1,06	-0,105	-0,11	1,06	0,65	0,85	0,9	0,98
$q_{пр}$	120,64	226,4	22,06	22,06	226,4	120,6	94,4	44,95	27,15
$t_{н.ус.}$	27,31	31,0	27,76	28,9	34,2	32,4	32,1	30,6	29,02
$q_{п.т.}$	17,91	25,0	18,77	21,06	31,2	27,8	27,14	24,29	21,19
$q_{пр+п.т.}$	138,5	251,5	40,80	43,1	257,6	148,5	121,5	69,25	48,34
$Q_0$	1200,0	2130,0	460,0	490,0	2220,0	1560,0	1150,0	720,0	540,0
$\Sigma Q_0$	2400	4260	920	980	4440	3120	2300	1440	1080

Принимаем  $Q_0 = 4440$  Вт – для окон с восточной стороны.

Итого  $Q_0 = 5460 + 4440 = 9900$  Вт.

Теплопоступления от солнечной радиации учитывают в тепловом балансе помещений при наружной температуре 10°C и выше. Теплопоступления от солнечной радиации через стены не учитывают.

### Теплопоступления от солнечной радиации через покрытие

Количество тепла, Вт, поступающего в помещение от солнечной радиации, через покрытие определяют по формулам:

$$Q_{п} = F_{п} \cdot q_{п} \cdot k_{п}, \quad (1.15)$$

Где  $F_{п}$  — площади поверхности покрытия, м<sup>2</sup>;

$q_{п}$  — теплопоступления от солнечной радиации через 1 м<sup>2</sup> поверхности остекления, зависящие от его ориентации по странам света и через 1 м<sup>2</sup> поверхности покрытия при коэффициенте теплопередачи 1 Вт/(м<sup>2</sup>•К);

$$q_{п} = 21 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) / 6/$$

$k_{п}$  - коэффициент теплопередачи покрытия, 0,5 Вт/(м<sup>2</sup>•К).

Площадь поверхности покрытия:

$$F = 28 \cdot 10 = 280 \text{ м}^2$$

$$Q_{п} = 280 \cdot 21 \cdot 0,5 = 2940 \text{ Вт} = 2,9 \text{ кВт}$$

### Теплопоступления, влагопоступления от людей

Учитываем, что в помещениях находятся 10 человек: 5 мужчин и 5 женщин – они находятся в покое. В расчете учитываем полное тепловыделение от людей и определяем полное теплопоступление по формуле:

$$Q_{л} = q_{м} \cdot n_{м} + q_{ж} \cdot n_{ж}, \quad \text{Вт}, \quad (1.16)$$

где:  $q_{м}$ ,  $q_{ж}$  – полное тепловыделение мужчин и женщин, Вт/чел;

$n_{м}$ ,  $n_{ж}$  – число мужчин и женщин в помещении.

Полное тепловыделение  $q$  определим по таблице 2.24 /5/.

Теплый период:

$$t_{рз}^T = 22,7 \text{ }^\circ\text{C}, \quad q = 175 \text{ Вт/чел}$$

$$Q_{л}^T = 175 \cdot 5 + 5 \cdot 175 \cdot 0,85 = 1470 \text{ Вт.}$$

Холодный период:

$$t_{рз}^{хп} = 20 \text{ }^\circ\text{C}, \quad q = 188 \text{ Вт/чел}$$

$$Q_{л}^{хп} = 188 \cdot 5 + 5 \cdot 188 \cdot 0,85 = 1720 \text{ Вт.}$$

Поступление влаги от людей,  $W_{вл}$ , г/ч, определяется по формуле:

$$W_{вл} = n_{л} \cdot \varpi_{вл}, \quad (1.17)$$

где:  $n_{л}$  – количество людей, выполняющих работу данной тяжести;

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$w_{вл}$  – удельное влаговыделение одного человека, принимаем по таблице 2.24 /5/.

Для теплого периода года,  $t_{p.з.}=22,7^{\circ}\text{C}$

$$w_{вл} = 115 \text{ г/ч*чел}$$

$$W_{вл}^T = 5*115+5*115*0,85 = 1176 \text{ г/ч}$$

Для холодного и переходного периодов года,  $t_{p.з.}=20^{\circ}\text{C}$

$$w_{вл}=82 \text{ г/ч*чел}$$

$$W_{вл}^T = 5*82+5*82*0,85 = 776 \text{ г/ч.}$$

### Тепловой баланс помещений

В зданиях с постоянным тепловым режимом тепловую мощность отопительной установки  $Q_0$  Вт, для компенсации недостатка теплоты в помещениях определяют суммированием разностей теплотерь  $Q_{пот}$ , Вт, и тепlopоступлений  $Q_{выд}$ , Вт, в каждом помещении:

$$Q_0 = \Sigma Q_{пот} - Q_{выд}, \quad (1.18)$$

### 3.3 Тепловой баланс помещений

При определении тепловой мощности систем отопления жилых и общественных зданий необходимо учитывать

- а) потери теплоты через наружные ограждающие конструкции;
- б) расход теплоты на нагревание инфильтрующегося в помещение наружного воздуха, не компенсируемого подогретым приточным воздухом;
- в) потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции, если разность температур в смежных помещениях равна  $3^{\circ}\text{C}$  и более;
- г) тепловой поток, поступающий в комнаты и кухни (бытовые тепловыделения).

В зданиях с постоянным тепловым режимом тепловую мощность отопительной установки  $Q_0$  Вт, для компенсации недостатка теплоты в помещениях определяют суммированием разностей теплотерь  $Q_{пот}$ , Вт, и тепlopоступлений  $Q_{выд}$ , Вт, в каждом помещении:

$$Q_0 = \Sigma Q_{пот} - Q_{выд}, \quad (1.19)$$

В графу 1 вносят номера отапливаемых помещений. Нумерацию помещений первого этажа начинают с №101, второго - с №201 и т. д. Лестничные клетки нумеруются буквами ЛК1 и т. д. и определяют теплотери не по отдельным этажам, а сразу по всей высоте клеток.

Для обозначения ограждений (графа 4 в таблице 1.2) приняты

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

следующие сокращения:

- наружная стена - НС;
- внутренняя стена - ВС;
- остекление - Но;
- пол над цокольным этажом - ПЛ;
- покрытие или перекрытие - ПТ;
- дверь одинарная - НД;

В графу 5 вносят направление стороны горизонта, на которое ориентировано ограждение (С, СВ, ЮВ, Ю и т. д.).

В графу 6 вносят линейные размеры ограждений в соответствии с правилами обмера с точностью до 0,1 м. При наличии в одном помещении нескольких однотипных ограждений указывают их количество.

При определении площади наружных стен (графа 7), имеющих оконные проёмы, а так же внутренних стен с дверными проёмами площади окон и дверей не вычитают из площади стен. Площадь наружной стены с дверью определяется, как разность площадей стены и наружной двери.

Расчётные коэффициенты теплопередачи (графа 9) для окон и внутренних дверей определяются как разность между их действительными коэффициентами теплопередачи и коэффициентами теплопередачи стен. Коэффициент теплопередачи наружной двери принимается согласно требованиям СНИП 23-02-2003.

В графу 10 вносят основные теплопотери через ограждения.

В графы 11, 12 вносятся коэффициенты учёта добавочных потерь теплоты.

В графу 14 вносят значения теплопотерь через каждое ограждение, определяемые по формуле. Суммируя эти значения, получают общие теплопотери каждым помещением.

Значения расходов теплоты на нагревание инфильтрующегося в помещения наружного воздуха вносят в графу 15.

При наличии в помещении тепловыделений,  $Q_{\text{выд}}$ , их значения вносят в графу 16.

В графу 17 вносят результаты составления тепловых балансов по каждому помещению.

Тепловая мощность системы отопления здания определяется суммированием значений мощностей отопительных установок отдельных помещений из графы 17.

Тепловой баланс помещений представлен в таблице 3.2.



Таблица 3.2 – Тепловой баланс помещений

№	Наименование помещения	t, С	Характеристики ограждения				тв-тн, С	К	Qосн, Вт	β		Qдоб, Вт	Qобщ, Вт	Qинф, Вт	Qвзд, Вт	Qо, Вт
			Обозн.	Ориент.	Размеры	S, м2				ориент.	прочие					
101	Лаборатория	20	НС	С	8,0x1,2	9,6	57	0,317	172,9	0,1		17,3	190,2			
			НС	З	5,0x1,2	6,0	57	0,317	108,1				108,1			
			НО	С	8,0x1,8	14,4	57	1,47	1206,6	0,1		120,7	1327,2			
			НО	З	5,0x1,8	9,0	57	1,47	754,1				754,1			
			Пл	-	8,0x5,0	40,0	57	0,299	679,4				679,4			
													Σ		3059,1	1864,1
102	Гардероб	18	НС	С	2,6*3,0	7,8	55	0,317	135,6	0,1		13,6	149,1			
			НО	С	0,9x1,3	1,2	55	1,47	94,6	0,1		9,5	104,1			
			Пл	-	2,6x3,6	9,4	55	0,299	153,4				153,4			
												Σ		406,6	420,9	140,8

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Продолжение таблицы 3.2

103	Спальня	20	НС	С	6,6x3,0	18,0	55	0,317	312,8	0,1		31,3	344,1				
			НО	С	(1,0x1,3)*3	3,9	55	1,47	315,3	0,1		31,5	346,8				
			Пл	-	6,6x3,2	21,1	55	0,299	346,2					346,2			
													∑		1037,1	949,7	317,6
104	Столовая	20	НС	С	8,0x1,2	9,6	57	0,317	172,9	0,1		17,3	190,2				
			НС	В	10,0x1,2	12,0	57	0,317	216,1	0,1			216,1				
			НС	Ю	7,0x1,2	8,4	57	0,317	151,3				151,3				
			НО	С	8,0x1,8	14,4	57	1,47	1206,6	0,1		120,7	1327,2				
			НО	В	10,0x1,8	18,0	57	1,47	1508,2	0,1		150,8	1659,0				
			Пл	-	10,0x7,0	70,0	57	0,299	1189,0					1189,0			
													∑		4732,9	3262,2	1052,8
105	Кухня	18	НС	Ю	3,0x3,0	9,0	55	0,317	156,4				156,4				
			Пл	-	3,0x4,2	12,6	55	0,299	206,5				206,5				
												∑		362,9	566,6	189,5	740,0
106	Санузел	16	Пл	-	2,7x1,7	4,6	54	0,299	73,9				73,9				
												∑		73,9	202,7	69,0	207,5

СФУ ПИ.ДПГ-140104.65-071016842

Продолжение таблицы 3.2

107	Спальня	20	НС	Ю	4,3x3,0	12,9	57	0,317	232,4				232,4			
			НО	Ю	(1,0x1,3)*2	2,6	57	1,47	217,9				217,9			
			Пл	-	4,3x2,9	12,5	57	0,299	211,8				211,8			
												Σ		662,0	581,1	187,5
108	Спальня	20	НС	Ю	6,2x3,0	18,6	57	0,317	335,0				335,0			
			НО	Ю	(1,0x1,3)*3	3,9	57	1,47	326,8				326,8			
			Пл	-	6,2x2,9	18,0	57	0,299	305,4				305,4			
												Σ		967,2	837,9	270,4
109	Лаборатория	20	НС	Ю	8,0x3,0	24,0	57	0,317	432,3	0,1		43,2	475,5			
			НС	З	5,0x1,2	6,0	57	0,317	108,1				108,1			
			НО	З	5,0x1,8	9,0	57	1,47	754,1				754,1			
			Пл	-	8,0x5,0	40,0	57	0,299	679,4				679,4			
												Σ		2017,1	1864,1	601,6
110	Коридор	16	Пл	-	-	21,4	54	0,299	344,4				344,4			
											Σ		344,4	944,8	321,9	967,3
													<b>Итого по первому этажу</b>			<b>21404,7</b>

