

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Расчет отопления общественного здания спорткомплекса в г. Томске

УДК 697.31.001.24:725.8(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б2	Понаморёв Иван Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бульба Елена Евгеньевна	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преп.	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2017

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б	Понаморёв Иван Викторович

Тема работы:

Расчет отопления общественного здания спорткомплекса в г. Томске

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 3565/с от 22.05.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатраты; экономический анализ и т. д.).

Выпускная работа предусматривает разработку инженерного обеспечения строящегося спортивного комплекса в г. Томске. Здание спортивного комплекса предназначено для спортивных занятий, а также организации спортивных мероприятий. В нем размещены универсальный зал на 15 занимающихся, раздевалки с душевыми и санузлами. Район строительства: г. Томска; Параметры наружного воздуха: $t = -39^{\circ}\text{C}$; Параметры внутреннего воздуха: административные и вспомогательные помещения $t = 14 \div 20^{\circ}\text{C}$, $t = 25 \div 30^{\circ}\text{C}$, влажность нормальная; Ориентация главного фасада: Запад; Источник теплоснабжения: местные теплотети; Параметры теплоносителя: $95-70^{\circ}\text{C}$. Здание каркасно-панельное одноэтажное, без подвала и чердака.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>За последние годы значительно возросли темпы строительства и реконструкции спортивных комплексов (в дальнейшем СК), и очевидно, что наряду с архитектурными решениями возникает необходимость в инженерном обеспечении СК. Говоря о инженерном обеспечении зданий СК необходимо отметить, что большую и зачастую решающую роль играет обеспечение микроклимата, т.е. создание комфортных условий посредством поддержания требуемой температуры и чистоты воздуха в помещении. Следует отметить, что все помещения СК зачастую являются разными с точки зрения обеспечения необходимых параметров микроклимата. В связи с этим, в инженерной практике до настоящего времени присутствует комплекс вопросов связанных с созданием благоприятных условий для занятий и в том числе для работы сотрудников СК.</p>
--	--

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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

<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бульба Елена Евгеньевна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б2	Пономорёв Иван Викторович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б2	Понаморёву Ивану Викторовичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	теплоэнергетика и теплотехника

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Должностной оклад ИР 26300 руб. Должностной оклад Инженера 17000 руб.</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации 20%.</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Социальные отчисления 30% от ФЗЛ</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>1. Планирование работ и их временная оценка.</i>
<i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>2. Смета затрат на проектирование</i>
<i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>3. Смета затрат на оборудование</i>
	<i>4. Определение затрат на обслуживание отопительной системы</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б2	Понаморёв Иван Викторович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б2	Понаморёву Ивану Викторовичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования	Расчет отопления общественного здания спорткомплекса в г. Томске
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
2. Охрана окружающей среды	– анализ влияния объекта исследования на окружающую среду; – анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.
3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
4. Пожарная безопасность.	– анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований; – мероприятия по предотвращению ЧС.

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б2	Понаморёв Иван Викторович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 86 страниц, 15 таблиц, 7 рисунков, 21 источника литературы, 1 приложения

Спорткомплекс, система отопления здания, теплопотери, отопительный прибор, тепловая панель, тепловой поток.

Цель работы – проект системы отопления спортивного комплекса г. Томска. Проведен расчёт по составленной схеме размещения отопительных приборов, выбран тип отопительных приборов; выполнен гидравлический расчёт с целью определения потерь давления в системе и определения диаметров трубопроводов.

В данной работе использованы расчетно-аналитические методы.

Практическая значимость: данная работа может быть использована при установке в спортивном помещении комфортных условий для пребывания человека.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

Графическая часть выполнена с помощью графического редактора AutoCAD.

Оглавление

Введение	9
1 Исходные данные	10
2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	11
3 Тепловой баланс помещения	13
4 Потери на инфильтрацию	20
6 Расчет системы отопления	27
6.1 Определение типа и размеров отопительных приборов	27
6.2 Расчет водяных инфракрасных панелей	30
6.2.1 Расчет количества панелей	35
6.2.2 Схема гидравлической обвязки	36
6.3 Расчет теплого пола.....	37
6.4 Размещение теплопроводов в здании	40
6.6 Регулирование теплоотдачи отопительных приборов.....	42
6.7 Арматура	42
7 Гидравлический расчет системы отопления.....	44
8 Подбор циркуляционного насоса	47
9 Тепловой пункт.....	50
9.1 Принцип работы ИТП	51
10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
11 Социальная ответственность	60
Заключение.....	84
Список использованной литературы.....	85
Приложение А	87

Введение

Современная индустрия предлагает огромный выбор отопительного оборудования и технологий. Преимущества применения современных отопительных технологий по сравнению с уже устаревшими системами отопления связаны не только со значительными сокращения энергетических затрат в системах жизнеобеспечения общественных помещений, но и с их способностью поддержания в здании нормативных параметров микроклимата и экологической чистотой воздуха.