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата

Продолжение таблицы 3.2

2 ЭТАЖ																	
201	Лаборатория	20	НС	С	8,0x1,2	9,6	57	0,317	172,9	0,1		17,3	190,2				
			НС	З	10,0x1,2	12,0	57	0,317	216,1	0,05		10,8	227,0				
			НС	Ю	8,0x1,2	9,6	57	0,317	172,9				172,9				
			НО	С	8,0x1,8	14,4	57	1,47	1206,6	0,1		120,7	1327,2				
			НО	Ю	8,0x1,8	14,4	57	1,47	1206,6				1206,6				
			Пт	-	10,0x8,0	80,0	57	0,287	1308,7					1308,7			
													Σ		4432,6	3728,3	1203,2
202	Холл	18	НС	С	12,0x3,0	36,0	55	0,317	625,7	0,1		62,6	688,2				
			НО	С	(1,9x1,8)*3	10,3	55	1,47	829,5	0,1		83,0	912,5				
			Пт	-	12,0x5,6	67,2	55	0,287	1060,8				1060,8				
													Σ		2661,5	3021,8	1010,7
203	Санузел	16	Пт	-	2,7x2,6	7,0	54	0,287	108,8				108,8				
												Σ		108,8	309,9	105,6	313,2
204	Столовая	20	НС	С	8,0x1,3	10,4	57	0,317	187,3	0,1		18,7	206,1				
			НС	В	5,0x3,0	15,0	57	0,317	270,2	0,1		27,0	297,2				
			НО	С	8,0x1,7	13,6	57	1,47	1139,5	0,1		114,0	1253,5				
			Пт	-	8,0x5,0	40,0	57	0,287	654,4				654,4				
													Σ		2411,1	1864,1	601,6

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата

Продолжение таблицы 3.2

205	Столовая	20	НС	Ю	8,0x1,3	10,4	57	0,317	187,3			0,0	187,3			
			НС	В	5,0x3,0	15,0	57	0,317	270,2	0,1		27,0	297,2			
			НО	Ю	8,0x1,7	13,6	57	1,47	1139,5			0,0	1139,5			
			Пт	-	8,0x5,0	40,0	57	0,287	654,4				654,4			
												∑		2278,4	1864,1	601,6
206	Спальня	20	НС	В	4,8x3,0	14,4	57	0,317	259,4	0,1		25,9	285,3			
			НС	Ю	6,0x1,2	7,2	57	0,317	129,7				129,7			
			НО	Ю	6,0x1,8	10,8	57	1,47	904,9				904,9			
			Пт	-	6,5*6,0	39,0	57	0,287	638,0				638,0			
												∑		1957,9	1817,5	586,6
207	Спальня	20	НС	З	4,8x3,0	14,4	57	0,317	259,4	0,05		13,0	272,3			
			НС	Ю	6,0x1,2	7,2	57	0,317	129,7				129,7			
			НО	Ю	6,0x1,8	10,8	57	1,47	904,9				904,9			
			Пт	-	6,5*6,0	39,0	57	0,287	638,0				638,0			
												∑		1945,0	1817,5	586,6
												<b>Итого по второму этажу</b>			<b>25522,9</b>	
												<b>Итого по зданию</b>			<b>46927,6</b>	

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

#### 4 Тепловой расчет отопительных приборов

В качестве отопительных приборов принимаем радиаторы KERMI.

По требуемому тепловому потоку от прибора при нормальных условиях  $Q_{\text{нУ}}^{\text{ТР}}$  определяемого по формуле:

$$Q_{\text{нУ}}^{\text{ТР}} = \frac{Q_{\text{пр}}^{\text{расч}}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \psi} \quad (4.1)$$

где  $Q_{\text{пр}}^{\text{расч}}$  - тепловой поток от прибора в расчетных условиях, Вт;

$\varphi_1$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчетного температурного напора от нормального.

$$\varphi_1 = (\theta / 70)^{1+n} \quad (4.2)$$

$\varphi_2$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительных приборов при отличии расчетного массового расхода теплоносителя через прибор от нормального.

$$\varphi_2 = c \cdot \left( \frac{M_{\text{пр}}}{0,1} \right)^m \quad (4.3)$$

$M_{\text{пр}}$  - фактический массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

0,1 - нормированный массный расход теплоносителя через отопительный прибор.

$\psi$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается уменьшение теплового потока в приборе при движении теплоносителя в их нагревательных элементах по схеме «вверх вниз».

$$\psi = 1 - 0,002 \cdot \Delta t_{\text{пр}} \quad (4.4)$$

$b$  - безразмерный поправочный коэффициент на расчетное атмосферное давление, при атмосферном давлении воздуха 101,3 гПа, принимаем  $b=1$ .

$\theta$  - фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле:

$$\theta = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} - t_{\text{н}} = t_{\text{н}} - \frac{\Delta t_{\text{пр}}}{2} - t_{\text{н}} \quad (4.5)$$

где  $t_{\text{н}}$  и  $t_{\text{к}}$  - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

$t_n$  - расчетная температура помещения, принимаемая равной расчетной температуре воздуха в отапливаемом помещении,  $t_B$ , °С;

70 - нормированный температурный напор, °С;

$n$  и  $m$  — эмпирические показатели степени соответственно при относительном температурном напоре и расходе теплоносителя.

Таблица 4.1 - Значение коэффициента  $c$  и показателей степени  $n$  и  $m$  при различных схемах движения теплоносителя для радиаторов KERMI

Схема движения теплоносителя	Расход теплоносителя, кг/с	$n$	$c$	$m$
Сверху – вниз	0,008-0,15	0,3	1,0	0
Снизу – вверх	0,008-0,15	0,33	0,78	0,1
Снизу – вниз	0,008-0,1	0,28	0,96	0

Выбираем из сортамента предложенных радиаторов ближайший типоразмер.

При выборе отопительного прибора расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадей в сторону уменьшения до 5%, но не более, чем на 60 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения - до ближайшего типоразмера.

Невязка при подборе прибора не должна превышать 10%:

$$[(Q_{ну} - Q_{ну}^{тр} : Q_{ну}^{пр})] \times 100 \quad (4.6)$$

Расчетная площадь поверхности нагрева отопительных приборов  $A_{пр}$ , м<sup>2</sup> находим по формуле:

$$A_{пр} = Q_{пр} / q_{пр}, \quad (4.7)$$

где  $Q_{пр}$  - тепловая мощность прибора;

$q_{пр}$  - поверхностная плотность теплового потока прибора, Вт/м<sup>2</sup>,

Определяем требуемую теплоотдачу прибора в рассматриваемое помещение:

$$Q_{пр} = Q_{п} - \beta_{пр} * Q_{тр}, \text{ Вт}, \quad (4.8)$$

где  $Q_{п}$  - теплотери помещения, относимые на данный прибор, Вт;

$Q_{тр}$  - суммарная теплоотдача проложенных в пределах помещения труб стояка и подводок, Вт;

$\beta_{пр}$  - поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов (при открытой прокладке труб  $\beta_{пр}=0,9$ ).

Суммарную теплоотдачу труб,  $Q_{тр}$ , Вт определяем по формуле:

$$Q_{тр} = q_B \cdot l_B + q_G \cdot l_G, \quad (4.9)$$

где  $l_{\text{в}}, l_{\text{г}}$  – длины горизонтальных и вертикальных труб стояка и подводок в пределах помещения, м;

$q_{\text{г}}, q_{\text{в}}$  – удельные величины теплоотдачи горизонтальных и вертикальных труб, Вт/м.

Данные расчетов полезной теплоотдачи труб занесем в таблицу 4.1

Таблица 4.1 - Расчет теплоотдачи открыто проложенных трубопроводов

№ пом	Горизонтальные участки				
	tvx, C	tvx-tв, C	qг, Вт/м	lv, м	Qтр, Вт
<b>1 ЭТАЖ</b>					
101	94	74	128	3,2	409,6
102	94,3	76,3	128	3	384
103	94,5	74,5	128	0,8	102,4
104	94,8	74,8	128	9,6	1228,8
105	94,6	76,6	131	0,5	65,5
106	94,6	78,6	128	0,6	76,8
107	94,8	74,8	128	1,2	153,6
108	94,3	74,3	128	1	128
109	94	74	125	1,3	162,5
110	94,4	78,4	125	1,4	175
<b>2 ЭТАЖ</b>					
201	93,8	73,8	114	2	228
202	94,1	76,1	125	0,6	75
203	94,2	78,2	125	0,8	100
204	94,2	74,2	125	1,2	150
205	94	74	114	1	114
206	93,9	73,9	103	0,9	92,7
207	94	74	114	1,1	125,4

Проведем подбор отопительного прибора № 102.

Тепловая нагрузка  $Q_{\text{п}} = 686,7$  Вт,

Расход теплоносителя через прибор  $M_{\text{п}} = 0,009$  кг/с.

По формуле (28) находим фактический температурный напор, °C:

$$\theta = 95 - \frac{95-60}{2} - 18 = 54,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$t_H = 95 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $t_K = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_n = 18 \text{ }^\circ\text{C}$  - расчетная температура в помещении 102.

По таблице 1.15 принимаем  $n = 0,30$ ,  $m = 0$ ,  $c = 1$  при схеме движения теплоносителя «сверху-вниз».

$$\psi = 1 - 0,002 \cdot 20 = 0,96$$

$$\varphi_2 = 1 \cdot \left(\frac{0,011}{0,1}\right)^0 = 1$$

$$\varphi_1 = (50 / 70)^{1+0,3} = 0,929$$

$$Q_{\text{ну}}^{\text{тр}} = \frac{686,7}{0,929 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,96} = 708,3 \text{ Вт}$$

Принимаем к установке стальной панельный радиатор KERMI FKO 11 модель 05/08 с характеристиками:

- мощность	744 Вт
- объем	2,2 л
- количество рядов	1
- межосевое расстояние	446 мм
- размеры	1000x500x59 мм
- вес	11,2 кг

Невязка составит:

$$[(744 - 708,3)/744] \times 100 = 4,8 \text{ \%}.$$

Условие выполняется, значит выбор отопительного прибора для помещения произведен верно.

Внешний вид радиатора представлен на рисунке 4.1



Рисунок 4.1 - Внешний вид радиатора KERMI FKO 11

Стальные радиаторы Kermi производятся в нескольких исполнениях – с боковым и нижним типом подводки.

Боковое подключение радиаторов Kermi присуще устройствам серии FKO.

Данные отопительные приборы относятся к типу профильных обогревателей, допущенных к использованию как в однотрубных, так и в двухтрубных системах.

Согласно данным каталога производителя, «каждая панель радиатора изготовлена из двух штампованных листов, сваренных по периметру роликовым швом, и в местах соединения штампованных элементов точечной сваркой».

Эксплуатационные характеристики изделий:

- максимальная температура теплоносителя: 110 °С;
- допустимое рабочее давление: 10 бар;
- объем: 1–28 л;
- мощность: 228–6428 Вт;
- соединение: 4 x 1/2.

Исходя из официального технического описания, «для повышения теплоотдачи, радиаторы типов «11», «12», «22», «33» дополнены конвекторными решетками, позволяющими увеличить эффективность прибора на 60%».

Корпуса радиаторов Kermi с боковой подводкой имеют специальное лакокрасочное покрытие, подвергнутое термической обработке при 180 °С. Благодаря этому обогреватели не поддаются пагубному воздействию коррозионных процессов, меньше подвергаются износу.