Целью дипломной работы является проектирование системы отопления спортивного комплекса г. Томске с применением современных технологий таких как водяной тёплый пол, радиаторы NOVA FLORIDA, водяные потолочные панели лучистого отопления отечественного производителя фирмы «Теплопанель».

Данная система отопления будет выполнять две основные функции: санитарно-гигиеническую и технологическую, а именно, создавать и поддерживать по заданной программе определенные параметры воздуха внутри помещения.

Объектом исследования является система отопления спортивного помещения в г. Томске. В качестве предмета выступают характеристики отопительной системы спорткомплекса в г. Томске.

В ходе выполнения проекта отопительной системы спортивного помещения будет определено размещение отопительных приборов на плане здания; произведен расчет их поверхности нагрева; определено конструирование трубопроводов системы водяного отопления и размещение запорно-регулирующей арматуры; произведен гидравлический расчет.

Конструирование системы отопления любого помещения начинается с размещения на плане здания во всех отапливаемых помещениях нагревательных приборов, которые, согласно санитарно-техническим нормам следует располагать под световыми проёмами.

1 Исходные данные

Исходные данные для проектирования систем отопления приняты в соответствии со СП 131.13330.2012 «строительная климатология» актуализированная версия СНиП 23-01-99* и составляют:

- температура для проектирования отопления в холодный период: минус 39 °С;
- температура отопительного периода: плюс 8 °С;
- продолжительность отопительного периода: 233 суток;
- параметры внутреннего воздуха $t = 20$ °С;
- ориентация главного фасада: Запад.

Теплоносителем для систем отопления и теплоснабжения приточных систем является горячая вода с температурой 95/70 °С.

Наружные стены выполнены из стеновых сэндвич панелей с утеплителем из пенополистирола толщиной 250 мм.

Потолочное перекрытие выполнено из кровельных сэндвич панелей с утеплителем из пенополистирола толщиной 250 мм

Максимальная высота здания 6м.

2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет необходим для определения сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций в соответствии с требованиями [3].

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, $R_{тp_o}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, определяется по формуле:

$$R_o^{mp} = \frac{(t_e - t_n)n}{\Delta t^n \cdot \alpha_e},$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, °C ,

t_n – расчетная зимняя температура наружного воздуха, °C , равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [3];

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

Δt^n – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 2* [3];

α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; в соответствии с таблицей. 4* [3].

Требуемое сопротивление теплопередаче R_o^{mp} для наружных дверей (за исключением балконных дверей) должно быть не менее значения $0,6 R_o^{mp}$ для стен зданий и сооружений, определяемого при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92:

$$R_o^{mp} = 0,6 \frac{n(t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e}, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

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

$$R_o = \frac{\delta}{\lambda},$$

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, (м·°С)/Вт, принимаемый по прил. [3].

Общее сопротивление теплопередаче многослойной наружной стены R_o , (м²·°С)/Вт, определяется как сумма термических сопротивлений слоев и сопротивлений теплоотдаче внутренней $\frac{1}{\alpha_e}$ и наружной $\frac{1}{\alpha_n}$ поверхностей по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3(yt)}{\lambda_3(yt)} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n},$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности стены, Вт/(м²·°С), принятый по табл.6*[3];

α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С).

Толщина утепляющего слоя определяется по формуле

$$\delta_{3(yt)} = \lambda_{3(yt)} \cdot \left[R_o - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\alpha_1}{\lambda_1} + \frac{\alpha_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\alpha_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right].$$

Полученный результат округляется в большую сторону до 1 см.

После округления толщины слоя определяется фактическое сопротивление теплопередаче ограждения:

$$R_o^\phi = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3(yt)}{\lambda_3(yt)} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n},$$

где $\delta_{3(yt)}$ – толщина слоя утеплителя, м, после округления.

Далее определяется условный коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С)

$$K = \frac{1}{R_o^\phi}.$$

3 Тепловой баланс помещения

Система отопления предназначена для создания в помещениях здания температурной обстановки, соответствующей комфортной для человека или отвечающей требованиям технологического процесса.