Порядок подключения радиатора KERMI представлен на рисунке 4.2

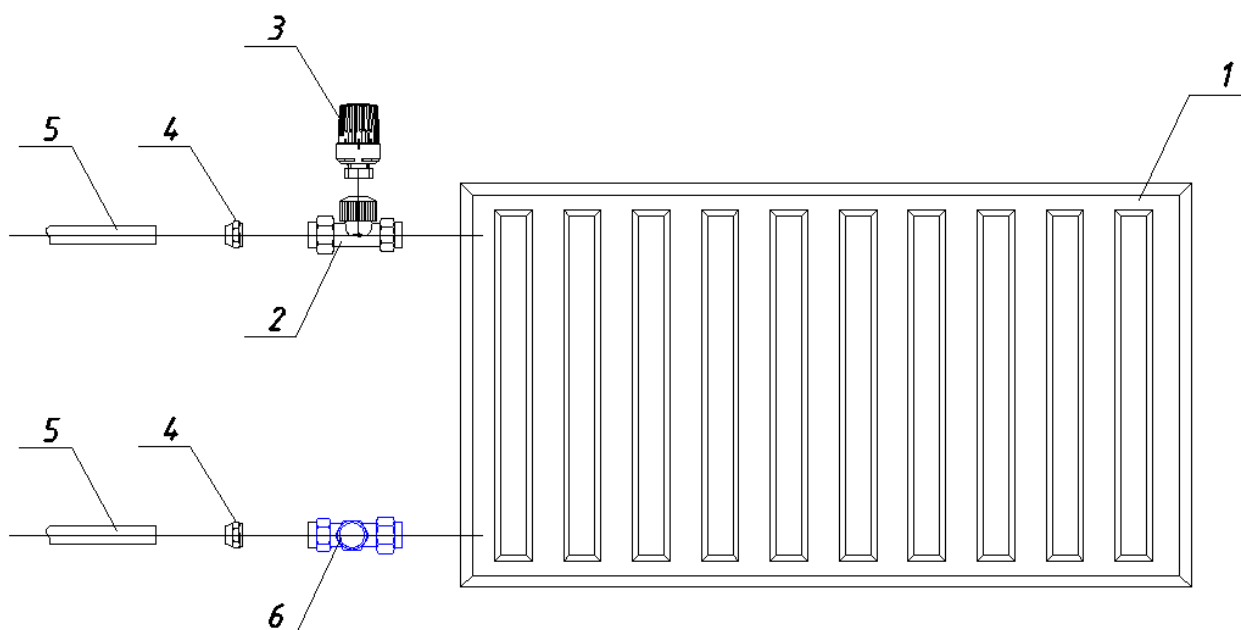


Рисунок 4.2 - Порядок подключения радиатора KERMI к стояку

- 1 – радиатор
- 2 – вентиль термостатический
- 3 – термостат
- 4 – присоединительный набор «Cofit S»
- 5 – подводящая труба
- 6 – вентиль

Аналогично подбираем все нагревательные приборы.  
Результаты сводим в таблицу 4.2

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Таблица 4.2 - Подбор отопительных приборов системы отопления

№ отопительного прибора	Расчетная температура в помещении, t°С	Массовый расход через отопительный прибор, M <sub>пр</sub> , кг/с	Тепловой поток от прибора в расчетных условиях, Q <sub>пр</sub> <sup>расч</sup> , Вт	Требуемый тепловой поток от прибора в нормальных условиях, Q <sup>н</sup> Вт	Тип выбранного отопительного прибора	Номинал. тепловой поток Q <sub>нв</sub> ,Вт.	Размеры		Масса с кронштейнами, кг	Тип подключения.	Объем воды в приборе, л.
							в. мм	L, мм			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПЕРВЫЙ ЭТАЖ											
101 №1	20	78,07	2160,8	2420,09	Kermi FKO 22 0514	2602	1400	500	39,9	боковое	7,56
101 №2	20	78,07	2160,8	2420,09	Kermi FKO 22 0514	2602	1400	500	39,9	боковое	7,56
102	18	24,81	686,7	769,11	Kermi FKO 11 05/08	840	500	800	12,7	боковое	2,16
103	20	60,31	1669,2	1869,51	Kermi FKO 22 0510	1930	1000	500	28,8	боковое	5,4

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Продолжение таблицы 4.2

104 №1	20	62,71	1735,593	1943,86	Kermi FKO 22 0510	1930	1000	500	28,8	боковое	5,4
104 №2	20	62,71	1735,593	1943,86	Kermi FKO 22 0510	1930	1000	500	28,8	боковое	5,4
104 №3	20	62,71	1735,593	1943,86	Kermi FKO 22 0510	1930	1000	500	28,8	боковое	5,4
104 №4	20	62,71	1735,593	1943,86	Kermi FKO 22 0510	1930	1000	500	28,8	боковое	5,4
105	18	26,74	740,0	828,83	Kermi FKO 11 05/08	840	500	800	12,7	боковое	2,16
106	16	7,50	207,5	232,37	Kermi FKO 11 03/05	332	300	500	4,84	боковое	0,89
107	20	38,14	1055,6	1182,29	Kermi FKO 22 0506	1210	500	600	17,6	боковое	3,24
108	20	55,45	1534,7	1718,88	Kermi FKO 22 0509	1737	500	900	26,0	боковое	4,86
109 №1	20	59,25	1639,83	1836,61	Kermi FKO 22 0510	1930	1000	500	28,8	боковое	5,4
109 №2	20	59,25	1639,83	1836,61	Kermi FKO 22 0510	1930	1000	500	28,8	боковое	5,4
110	16	34,95	967,3	1083,41	Kermi FKO 11 05/10	1084	500	1000	15,8	боковое	2,7

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата

Окончание таблицы 4.2

ВТОРОЙ ЭТАЖ											
201 №1	20	125,70	3478,829	3896,2	Kermi FKO 22 0510	3880	2000	500	56,7	боковое	10,8
201 №2	20	125,70	3478,829	3896,2	Kermi FKO 22 0510	3880	2000	500	56,7	боковое	10,8
202 №1	18	84,42	2336,317	2616,6	Kermi FKO 22 0514	2602	1400	500	39,9	боковое	7,56
202 №2	18	84,42	2336,317	2616,6	Kermi FKO 22 0514	2602	1400	500	39,9	боковое	7,56
203	16	11,31	313,2	350,72	Kermi FKO 11 03/05	332	300	500	4,84	боковое	0,89
204 №1	20	66,37	1836,821	2057,2	Kermi FKO 22 0514	2123	1100	500	31,5	боковое	5,40
204 №2	20	66,37	1836,821	2057,2	Kermi FKO 22 0514	2123	1100	500	31,5	боковое	5,40
205	20	127,94	3541,0	3965,8	Kermi FKO 22 0510	3880	2000	500	56,7	боковое	10,8
206	20	115,22	3188,9	3571,5	Kermi FKO 22 0510	3574	1800	500	51,1	боковое	9,72
207	20	114,75	3175,9	3557,0	Kermi FKO 22 0510	3574	1800	500	51,1	боковое	9,72

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата

## 5 Гидравлический расчет системы отопления здания

Цель гидравлического расчета системы отопления состоит в подборе диаметров ее участков таким образом, чтобы располагаемого давления было достаточно для преодоления всех сил сопротивления по ходу движения теплоносителя.

В дипломном проекте выполнен гидравлический расчет диаметров участков главного циркуляционного кольца и диаметров второстепенного кольца, а также увязка с главным кольцом. Диаметры остальных участков системы определяем по допустимой скорости и тепловой нагрузке.

В качестве расчетного кольца для насосной вертикальной двухтрубной системы с тупиковым движением теплоносителя принимаем кольцо, проходящее через самый нагруженный и удаленный верхний отопительный прибор.

К основному циркуляционному кольцу подсоединяются горизонтальные ветви, для разводки по помещениям.

Расход теплоносителя в системе, ветви или стояке системы отопления определяется по формуле:

$$G = \frac{\sum Q \cdot 3.6}{c \cdot \Delta t}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}, \quad (1.27)$$

где  $\sum Q$  – расчетный тепловой поток, Вт, обеспечиваемый теплоносителем системы ветви или стояка;

$c$  – удельная теплоемкость воды, равная  $4,187 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$ ;

$\Delta t$  – разность температур, °C, теплоносителя на входе и выходе из системы ветви или стояка; в двухтрубной системе

$$\Delta t = \text{const} = 95 - 70 = 25 \text{ °C};$$

В двухтрубной системе отопления расчетное циркуляционное давление определяется по формуле:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0.4 \Delta P_e, \text{ Па}, \quad (5.1)$$

где  $\Delta P_n$  – давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе; 3000 Па;

$\Delta P_e$  – естественное циркуляционное давление, Па:

$$\Delta P_e = \Delta P_{e. пр} + \Delta P_{e. тр}, \quad (5.2)$$

где  $\Delta P_{e. пр}$  – естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в приборе, Па;

$\Delta P_{e. тр}$  – естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в трубах, Па.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842				

Естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в приборе, Па определяется по следующей формуле:

$$\Delta P_{e. пр} = \beta g h_1 (t_r - t_o), \quad (5.3)$$

где  $\beta$  - среднее приращение плотности при понижении температуры воды на 1 °С, равное 0,64 кг/(м<sup>3</sup>°С);

$g$  – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$h_1$  – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения в ветви или отопительном приборе на нижнем этаже и нагревания в системе, м;

$t_r$  – температура воды в подающей магистрали, °С;

$t_o$  – температура воды в обратной магистрали, °С.

При выборе диаметра труб в циркуляционном кольце исходят из принятого расхода воды и среднего ориентировочного значения удельной линейной потери давления  $R_{cp}$ , Па/м, определяемого по формуле:

$$R_{cp} = \frac{0.65 \cdot \Delta P_p}{\sum l}, \frac{\text{Па}}{\text{м}} \quad (5.4)$$

где  $\sum l$  – общая длина последовательно соединенных участков, составляющих основное циркуляционное кольцо, м;



Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

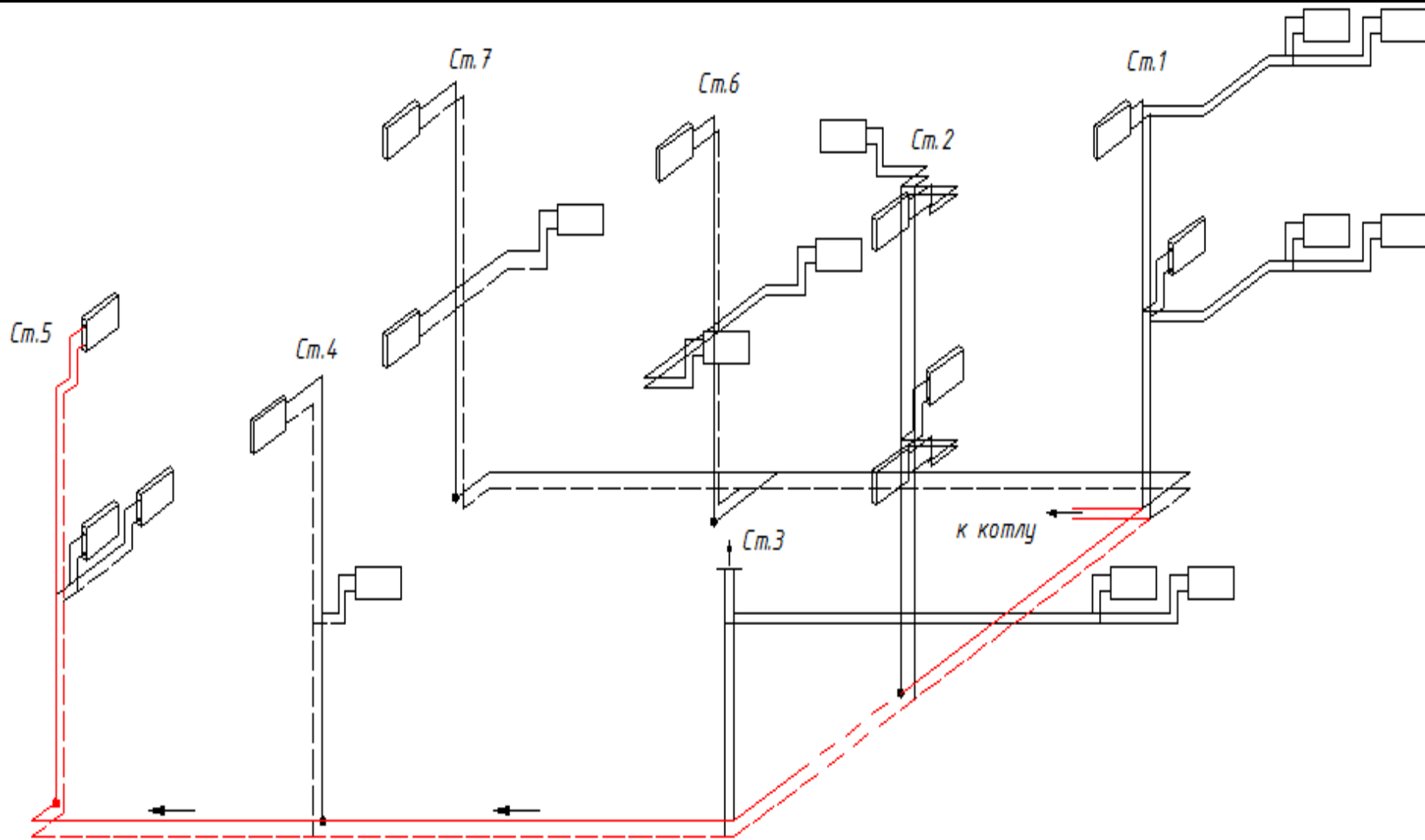


Рисунок 5.1 - Схема системы отопления с отображением главного циркуляционного кольца

Считается, что потери давления на трение составляют 65%  $\Delta P_p$ .

Предварительно вычисляют расход воды на каждом участке. Потери давления на трение и местные сопротивления на участке определяют отдельно по следующей формуле:

$$\Delta P_{уч} = \left( \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \right) \cdot l_{уч} + \sum \zeta_{уч} \frac{\rho \omega^2}{2} = Rl_{уч} + Z, \quad (5.5)$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического трения, определяется по формуле Альтшуля:

$$\lambda = 0.11 \left( \frac{\kappa_3}{d} + \frac{64}{Re} \right)^{0.25}, \quad (5.6)$$

где  $\rho$  - плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega$  - скорость воды, м/с;

$\zeta$  - коэффициент местного сопротивления;

$d_b$  - расчетный диаметр трубопровода, м;

$l_{уч}$  - длина расчетного участка, м;

$R_{луч}$  - удельные потери давления на трение, Па;

$Z$  - потери давления на местные сопротивления, Па.

Затем определяем на каждом участке сумму коэффициентов местных сопротивлений и рассчитываем потери давления в местных сопротивлениях. Суммарные потери давления на всех участках главного циркуляционного кольца  $\sum(RL + Z)$  сравниваем с величиной расчетного располагаемого давления в системе отопления. Расхождение между ними при тупиковом движении теплоносителя не должно превышать 15 %.

Естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в приборе составит

$$\Delta P_{e. пр} = 0,64 \cdot 9,81 \cdot 6 \cdot (95 - 70) = 750 \text{ Па} < 10\%.$$

Тогда давление создаваемое насосом составит:

$$\Delta P_n = \Delta P_p = 3750 \text{ Па}.$$

Перечень коэффициентов местных сопротивлений для главного циркуляционного кольца сведем в таблицу 5.1

Таблица 5.1 - Коэффициенты местных сопротивлений главного циркуляционного кольца

Участок	Отвод	Вентиль	Тройник на проход	Сужение	Расширение	Итого
1	0,8	6,7	1,2			
2			2,5	0,2		
3	0,8		2,5			

Продолжение таблицы 5.1

4			2,5		
5			2,5		
6			2,5		
7	0,8		2,5	0,2	
8			3,5		
9			3,5		
10			3,5		
11	0,8		3,5		
12			3,5		
13			3,5		
14			3,5		
15			3,7	0,2	
16			3,5		0,2
17			3,7		
18			3,7		
19	0,8	6,7	1,2		

Коэффициенты местных сопротивлений остальных участков системы отопления определены аналогично.

Гидравлический расчет системы отопления сведен в таблицу 5.2

Таблица 5.2 - Гидравлический расчет системы отопления

№ уч.	G кг/ч	L м	Dy мм	w м/с	R Па/м	R l Па	$\Sigma \zeta$	Z Па	Rl + Z Па
<b>Главное циркуляционное кольцо</b>									
1	1695,61	2,2	40	0,185	56,7	124,7	8,7	142,8	267,5
2	866,69	4,2	32	0,205	47,4	199,1	2,7	54,4	253,5
3	693,19	3,3	32	0,180	41,2	136,0	3,3	51,3	187,2
4	414,41	11,4	25	0,160	48,7	555,2	2,5	30,7	585,9
5	244,20	11,3	25	0,152	42,3	478,0	2,5	27,7	505,7
6	125,70	6,4	20	0,125	22,5	144,0	9,2	68,9	212,9
7	244,20	11,3	25	0,150	42,3	478,0	2,5	27,0	505,0
8	414,41	11,4	25	0,135	48,7	555,2	2,5	21,8	577,0

Продолжение таблицы 5.2

9	693,19	3,3	32	0,130	41,2	136,0	3,3	26,7	162,7
10	866,69	4,2	32	0,125	47,4	199,1	2,7	20,2	219,3
11	1695,61	2,2	40	0,118	56,7	124,7	8,7	58,1	182,8
Итого									3659,5
Невязка $(3750 - 3659,5)/3750 = 2,4 \% < 15 \%$									
<b>Ответвление 12-16</b>									
12	426,0	13,2	25	0,132	49,2	649,4	4,6	38,4	687,9
13	281,8	11,6	25	0,125	42,1	488,4	3,3	24,7	513,1
14	125,7	6,4	20	0,130	22,5	144,0	9,2	74,6	218,6
15	281,8	11,6	25	0,108	42,1	488,4	4,1	22,9	511,3
16	426,0	13,2	20	0,130	49,2	649,4	3,8	30,8	680,2
Итого									2611,0
Невязка $(3750 - 2611,0)/3750 = 30,1 \% > 15 \%$									
Устанавливаем балансировочный клапан ASV-P 25 с ASV-M 25									
<b>Ответвление 17-19</b>									
17	402,9	3,0	25	0,110	48,6	145,8	3,6	20,9	166,7
18	217,2	6,4	20	0,105	36,4	233,0	9,2	48,6	281,6
19	402,9	3,0	25	0,135	48,6	145,8	3,7	32,3	178,1
Итого									626,4
Невязка $(3750 - 626,4)/3750 = 83,3 \% > 15 \%$									
Устанавливаем балансировочный клапан ASV-P 25 с ASV-M 25									

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Лист

52

## 6 Выбор оборудования системы отопления

### 6.1 Выбор и описание котельного агрегата

Для теплоснабжения здания будем использовать твердотопливный котел «Прометей-Автомат» - 40. Мощность котла от 30 до 50 кВт, работающий в автоматическом режиме, применяются для теплоснабжения жилых домов, производственных помещений, тепличных хозяйств, а также везде, где требуется непрерывное автоматизированное отопление без постоянного наблюдения.



Рисунок 6.1 - Внешний вид угольного автоматического котла Прометей

Таблица 6.1-Паспортные данные котла

Наименование характеристики, единица измерения	Значение характеристики
Теплопроизводительность, кВт	30-50
Отапливаемый объем, м <sup>3</sup>	800
Поверхность теплообменника, м <sup>2</sup>	4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Лист

53

Продолжение таблицы 6.1

Объем резервуара для угля, м <sup>3</sup> /(кг)	0,3/360
Потребление топлива, кг/час	9
Топливо котла	Сухой бурый уголь (5-25мм) 3000-5000 ккал/кг
КПД котла, %	75-90
Электродвигатель, кВт: -дымосос -мотор редуктор	0,09 0,025
Объем воды, л	80
Диаметр присоединительных труб	Ду40
Диаметр дымовой трубы, мм	120
Высота, А мм	1805
Длина, С мм	1940
Ширина, В мм	780
Вес котла без угля, кг	500
Макс. рабочее давление, МПа	0,2
Макс. температура воды, ° С	95
Минимальная температура воды на входе в котел, ° С	60
Температура дымовых газов, 0 С	120-150
Электропитание, В/Гц	230 / 50
Потребляемая мощность, Вт	200
Срок службы, лет, не менее	10
Режим работы	автоматизированный

Основным топливом для котла является мелкозернистый сухой бурый уголь размером 5-25 мм. В котлах очень четко продумана система безопасности. Автоматическая регулировка процесса отопления позволяет уделять системе минимум времени и внимания. Котел обладает высокими экономическими и экологическими характеристиками и позволяет эффективно справляться с задачами отопления. Отопительные котлы «Прометей-Автомат» являются котлами длительного горения. Котел имеет бункер большого объема, что позволяет загружать топливо один раз в 2-3 дня. Пока не кончится уголь в бункере, котел работает в автоматическом режиме. Автоматика котла полностью контролирует процесс горения: всю работу на себя берут датчики и контроллеры. Котел может перезапускаться без повторного зажигания, практически это означает, что котел нужно растапливать один раз в сезон. После отключения электроэнергии уголь в котле длительное время продолжает слабо гореть, а после включения – розжиг происходит автоматически. По сравнению с традиционными котлами на твердом топливе, котлы «Прометей-Автомат» могут составить серьезную альтернативу котлам на газе и дизельном топливе подобной мощности.

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842					

Автоматизированный процесс сжигания, удобство в эксплуатации, КПД находится в пределах 75-90% в зависимости от качества применяемого топлива.