Отдача тепла человеческим организмом зависит, прежде всего, от параметров микроклимата помещения. При этом излучение теплоты в окружающую среду происходит не только путем испарения влаги с поверхности тела человека, но и посредством конвекции и излучения. Интенсивность теплоотдачи конвекцией в основном определяется температурой и подвижностью окружающего воздуха, а посредством лучеиспускания – температурой поверхностей ограждений обращенных внутрь помещения.

Температурный баланс помещения напрямую зависит от тепловой мощности системы отопления, от правильного расположения отопительных приборов, от свойств теплосопротивления наружных и внутренних ограждений, интенсивности поступления и потерь теплоты от других источников тепла. В холодное время года помещение в основном теряет теплоту через наружные ограждения и, в какой-то мере, через внутренние ограждения, отделяющие данное помещение от других помещений, имеющих более низкую температуру воздуха. Кроме того, теплота расходуется на нагревание наружного воздуха, который проникает в помещение через не плотности ограждений, а также материалов, транспортных средств, изделий, одежды, которые холодными попадают снаружи в помещение.

Системой вентиляции может подаваться воздух с более низкой температурой по сравнению с температурой воздуха в помещении. Технологические процессы в помещениях производственных зданий могут быть связаны с испарением жидкостей и другими процессами, сопровождаемыми затратами теплоты.

В стационарном режиме поступления теплоты равны потерям тепла в помещении.

Еще теплоступления в помещения идут от людей, от источников искусственного освещения, от оборудования, находящегося в помещении а также нагретых материалои изделий, в результате воздействия на здание солнечной радиации. В производственных помещениях могут осуществляться технологические процессы, связанные с выделением теплоты.

При расчете теплового баланса помещений здания необходимо учитывать все вышеперечисленные источники теплоступления и теплотеря, что даёт возможность определения недостатка или избытка теплоты в помещении. При наличие недостатка теплоты ΔQ необходимо обустройство отопительной системы. Вто время как избыток теплоты обычно устраняется системой вентиляции.

Для определения тепловой мощности системы отопления Q_{OT} составляется баланс расходов теплоты для расчетных условий холодного периода года в виде:

$$Q_{OT} = \Delta Q = Q_{OGR} + Q_{II(VENT)} \pm Q_{T(БЫТ)},$$

где Q_{OGR} – потери теплоты через наружные ограждения; $Q_{II(VENT)}$ – расход теплоты на нагревание поступающего в помещение наружного воздуха; $Q_{T(БЫТ)}$ – технологические или бытовые выделения или расход теплоты.

Баланс составляется для условий, когда возникает наибольший при заданном коэффициенте обеспеченности дефицит теплоты. Для гражданских (обычно, для жилых) зданий учитывают регулярные теплоступления в помещение от людей, освещения, других бытовых источников. В производственных зданиях в расчет принимают период технологического цикла с наименьшими тепловыделениями (возможные максимальные тепловыделения учитывают при расчете вентиляции).

Тепловой баланс составляют для стационарных условий. Не стационарность тепловых процессов, происходящих при отоплении помещений, учитывают специальными расчетами на основе теории теплоустойчивости. Потери теплоты через ограждения помещения.

Потери теплоты через i -ое ограждение помещения Q , Вт, определяют по формуле:

$$Q_i = \left(A_i / R_{o,i} \right) \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta_i),$$

где A_i – площадь ограждения, m^2 ; $R_{o,i}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, $(m^2 \cdot ^\circ C) / \text{Вт}$; t_p – расчетная температура помещения, $^\circ C$; t_{ext} – расчетная температура снаружи ограждения, $^\circ C$; n – коэффициент, учитывающий фактическое понижение расчетной разности температуры $(t_p - t_{ext})$ – для ограждений, которые отделяют отапливаемое помещение от неотапливаемого (подвал, чердак и др.); $(\beta_i$ – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери через ограждения.

Расчетная температура помещения обычно задается равной расчетной температуре воздуха в помещении t_B , $^\circ C$, с учетом возможного повышения ее по высоте в помещениях высотой более 4 м. Температура t_B принимается в зависимости от назначения помещения по СНиП «Отопление, вентиляция, кондиционирование», соответствующим назначению отапливаемого здания.

Под расчетной температурой снаружи ограждения t_{ext} подразумевается температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения. Величина наибольших теплотерь через наружные ограждения будет соответствовать заданному коэффициенту обеспеченности внутренних условий в помещении $K_{об}$, с учетом которого и выбирается значение $t_{ext} = t_H$.