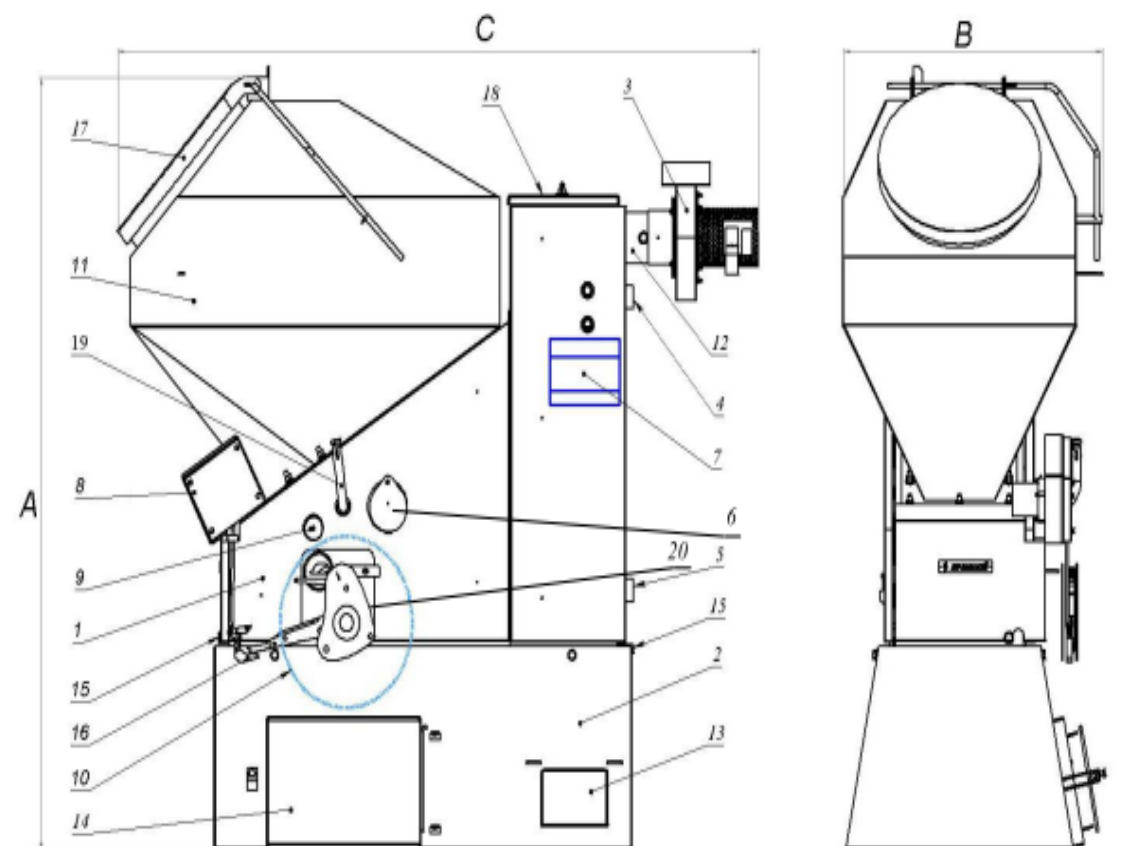


Рисунок 6.2 - Компонировочная схема котла

Таблица 6.2 – Детализировка котла

1. Корпус котла	11. Загрузочный бункер
2. Зольник	12. Дымоотвод
3. Дымосос	13. Люк для уборки золы
4. Выходной патрубков	14. Дверца зольника
5. Входной патрубков	15. Заглушка спуска воды
6. Смотровой люк для проверки и чистки нагара	16. Тяговые рычаги шагового устройства колосника
7. Блок управления котла	17. Крышка люка загрузочного бункера с резиновым уплотнением
8. Электропривод шагового устройства	18. Люк прочистки теплообменника
9. Люк для растопки	19. Регулятор вторичного воздуха
10. Поворотная решетка колосника	20. Регулировочные кронштейны

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Лист

55

Для запуска автоматического угольного котла «Прометей-Автомат» в работу, необходимо заполнить бункер углем и плотно закрыть крышку. Растопка котла производится через специальный люк с помощью нескольких деревянных щепок.

Через несколько минут, котел переходит в автоматический режим работы. Блок управления полностью регулирует процесс горения, согласно заданным параметрам. Шаговый двигатель, с помощью системы рычагов, непрерывно вращают поворотный колосник, что обеспечивает, равномерный расход топлива. Интенсивность горения регулируется дымососом, за счет создаваемого в топке разряжения.

Автоматический режим работы и регулировки процесса горения позволяют экономить топливо. Благодаря максимальной автоматизации котла, участие человека требуется только при загрузке топлива и редком удалении золы, все остальное делает автоматика. Даже после отключения электричества и остановки работы автоматического котла, уголь в топке продолжает медленно тлеть несколько суток, что позволяет возобновить работу оборудования без повторного запуска.

Оснащенный термостатом, автоматический угольный котел «Прометей-Автомат» по удобству и эффективности подобен газовым котлам. Владельцу нужно лишь выставить температуру, которую необходимо поддерживать в помещении, а потом 2-3 раза в неделю до загружать бункер углем.

## 6.2 Выбор вспомогательного оборудования

### Подбор насоса

Из гидравлического расчета имеем расход теплоносителя в системе отопления дома, равный:

$$G = 0,47 \text{ кг/с} = 1,65 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Напор для преодоления сопротивления трубопроводов и подъема теплоносителя на необходимую высоту принимаем 6 м.

Принимаем к установке циркуляционный насос WILO TOP-S 25/13 3~ PN 10.

Внешний вид насоса представлен на рисунке 6.3





Рисунок 6.3 - Насос WILO TOP-S 25/13 3~ PN 10

Циркуляционный насос с полной защитой мотора.

Серийно оснащаются теплоизоляцией для применения в системах отопления.

Комбинированные фланцы PN 6/PN 10 (для DN 40 - DN 65).

Двусторонний подвод кабеля к клемной коробке (от P1  $\geq$  250 Вт).

Степень защиты IP 44.

Корпус насоса с катафорезным покрытием.

Технические характеристики насоса:

- производительность: 0,7..2,2 м<sup>3</sup>/ч
- напор: до 9 м
- перекачиваемая среда: вода для отопления, кондиционирования
- рабочая температура: -20 ... +130 °С (кратковременно + 140 °С)
- в соединении с защитным модулем от - 20 °С до + 110 °С
- рабочее давление: PN10
- потребляемая мощность: 0,268 кВт
- Частота вращения (макс.): 2680 об/мин.
- Класс защиты: IP X4D.

#### **Подбор закрытого 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 - уменьшается. Соответственно изменяется внутреннее гидростатическое 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.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

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

В настоящем проекте предусматриваем установку закрытого расширительного бака мембранного типа, который герметичен, способствует уменьшению коррозии труб и приборов, может обеспечить в широком диапазоне переменное давление в системе отопления.

Полезный объем расширительного бака, л, определяется по формуле:

$$V_{пол} = \kappa \cdot V_c \quad (6.1)$$

где  $\kappa$  – коэффициент учитывающий объемное расширение воды (при 80 °С  $\kappa = 0,02$ );

$V_c$  – объем теплоносителя в системе, л:

$$V_c = (V_{кот.} + V_{радиат.} + V_{труб.}) \cdot Q_c \quad (6.2)$$

$Q_c$  – тепловая мощность системы, 47 кВт.

$$V_{кот.} = 9,8 \text{ л/кВт}$$

$$V_{радиат.} = 2,9 \text{ л/кВт}$$

$$V_{труб.} = 8,5 \text{ л/кВт}$$

$$V_c = (9,8 + 2,9 + 8,5) \cdot 47 = 782 \text{ л.}$$

$$V_{пол} = 0,02 \cdot 782 = 15,6 \text{ л}$$

Принимаем к установке вертикальный мембранный расширительный бак FLEXCON C 18/1,5.

Внешний вид бака представлен на рисунке 6.5

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58



Рисунок 6.5 - Расширительный мембранный бак FLEXCON C 18/1,5

Технические характеристики бака:

- исполнение	вертикальное
- конструкция	неразборная
- максимальная температура среды	70 °С
- максимальное давление	3 бара
- объем бака	18 л
- габаритные размеры DxH	280x380 мм
- вес	3,6 кг

Конструкция бака представляет собой цилиндрический сосуд, разделенный на две части резиновой мембраной: одна часть предназначена для воды, вторая заполнена газом под давлением

### Обратный клапан

Клапаны предназначены для пуска жидкости только в одном направлении. Имеются более 8-ми видов обратных клапанов. Они обеспечивают герметичное перекрытия трубопровода, имеют малые потери давления, не создают гидравлических ударов и шума во время работы, могут устанавливаться в любом монтажном положении. Имеются варианты для чистых и загрязнённых жидкостей (газ, пар, агрессивные жидкости). Материал чугуна, латуни, бронзы, углеродистая сталь. Присоединение по наружной/внутренней резьбе (от 8 до 50 мм) или на фланцах (от 40 до 500 мм). Имеются также варианты для установки между фланцами и под сварку. Ру от 10 до 100 Бар для разных типов клапанов Максимальная температура рабочей среды от плюс 80 до плюс 350 ° С, обратные клапаны могут быть оснащены фильтрами при установке на вводе насоса.

### Автоматический воздухоотводчик

Предназначен для автоматического удаления воздуха из трубопроводов системы отопления при заполнении водой и по мере накопления воздуха во

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

время работы системы отопления. Состоит из корпуса и поплавка, перемещающегося вместе с уровнем воды. При повышении уровня поплавков поднимается и, действуя через передаточный механизм, перекрывает отверстия для выпуска воздуха. Кроме того, воздухоотводчик оснащён обратным клапаном, что позволяет демонтировать корпус и поплавков без отключения системы отопления.

### **Автоматический балансировочный клапан**

Автоматический балансировочный клапан ASV-PV- регулятор перепада давления прямого действия.

Автоматический балансировочный клапан ASV-PV предназначен для применения совместно с настраиваемым запорно- измерительным клапаном ASV-I в двухтрубной системе водяного отопления, где радиаторные регулирующие клапаны не имеют устройства предварительной настройки их пропускной способности.

Автоматический балансировочный клапан ASV-PV устанавливается на обратном стояке, а клапан ASV-I- на падающем стояке системы. Автоматический балансировочный клапан ASV-PV обеспечивает постоянную стандартную разность давлений в падающем и обратных стояках системы, включая клапан ASV-I, в диапазоне от 5 до 20 кПа. Заводская настройка регулятора 10 кПа.

Настраиваемый запорно- измерительный клапан ASV-I предназначен для ограничения максимального расхода теплоносителя через стояк системы отопления, для подключения импульсной трубки балансировочного клапана к падающему стояку. Автоматический балансировочный клапан ASV-PV и ASV-I также позволяют отключить стояк от распределительных магистралей и спустить из него воду через дренажный кран, смонтированный на корпусе ASV-PV.

Автоматический балансировочный клапан ASV-PV поддерживает постоянный перепад давления в двухтрубном стояке системы отопления, включая настраиваемый запорно- измерительный клапан ASV-I, с помощью диафрагменного элемента. Повышенное давление «+», передаваемое от падающего стояка ( от выходного патрубка ASV-I) по импульсной трубки к штуцеру, воздействует на диафрагму сверху, а пониженное давление «-», передаваемое от обратного стояка ( от входного патрубка ASV-PV) через канал в шпинделе , воздействует на диафрагму снизу. Прилагаемое к диафрагме изменяемое ( настраиваемое в зависимости от расчётных условий системы отопления) усилия регулирующей пружины соответствует поддерживаемому перепаду давлений от 5 до 25 кПа.

### **Фильтр сетчатый**

Фильтр предназначен для защиты трубопроводов, арматуры и насосов в системе отопления от твёрдых взвесей, переносимый потокам воды. Частицы оседают на мелкую сетку, установленную в корпусе фильтра под наклоном к потоку воды и собираются в сбросную камеру.

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	<i>Лист</i>
						60
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Сбросная камера может быть снабжена шаровым краном для возможности прочистки фильтра под давлением воды в трубопроводе. При открывании крана вода оmyвает сетку и выносит накопленный на ней и в сборной камере шлам. Имеется возможность снятия сетки для очистки без демонтажа фильтра с трубопровода. Сетка выполнена из нержавеющей стали. Корпус из латуни (соединение на резьбе). Максимальная температура плюс 120/110° С, Ру 16 при Ду от 8 до 150 мм; Ру 10 при Ду от 200 до 300 мм. Возможные размеры ячейки сетки 0,3; 0,5; 0,8; 1,25; 1,6 мм.

### Радиаторный термостат

Для регулирования параметров микроклимата в каждом помещении используются автоматические радиаторные терморегуляторы RTD фирмы «Danfoss»

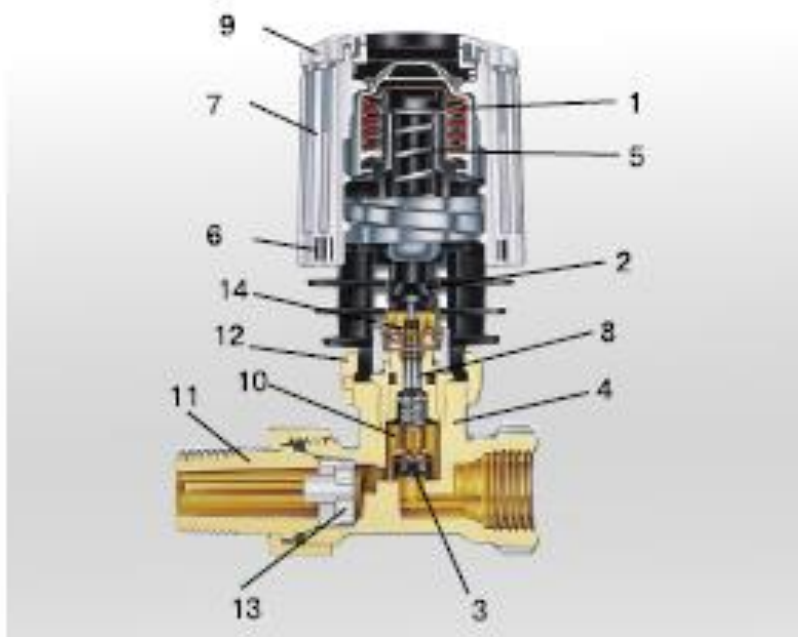


Рис. 6.7 Радиаторный терморегулятор RTD

Радиаторный терморегулятор – автоматический регулятор прямого действия, предназначенный для поддержания на заданном уровне температуры воздуха в помещении путем изменения теплоотдачи установленного в нем местного отопительного прибора системы водяного отопления здания.

Терморегулятор типа RTD фирмы «Danfoss» представляет собой сочетание двух частей: регулирующего клапана и автоматического термостатического элемента.

Регулирующий клапан монтируется на трубопроводе, подающем воду к отопительному прибору, а на клапане устанавливается термостатический элемент.



- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 – сиффон               | 8 – шток клапана               |
| 2 – шток термoeлементa   | 9 – кольцо «памяти»            |
| 3 – золотник клапана     | 10 – дросселирующий элемент    |
| 4 – корпус клапана       | 11 – патрубок клапана с гайкой |
| 5 – настроечная пружина  | 12 – соединительная гайка      |
| 6 – шкала настройки      | 13 – антикавитационная вставка |
| 7 – настроечная рукоятка | 14 – сальник клапана           |

Рис. 6.8 Устройство радиаторного терморегулятора RTD

Принимаем к установке терморегуляторы с клапанами RTD-N.

## 7 Экономический раздел

### 7.1 Расчет основных технико-экономических показателей системы теплоснабжения

Экономическая часть проекта включает расчет технико-экономических показателей и себестоимости тепловой энергии проектируемого объекта, на основании которых будет сделан вывод по экономичности проекта.

#### Расчёт капиталовложений.

$K$  - величина основного капитала (капиталовложений), руб:

$$K = \sum_{i=1}^n n_i \cdot C_i + S_{\text{монт}} + S_{\text{пуск}} + S_{\text{тран}}, \text{ руб},$$

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

$C_i$  - цена закупаемого оборудования одного вида, руб/шт;

Расчет стоимости основного оборудования проектируемой котельной представлен в таблице 7.1

Таблица 7.1 - Стоимость основного оборудования проектируемой системы теплоснабжения биостанции. Цены на всё оборудование взяты с сайтов (20-22)

№	Вид закупаемого оборудования и производитель	Кол-во шт	Цена тыс.руб	Стоим. тыс.руб
1	Котел водогрейный «Прометей» автомат 40	1	137,7*	137,7
2	Трубопроводы и отопительные приборы системы отопления	-	250***	250
3	Фитинги и арматура	-	135***	135
4	Бак мембранный расширительный FLEXCON C 18/1,5	1	1,7**	1,7
6	Насос WILO TOP-S 25/13	1	17,9*	17,9
8	Приборы КИПиА	-	39,5****	39,5
<b>Итого по оборудованию котельной</b>				<b>581,8</b>
*				20
**				21
***				22

$S_{\text{монт}}$  - издержки на монтаж оборудования, руб.

Принимаем в размере 15% от стоимости основного оборудования  $\sum_{i=1}^6 n_i \cdot C_i$ ,

тыс.руб:

$$S_{\text{монт}} = 0,15 \cdot \sum_{i=1}^6 n_i \cdot C_i = 0,15 \cdot 581,8 = 87,3 \text{ тыс. руб}$$

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

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

$$S_{\text{пуск}} = 0,05 \cdot \sum_{i=1}^6 n_i \cdot C_i = 0,05 \cdot 581,8 = 29,1 \text{ тыс. руб}$$

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

$$S_{\text{транс}} = 0,10 \cdot \sum_{i=1}^6 n_i \cdot C_i = 0,10 \cdot 581,8 = 58,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$K = 581,8 + 87,3 + 29,1 + 58,2 = 756,4 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 7.2 – Исходные данные к технико-экономическому расчету

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя	Способ определения расчета
1. Местонахождение			Емельяновский район Красноярского края	Задано
2. Состав и количество единиц оборудования				
2.1. твердотопливный котел			«Прометей» автомат 40	Задан
2.2. дизельный котел			-	Задан
3. Система теплоснабжения			Закрытая	Задан
4. Топливо				
4.1. для твердотопливного котла			Уголь	Задан



Продолжение таблицы 7.2

5. Характеристика топлива				Справочные данные
5.1. теплотворная способность				
Уголь	ккал/кг	$Q_p^H$	3700	Тоже
6. Расход сырой воды при максимально-зимнем режиме	т/ч	$G_{св(з)}$	0,1	Задан
7. Цена топлива с учетом доставки				
Уголь	руб/т.н.т.	$Ц_T$	1300	Задан
8. Мощность котельной	кВт	$Q_o^{год}$	47,0	
9. Потребляемая мощность оборудования котельной	кВт	-	0,548	
9. Тариф на электроэнергию				
9.1. в пределах соц. нормы	руб/кВт·ч	$Ц_{э/э}$	1,38	Задан
9.2. сверх соц. нормы			2,12	
10. Цена одной тонны сырой воды	руб/м <sup>3</sup>	$Ц_в$	11,2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Лист

65

Таблица 7.3 – Расчет технико-экономических показателей котельной

Показатель	Формула расчета		Расчет и результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	
Показатели мощности котельной, структуры и объема тепловой энергии			
1. Годовой отпуск тепла на отопление	$Q_o^{год} = 24 \cdot n_o \cdot Q_o^{max} \cdot \frac{t_{вн} - t_o^{cp}}{t_{вн} - t_{p.o}} \cdot 10^{-3}$ <p>где <math>n_o</math> – продолжительность отопительного периода, сут;  <math>Q_o^{max}</math> – максимальный расход теплоты на отопление, кВт (из табл. 7.1);  <math>t_{вн}</math> - расчетная температура воздуха внутри здания, °С;  <math>t_{p.o}</math> - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопительной системы, °С;</p>	МВт	$Q_o^{год} = 24 \cdot 233 \cdot 47 \cdot \frac{18 - (-6,7)}{18 - (-37)} \cdot 10^{-3}$ $= 115,9 \text{ Гкал/ч}$

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Продолжение таблицы 7.3

Показатели расхода природных, материальных, трудовых и финансовых ресурсов			
2. Удельный расход топлива на выработку тепла			
2.1 условного	$b_y^{отп} = \frac{1000}{7 \cdot n_{к.а} \cdot 4,19}$ <p>где <math>n_{к.а}</math> - КПД котлоагрегата (из раздела 6.3 принимаем КПД 88 %)</p>	кг/ГДж	<p>Для угольного котла</p> $b_y^{отп} = \frac{1000}{7 \cdot 0,88 \cdot 4,19} = 38,7$
2.2 натурального	$b_n^{отп} = b_y^{отп} \cdot \frac{7000}{Q_n^p}$ <p>где <math>Q_n^p</math> - теплотворная способность топлива, ккал/кг;  <math>b_y^{отп}</math> - удельный расход условного топлива, кг/ГДж</p>	кг/ГДж	<p>Для угольного котла</p> $b_n^{отп} = 38,7 \cdot \frac{7000}{3700} = 73,2$

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Продолжение таблицы 7.3

3. Годовой расход топлива	$V_y^{\text{год}} = b_y^{\text{отп}} \cdot Q_0^{\text{год}}$ <p>где <math>b_y^{\text{отп}}</math> - удельный расход условного топлива, кг/ГДж;  <math>Q_0^{\text{год}}</math> - годовой отпуск тепла на</p>		<p>Для угольного котла</p> $V_y^{\text{год}} = 38,7 \cdot 62,5 \cdot \frac{3600}{10^6} = 8,7$
3.1 условного	отопление	т	
3.2 натурального	$V_n^{\text{год}} = V_y^{\text{год}} \cdot \frac{7000}{Q_n^p}$ <p>где <math>V_y^{\text{год}}</math> - годовой расход условного топлива, т;  <math>Q_n^p</math> - теплотворная способность топлива, ккал/кг</p>	т	<p>Для угольного котла</p> $V_n^{\text{год}} = 8,7 \cdot \frac{7000}{3700} = 16,5$
4. Годовой расход электроэнергии на нужды котельной	$\mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{год}} = 24 \cdot N_k \cdot n_0$ <p>где <math>N_k</math> - расход электроэнергии на нужды котельной, кВт;  <math>n_0</math> - продолжительность отопительного периода, сут</p>	кВт	$\mathcal{E}_{\text{сн}}^{\text{год}} = 24 \cdot 0,548 \cdot 233 = 3065$

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Продолжение таблицы 7.3

<p>5. Годовой расход воды при закрытой системе теплоснабжения</p>	$G_{\text{Год}}^{\text{СВ}} = (1 + K_{\text{пр}}) \cdot (24 \cdot n_0 \cdot G_{\text{СВ}}^3) + 24 \cdot (350 - n_0) \cdot G_{\text{СВ}}^{\text{Л}}$ <p>где <math>G_{\text{СВ}}^{\text{Л}}</math>, <math>G_{\text{СВ}}^3</math> – расход сырой воды для приготовления питательной воды при максимально зимнем и летнем режимах, т/ч;  <math>K_{\text{пр}}</math> – коэффициент, учитывающий расход воды на бытовые и прочие нужды котельной</p>	<p>т</p>	$G_{\text{Год}}^{\text{СВ}} = (1 + 1) \cdot (24 \cdot 233 \cdot 0,1) + 24 \cdot (350 - 233) \cdot 0,06 = 1272,4 \text{ т}$
<p>6. Годовой объем сточных вод</p>	$G_{\text{Год}}^{\text{СВ}} = K_{\text{ст}} \cdot G_{\text{Год}}^{\text{СВ}}$ <p>где <math>K_{\text{ст}}</math> – коэффициент, определяющий расход сточных вод</p>	<p>т</p>	$G_{\text{Год}}^{\text{СВ}} = 0,15 \cdot 3648,2 = 547,2$