В соответствии с действующими нормами теплотери помещений, по которым определяется расчетная тепловая мощность системы отопления, принимаются равными сумме теплотерь через отдельные наружные ограждения без учета их тепловой инерции при $t_H = 5$, т. е. при средней температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, соответствующей $K_{об} = 0,92$. Кроме того, должны быть учтены потери или

поступления теплоты через внутренние ограждения, если температура в соседних помещениях ниже или выше температуры в расчетном помещении на 3 °С и более.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения или его коэффициент теплопередачи $K_0 = 1/R_{0i}$; принимаются по техническому расчету в соответствии с требованиями действующего СНиП «Строительная теплотехника» или (например, для окон, дверей) по данным организации-изготовителя [16].

Особый подход существует к расчету теплопотерь через полы, лежащие на грунте. Передача теплоты из помещения нижнего этажа через конструкцию пола является сложным процессом. Учитывая сравнительно небольшой удельный вес теплопотерь через пол в общих теплопотерях помещения, применяют упрощенную методику расчета. Теплопотери через пол, расположенный непосредственно на грунте, рассчитывают по зонам. Для этого поверхность пола делят на полосы шириной 2 м, параллельные наружным стенам. Полосу, ближайшую к наружной стене, обозначают первой зоной, следующие две полосы - второй и третьей, а остальную поверхность пола – четвертой зоной. Если проводится расчет теплопотерь заглубленного в грунт помещения, отсчет зон ведется от уровня земли по внутренней поверхности наружной стены и далее по полу. Поверхность пола в зоне, примыкающей к наружному углу помещения, имеет повышенные теплопотери, поэтому ее площадь в месте примыкания при определении общей площади зоны учитывается дважды.

Расчет теплопотерь каждой зоной проводят по формуле:

$$Q_i = (A_i / R_{o,i}) \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta_i),$$

принимая $n_i (1 + \beta_i) = 1,0$. За величину $R_{o,i}$ принимают условное сопротивление теплопередаче неутепленного пола $R_{н.п.}$, (м² · °С)/Вт, которое для каждой зоны берут равным: для первой зоны – 2,1; для второй зоны – 4,3; для третьей зоны – 8,6; для четвертой зоны – 14,2.

Если в конструкции пола, лежащего на грунте, имеются слои материалов, теплопроводность которых меньше $1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, то такой пол называют утепленным. При этом сопротивление теплопередаче для каждой зоны утепленного пола $R_{y.n}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, принимают равным

$$R_{y.n} = R_{н.п} + \sum(\delta_{y.c} / \lambda_{y.c}),$$

где $\delta_{y.c}$ – толщина утепляющего слоя, м; $\lambda_{y.c}$ – теплопроводность материала утепляющего слоя, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$.

Теплопотери через полы по лагам рассчитываются также по зонам, только условное сопротивление теплопередаче каждой зоны пола R_n , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, принимается равным $1,18 R_{y.n}$ (здесь в качестве утепляющих слоев учитывают воздушную прослойку и настил по лагам).

Площадь отдельных ограждений при подсчете потерь теплоты через них должна вычисляться с соблюдением определенных правил обмера. Эти правила по возможности учитывают сложность процесса теплопередачи через элементы ограждения и предусматривают условные увеличения и уменьшения площадей, когда фактические теплопотери могут быть соответственно больше или меньше подсчитанных по принятым простейшим формулам. Как правило, площади определяются по внешнему обмеру.

Площади окон, дверей и фонарей измеряются по наименьшему строительному проему. Площади потолка и пола измеряются между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружной стены. Площади пола по грунту и лагам определяются с условной их разбивкой на зоны, как указано выше. Площади наружных стен в плане измеряются по внешнему периметру между наружным углом здания и осями внутренних стен. Измерение наружных стен по высоте проводят:

- на первом этаже (в зависимости от конструкции пола) или от внешней поверхности пола по грунту, или от поверхности подготовки под конструкции пола на лагах, или от нижней поверхности перекрытия над подпольем или неотапливаемым подвальным помещением до чистого пола второго этажа;

- на средних этажах от поверхности пола до поверхности пола следующего этажа;

- на верхнем этаже от поверхности пола до верха конструкции чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия.

При необходимости определения теплопотерь через внутренние ограждения их площади берутся по внутреннему обмеру.