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

## 7.2 Расчет годовых эксплуатационных затрат и себестоимости

Таблица 7.4 - Расчет проектной себестоимости тепла от котельной

Показатель	Формула расчета			Расчет	Рез-ты расчета тыс. руб
	Условное обозначение	Единица измерения	Значение и обоснование исходных данных		
1	2	3	4	5	6
1. Затраты на топливо	$C_m = B_{год}^H \cdot C_m$ <p><math>B_{год}^H</math> - годовой расход натурального топлива;</p> <p><math>C_m</math> - цена топлива с учетом доставки до котельной.</p>	тыс.руб/год т.н.т. руб./т	8,7 1300 (из табл. 7.2)	$8,7 * 1300 / 1000 =$	11,3
2. Затраты на электроэнергию для собственных нужд котельной	$C_{э}^{сн} = \mathcal{E}_{год}^{сн} \cdot C_{э/э}$ <p><math>\mathcal{E}_{год}^{сн}</math> - годовой расход электроэнергии на собственные нужды котельной;</p> <p><math>C_{э/э}</math> - цена (тариф) одного кВт·ч.</p>	тыс.руб/год тыс.кВт·ч руб/1кВт ч	3,065 1,38 (из табл. 7.2)	$3065 * 1,38 =$	4,23
3. Затраты на воду	$C_{э}^{сн} = \mathcal{E}_{год}^{сн} \cdot C_{э/э}$ <p><math>\mathcal{E}_{год}^{сн}</math> - годовой расход воды на собственные нужды котельной;</p> <p><math>C_{э/э}</math> - цена (тариф) одного кубометра</p>	тыс.руб/год м <sup>3</sup> руб/м <sup>3</sup>	3648,2 11,2 (из табл. 7.2)	$1272,4 * 11,2 =$	14,25

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

70

Лист

Продолжение таблицы 7.4

<p>4. Амортизационные отчисления на полное восстановление</p>	$C_a = \frac{H_A^{стр}}{100} \cdot K_{стр} + \frac{H_A^{об}}{100} \cdot K_{об}$ <p><math>H_A^{стр}</math> - средняя норма амортизации на полное восстановление сооружений, зданий;</p> <p><math>H_A^{об}</math> - норма амортизации на оборудование (с учетом стоимости монтажных работ);</p> <p><math>K_{стр}</math> – стоимость общестроительных работ и зданий;</p> <p><math>K_{об}</math> – стоимость оборудования.</p>	<p>тыс.руб/год</p> <p>%</p> <p>%</p> <p>тыс.руб</p> <p>тыс.руб</p>	<p>2,5</p> <p>10</p> <p>87,3 (из п. 7.1)</p> <p>581,8 (из п. 7.1)</p>	<p>2,5/100*87,3 + 10/100*581,8 =</p>	<p>60,4</p>
<p>5. Затраты на ремонт</p>	$C_p = C_{кр} + C_{стр}$ <p><math>C_{кр}</math> – затраты на капитальный ремонт:</p> $C_{кр} = 0,1 \cdot K_{об}$ <p><math>C_{стр}</math> – затраты на текущий ремонт.</p> $C_{стр} = 0,01 \cdot K$ $K = K_{об} + K_{стр}$	<p>тыс.руб/год</p> <p>тыс.руб/год</p> <p>тыс.руб/год</p> <p>тыс.руб</p>	<p>87,3 + 7,6 =</p> <p>0,1*581,8 =</p> <p>0,01*756,4 =</p> <p>756,4</p>	<p>65,8</p> <p>58,2</p> <p>7,6</p> <p>756,4</p>	<p>65,8</p>
<p>6. Прочие расходы</p>	$C_{пр} = 0,3 \cdot (C_a)$	<p>тыс.руб/год</p>	<p></p>	<p>60,4*0,3 =</p>	<p>18,1</p>

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Продолжение таблицы 7.4

<p>7. Затраты на обслуживание</p>	<p>Котельная малой мощности, постоянного обслуживания не требуется. Приходящий персонал из расчета 100 руб/час. Кол-во часов в неделю 16</p> $O_{год} = 100 * (16 * 52) = 83,2$ $C = O_{год} + 30\%$	<p>тыс. руб/год %</p>	<p>30 (из спис. исп. литер. 9)</p>	<p>83,2+30</p>	<p>108,16</p>
<p>Итого себестоимость</p>	$\sum C = C_m + C_{\text{э}}^{сн} + C_{\text{не}} + C_a + C_p + C_{\text{пр}}$	<p>тыс.руб/год</p>		<p>11,3 + 4,23 + 14,25 + 60,4 + 65,8 + 18,1 + 108,16 =</p>	<p><b>282,24</b></p>

СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата



### 7.3 Расчет себестоимости 1 ГДж тепловой энергии

#### Структура себестоимости

Определение затрат на единицу продукции называется калькулированием.

Себестоимость 1 ГДж тепловой энергии,  $C$ , руб/ГДж, рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{C}{Q_{отп}}$$

где  $Q_{отп}$  – количество тепловой энергии, отпущенной потребителю за год, ГДж.

Источник теплоснабжения: водогрейная котельная

Объем отпуска тепловой энергии: 485,6; 115,9

Единица измерения: ГДж, Гкал.

Таблица 7.5 – Калькуляция себестоимости продукции

Статья	Сумма затрат на общий объем, тыс.руб./год	Затраты на единицу, руб/ГДж	Затраты на единицу, руб/Гкал
1. Материальные затраты – всего			
В том числе:	90,18	185,70	778,08
1.1 Топливо	11,3	23,27	97,50
1.2 Электроэнергия	4,23	8,71	36,50
1.3 Вода	14,25	29,34	122,95
2. Амортизация	60,4	124,38	521,14
3. Прочие затраты – всего	192,06	395,47	1657,08
В том числе:			
3.1 Ремонтный фонд	65,8	135,50	567,73
3.2 Прочие	18,1	37,27	156,17
3.3 Обслуживание	108,16	222,7	933,21
Итого полная себестоимость		581,27	2435,2

Расчетная себестоимость отпуска тепловой энергии составила 2435,2 руб/Гкал.

Тариф на тепловую энергию от централизованных поставщиков с июля 2016 года составит 2095,82 руб./Гкал (согласно Приказу Региональной экономической комиссии Красноярского края № 402-п от 16.12.2015 г.)

Сопоставив с тарифом КрасКома сделаем вывод, что выгода в перспективе может заключаться в независимости локальной системы и опережающих темпов роста тарифов на тепловую энергию по сравнению с темпами роста цены топлива.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

## 8 Безопасность жизнедеятельности

### Введение

При инженерном проектировании немаловажное значение имеет обеспечение безопасности проведения работ в СФУ, рабочий кабинет Д 317. Параметры проявления опасных и вредных производственных факторов в большинстве случаев выявляют путем инженерных расчетов.

В данном разделе производится анализ потенциальных опасностей, существующих на рабочем месте, а также указаны способы уменьшения воздействия этих опасностей.

В этой части проекта рассчитывается ожидаемый уровень звукового давления на рабочем месте инженера.

Как показали исследования, основными «проблемными» физическими факторами на рабочем месте пользователей ПЭВМ являются:

- температура воздуха в помещении, где находится рабочее место;
- электромагнитное поле;
- освещенность дисплея;
- наличие ионов в воздухе и др.

Правовую основу охраны труда составляют нормативные акты, имеющие различную юридическую силу.

К ним относятся:

1) Конституция Российской Федерации с учетом поправок внесенных законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30 декабря 2008 г. №7-ФКЗ и от 30 декабря 2008 г. ЛГ27-ФКЗ.

2) Федеральный закон "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" (125-ФЗ) в последней действующей редакции от 1 января 2016 года

### 8.1 Недостатки базовой конструкции (аналогов) по обеспечению безопасности труда

Исследуемый объект – рабочее место инженера проектировщика.

Размеры помещения 9,5 x 5 x 3,5 м (166,25 м<sup>3</sup>), 3 окна, в помещении 6 светильников, 8 рабочих мест (8 столов, 8 компьютеров, одностороннее боковое освещение, у каждого специалиста по настольной лампе.)

Состояние условий труда работников и его безопасности удовлетворяют современным требованиям.

### 8.2 Проектные решения по обеспечению безопасности труда на проектируемом оборудовании в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003

					<b>СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

## 8.2.1 Обеспечение электробезопасности

Электропитание ПЭВМ и ВДТ осуществляется током частотой 50 Гц и напряжением 220В, что превышает предельно допустимые значения напряжений прикосновения, указанных ГОСТ 12.1.038-82 (2001) «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».

Спроектируем способы и средства защиты людей, при взаимодействии их с электроустановками. Руководящий документ - ГОСТ 12.1.019-79 (2001) «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»

Случайное прикосновение к токоведущим частям исключено, т.к. применена изоляция токоведущих частей, корпус ВДТ и ПЭВМ заключен в защитную оболочку. Прикосновение к задней панели системного блока при включенном питании, самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования. Не допустимо, согласно инструкции по охране труда для пользователей и операторов ПЭВМ и ВДТ

Производственное помещение относится к помещениям без повышенной опасности по ПУЭ. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применим защитное заземление. Требования по обеспечению электробезопасности с помощью защитного заземления устанавливает ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». В электроустановках напряжением от 110 В до 440 В должно быть выполнено защитное заземление с сопротивлением в любое время года не более 0,5 Ом. Настоящее требование реализуется соединением металлических нетоковедущих частей ВДТ и ПЭВМ с заземляющим контуром здания.

Цепь в этом помещении используем трёхпроводную.

Применим защитное заземление в сети с изолированной нейтралью (непосредственно присоединенную к заземляющему контуру).

## 8.2.2 Обеспечение эргономических параметров рабочего места

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.032-78 в помещении используются рабочие столы с высотой рабочей поверхности 725 мм, а также рабочие кресла с подъемно-поворотным устройством. Конструкция кресел обеспечивает регулировку высоты опорной поверхности сиденья в пределах 400-500 мм и углов наклона вперед до 15 градусов и назад до 5 градусов. Каждое кресло оборудовано подлокотниками, что сводит к минимуму неблагоприятное воздействие на кистевые суставы рук.

Перед тем как приступить к работе необходимо отрегулировать высоту монитора, таким образом, чтобы верхняя часть экрана находилась на уровне глаз или немного ниже. Ваш взгляд должен быть направлен немного вниз,

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

когда вы смотрите в центр экрана. Расстояние от глаз до монитора должно составлять от 500 до 710 мм.

Клавиатура должна располагалась на такой высоте, чтобы при работе руки в локтях были согнуты на угол не менее 80-90 градусов, а кисти лежали прямо, параллельно предплечьям. Такое положение за компьютером позволит уменьшить нагрузку на руки, плечи и позвоночник, исключить быструю утомляемость и повысить эффективность труда.

### 8.3 Санитарно-гигиенические требования к помещению для размещения проектируемого оборудования

#### 8.3.1 Микроклимат производственного помещения для обслуживающего персонала

В помещении в течение всего года поддерживаются нормальные значения температуры, влажности воздуха, и скорости движения воздуха, благодаря установленному кондиционеру и отоплению. Оптимальные нормы микроклимата приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 - Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ЭВМ СанПиН 2.2.2.542-96

Период года	Категория работ	Температура воздуха, С	Относит. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая – 1а	22-24	40-60	0,1
Теплый	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1

Таблица 4.2 - Допустимые нормы микроклимата для помещений с ЭВМ СанПиН 2.2.2.542-96

Период года	Категория работ	Температура воздуха, С	Относит. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая – 1а	21-23	40-60	0,1
Теплый	Легкая – 1а	22-24	40-60	0,2

Таблица 4.3 - Уровни ионизации воздуха помещений при работе с ПЭВМ СанПиН 2.2.2.542-96

Уровни ионизации	Число ионов на 1 куб. см воздуха	
	n +	n -
Минимально необходимое	400	600
Оптимальное	1500-3000	30000-50000
Максимально допустимое	50000	50000

### 8.3.2 Вредные вещества в воздухе рабочей зоны

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны инженера проектировщика могут быть представлены в виде:

- пыли;
- углекислого газа;

Основные гигиенические требования к состоянию воздушной среды регламентируют:

- СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к дисплейным терминалам, ЭВМ и организации работы»;
- ГОСТ12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (с изменениями от 20 июня 2000 г.);
- ГН 2.2.5.1313-03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Таблица 4.4 - Характеристики загрязнении в рабочей среде по ГН 2.2.5.1313-03.

Наименование веществ	Агрегатное состояние	Характер воздействия на организм человека	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12.1.005
оксид углерода	газообразное	общетоксическое	20,0	4

Для удаления из помещения вредных веществ применяются следующие мероприятия:

- герметизация источников выделения вредных веществ;
- вентиляцию (СНиП 41-01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;
- уборку помещений и оборудования от осевшей пыли.

### 8.3.3 Воздействие и защита от ЭМП

Причиной повышенных уровней интенсивности электрической и магнитной составляющей электромагнитного поля в диапазоне частот 5Гц – 400кГц может быть неправильное размещение оборудования на рабочем месте пользователя компьютера, при котором предметы – источники ЭМП, например, источники бесперебойного питания, приближены к рабочей зоне. Воздействия на человека ЭМП.

При систематическом воздействии электромагнитных излучений, превышающих допустимые значения, происходят функциональные нарушения нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем человека, а также некоторые изменения состава крови, особенно выраженные при высокой напряженности электрического поля.

Для защиты от излучения применяют следующие меры:

- ограничение времени пребывания в ЭМП;

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78



Таким образом, для снижения шума создаваемого на рабочих местах внутренними источниками, а также шума, проникающего извне следует:

- ослабить шум самих источников;
- звукоизоляция ограждений и перекрытий;
- применять рациональное расположение оборудования;
- использовать архитектурно-планировочные и технологические решения изоляций источников шума.

### 8.3.4 Освещение рабочих мест

Рабочее место инженера обеспечено совмещённым: естественным и искусственным освещением. Естественное освещение применяется для светлого времени суток при работе в помещениях, в кабинете Д317 боковое одностороннее освещения.

Система искусственного освещения - комбинированная (сочетание общего и местного освещения).

Предусмотрена установка светильников аварийного освещения, которые подключаются к независимому источнику питания. Нормы освещенности установлены СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Для искусственного освещения регламентирована наименьшая освещенность на рабочих поверхностях в производственных помещениях, а для естественного и совмещенного - КЕО (коэффициент естественной освещенности). Согласно этим нормам качество освещения удовлетворяет следующим требованиям:

- равномерное освещение рабочего стола (освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк);
- отсутствие теней;
- устранение пульсаций светового потока, то есть освещение должно быть постоянным во времени.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПЭВМ следует производить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80



Таблица 4.7 - Требования к освещению помещений промышленных предприятий, согласно СП 52.13330.2011

1	2	3	4	5	6	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещённое освещение		
						Освещённость, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослеплённости и коэффициента пульсации			КЕО $e_n$ , %		
						7	8	9			10	11	12	13
									при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения				
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	400	200	200	40	20	4,0	1,5	2,4	0,9

#### 8.4 Обеспечение взрывопожарной безопасности при эксплуатации проектируемого оборудования

В соответствии с российскими нормами пожарной безопасности, типы помещений, защищаемые установками пожаротушения, определены в нормы пожарной безопасности СП 5.13130.2009 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией».

Категория помещения по пожарной опасности – Д согласно СП12.13130.2013 и по СНиП 21-01- 97[11] степень огнестойкости II.

Таблица 4.8 - Классификация зданий и сооружений по огнестойкости

Степень огнестойкости зданий	Максимальные пределы огнестойкости конструкций, мин.				
	Несущие элементы	Наружные стены	Перекрытия	Покрытия бес чердачные	Лестничные Клетки площадки
II	R 45	RE 15	REI 45	R 15	REI 90 R 45

Порядок отнесения строительных конструкций к несущим элементам здания и сооружения устанавливается нормативными документами по пожарной безопасности. (в ред. Федерального закона от 10.07.2012 N 117-ФЗ).

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В служебных помещениях вывешены «Планы эвакуации людей при пожаре», регламентирующие действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Распорядительным документом необходимо установить соответствующий пожарной опасности противопожарный режим, который включает в себя следующие мероприятия:

- необходимо оборудовать места для курения (отдельные помещения, имеющие вентиляцию, емкость с водой и огнетушители);
- установить последовательность отключения электрооборудования при пожаре и по завершению рабочего дня;
- определить действия персонала при обнаружении пожара;
- соблюдать сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму.

Должны быть определены:

- количество эвакуационных выходов, ширина проходов;
- возможность монтажа внутреннего противопожарного водопровода.

Отделка помещения сгораемыми материалами не допустима.

В СП12.13130.2013 и по СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» определены типы допускаемых отделочных материалов. Так, в зданиях нельзя применять материалы с более высоким показателем, чем предусматривает СНиП. Эти показатели указаны в сертификате к каждому материалу.

В помещении на видных местах нужно вывесить таблички с номером телефона пожарной охраны: «01».

В необходимых местах размещены ручные огнетушители (углекислотные ОУ-8 в количестве 2 шт.) согласно СП 9.13130.2009.

Средствами обнаружения и оповещения о пожаре являются автоматические датчики-сигнализаторы о пожаре типа ДТП, реагирующие на повышение температуры согласно СП 5.13130.2009.

Средством оповещения сотрудников о пожаре служит внутрифирменное радио согласно СП 3.13130.2009.

## 8.5 Расчет общеобменной вентиляции

Общеобменная вентиляция предназначена для удаления из помещения (вредных паров, газов, пыли, избыточной влажности или доведения концентраций указанных вредностей до предельно допустимых норм.

В помещении могут поступать одновременно несколько вредностей. В этом случае воздухообмен рассчитывается по каждой вредности, а для

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

проектируемых вентиляционных систем принимают большее из полученных количеств воздуха. Если выделяющиеся вещества действуют на организм человека однонаправленно, то рассчитанные объемы воздуха суммируют.

Рассчитанный объем воздуха следует подавать подогретым в рабочую зону помещения, а загрязненный воздух- удалять от мест выделения вредностей из верхней зоны помещения.

Количество углекислого газа, выделяющегося в помещении, г/ч, определим по формуле:

$$G_{CO_2} = q_{CO_2} \cdot n;$$

Где  $q_{CO_2}$  – количество углекислого газа, выделяемое одним человеком, г/ч  
 $n$  – количество людей в помещении (8 человек).

Получим:

$$G_{CO_2} = q_{CO_2} \cdot n = 23 \cdot 8 = 184 \text{ г/ч}$$

Объем воздуха ( $m^3/ч$ ), который требуется для удаления из помещения углекислоты, определяют по формуле:

$$L = G / (X_B - X_H)$$

где  $G$  - количество углекислоты, выделяющейся в помещении, г/ч;

$X_H$  - концентрация углекислоты в наружном воздухе;

$X_B$  - концентрация в воздухе рабочей зоны, г/ $m^3$ .

$$L = 184 / (1 - 0,4) = 306,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Кратность воздухообмена определяем по формуле:

$$K = L / V_{п}$$

Где  $V_{п}$ - внутренний объем помещения, м3.

$$K = 306,6 / 166,2 = 1,84 \text{ ч}^{-1}$$

Ответ: Кратность воздухообмена в рабочем кабинете Д 317 составит 1,84  $ч^{-1}$

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы достигнута цель – выполнена разработка и проектирование систем отопления биостанции, расположенной в Емельяновском районе Красноярского края.

Объект исследования - системы отопления здания.

В достижения обозначенной цели в проекте были решены следующие задачи:

- выполнена трассировка системы отопления на плане, построение аксонометрической схемы системы отопления, расстановка санитарных приборов и запорной арматуры;

Рассматриваем водяную систему отопления с использованием полипропиленовых трубопроводов.

В настоящем проекте рассматриваются теплопроводы вертикальной двухтрубной системы отопления, которые подразделяются на магистрали, стояки и подводки. Движение теплоносителя в подающей (разводящей) и обратной магистралях встречное.

Прокладка трубопроводов системы предусматриваем скрытой. Стояки и подводки к приборам заделывают полностью в строительные конструкции. Подающий трубопровод располагаю справа от обратного. Стояки системы отопления размещаем в углах, образуемых наружными ограждающими конструкциями.

- произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания;

- определен тепловой режим здания, тепловой и гидравлический расчет системы отопления;

Тепловая мощность системы отопления составила 46928 Вт.

В качестве отопительных приборов принимаем радиаторы KERMI.

- произведен выбор основного оборудования системы отопления.

Для теплоснабжения здания будем использовать твердотопливный автоматический котел «Прометей автомат» мощностью 30-50 кВт.

Принимаем к установке циркуляционный насос WILO TOP-S 25/13 3~ PN 10.

Для регулирования параметров микроклимата в каждом помещении используются автоматические радиаторные терморегуляторы RTD фирмы «Danfoss»

- выполнено рассмотрение вопросов охраны труда и техники безопасности;

- произведены экономические расчеты, определение технико-экономических показателей проекта.

Сопоставив с тарифом на тепловую энергию на сегодня сделаем вывод, что выгода в перспективе может заключаться в независимости локальной системы и опережающих темпов роста тарифов на тепловую энергию по сравнению с темпами роста цены топлива.

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

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

Технические решения, принятые в графической части, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасное для жизни и здоровья людей производство земляных, монтажных и вспомогательных работ.

					<b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

## Список использованных источников

### Литературные источники

1. Методические указания к дипломному проектированию. – Красноярск: КГТУ, 1992.- 52 с.
2. Богословский В.Н., Сканава А.Н., Отопление: Учебное пособие для вузов. –М.: Стройиздат, 1995.- 735 с.
3. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.- 5-е изд., перераб.-М.: Энергоиздат, 1982. 360 с., ил.
4. Ривкин С.Я., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
5. Насосное оборудование (технические характеристики насосов). Рекламный каталог фирмы СК1ЖОР08. 2005.- 113 с.
6. Емелина З.Г., Емелин Д.В. Безопасность жизнедеятельности. Красноярск: ИГЩ, КГТУ, 2001. -183 с.
7. Кондрасенко В.Я., Жуков А.И. Безопасность и экологичность проекта.
8. Сибаров Ю.Г. Охрана труда в вычислительных центрах: Учебное пособие.- М., 1990. -199 с.
9. Астраханцева И.А., Голованова Л.В., Зубова М.В. Экономика и управление энергетическими предприятиями. Красноярск. СФУ 2013. Электронное издание.

### Нормативно-правовые акты

- 10.СНиП 23-02-2003 Строительная теплотехника. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 47 с.
- 11.СНиП 2.04.05-91\*. Отопление вентиляция и кондиционирование. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 75 с.
- 12.СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*.
- 13.. СНиП 41-02.2003. Тепловые сети. / Госстрой России от 24.06.2003 г. № 110
- 14.Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Утверждено приказом Минэнерго России от 20 июня 2003 г. № 242. Вводится в действие с 1 ноября 2003 г.
- 15.СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. Министерство строительства Российской Федерации (Минстрой России).

										СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							86

- 16.ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 17.ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 18.ГОСТ 12.4.124-83. ССБТ. Средства защиты от статического электричества.  
Общие технические требования
- 19.СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности.-Введён 30.12.2013 г. – Красноярск: ИПК СФУ. 2014-60 с.

Интернет ресурсы (в открытом доступе)

- 20.fitting24.ru
- 21.termopotok.ru
- 22.santehgrad.ru
- 23.камин24.пф.prometei
- 24.krasprom-stk.ru
- 25.krasnoyarsk.tiu.ru /search
- 26.krasnoyarsk.sravni.com
- 27.santech.ru
- 28.water-system.ru
- 29.santex.ru
- 30.polimet-kr.ru
- 31.24stk.ru
- 32.teplo24.ru
- 33.steef.ru
- 34.santehgrad.ru

					СФУ ПИ.ДП-140104.65-071016842	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87