Основная потеря тепла через ограждения, подсчитанная по формуле при $\beta_i = 0$, часто оказываются меньше действительной теплопотери, так как при этом не учитывается влияние на процесс теплопередачи некоторых факторов. Потери теплоты могут заметно изменяться под влиянием инфильтрации и эксфильтрации воздуха через толщу ограждений и щели в них, а также под действием облучения солнцем и «отрицательного» излучения внешней поверхности ограждений в сторону небосвода. Теплопотери помещения в целом могут возрасти за счет изменения температуры по высоте, врывания холодного воздуха через открываемые проемы и пр.

Эти дополнительные потери теплоты обычно учитывают добавками к основным теплопотерям. Величина добавок и условное их деление по определяющим факторам следующее.

Добавка на ориентацию по странам света (сторонам горизонта) делается на все наружные вертикальные и наклонные (их проекция на вертикаль) ограждения. Величины добавок берутся в соответствии со схемой на рис.1. Для общественных, административно-бытовых и производственных зданий при наличии в помещении двух и более наружных стен добавки на ориентацию по сторонам горизонта на все указанные выше ограждения увеличиваются на 0,05, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад, или на 0,1 – в других случаях. В типовых проектах эти добавки принимаются в размере 0,08 при одной наружной стене и 0,13 при двух и более стенах в помещении (кроме жилых), а во всех жилых помещениях – 0,13.

Для горизонтально расположенных ограждений добавка в размере 0,05

вводится только для необогреваемых полов первого этажа над холодными подпольями зданий в местностях с расчетной температурой наружного воздуха минус 40 °С и ниже.

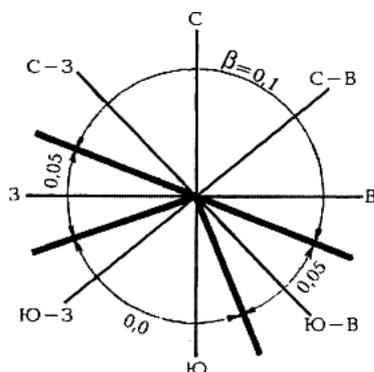


Рисунок 3.1 – Схема распределения добавок к основным теплотерям на ориентацию наружных ограждений по странам света (сторонам горизонта)

Добавка на врывание холодного воздуха через наружные двери (не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами) при их кратковременном открывании при высоте здания H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья вентиляционной шахты принимается: для тройных дверей с двумя тамбурами между ними в размере $\beta_i = 0,2H$, для двойных дверей с тамбурами между ними – $0,27H$, для двойных дверей без тамбура – $0,34H$, для одинарных дверей – $0,22H$. Указанные выше добавки не относятся к летним и запасным наружным дверям.

4 Потери на инфильтрацию

Добавки к основным тепло потерям на вырывание воздуха через наружные двери здания приближенно учитывают затраты теплоты на инфильтрацию, и учет только их в производственных и многоэтажных зданиях оказывается недостаточным.

В подобных зданиях расход теплоты на нагревание холодного воздуха, поступающего через притворы окон, фонарей, дверей, составляет 30-40 % и более от основных теплопотерь. Учитывая столь большую величину этих потерь, при расчете теплопотерь многоэтажных зданий делают специальные расчеты затрат теплоты на нагревание поступающего в помещение холодного наружного воздуха.

Количество наружного воздуха, поступающего в помещение в результате инфильтрации, зависит от конструктивно-планировочного решения здания, направления и скорости ветра, температуры воздуха, герметичности конструкций и особенно длины и вида притворов открывающихся окон, фонарей, дверей.

При определении теплотозатрат на нагревание наружного воздуха при инфильтрации расчет воздушного режима здания может быть упрощен.

Задача инженерного расчета сводится, прежде всего, к определению суммарного расхода инфильтрующегося воздуха $\sum G_i$, кг/ч, через отдельные ограждающие конструкции помещения, который зависит от вида и характера не плотностей в наружных ограждениях и определяется по формуле:

$$\sum G_i = 0,21 \sum (\Delta p_1^{2/3} A_1) / R_{И,1} + \sum (\Delta p_2^{2/3} A_2) / R_{И,2} + (\Delta p_3 l_3) / R_{И,3},$$

где обозначения с индексом 1 относятся к окнам, балконным дверям и фонарям; с индексом 2 – к дверям; с индексом 3 – к стыкам стеновых панелей (эта составляющая учитывается только для жилых зданий); A – площадь ограждения, m^2 ; l_3 – длина стыков панелей, м; $R_{И}$ – сопротивление воздухопроницанию соответствующего ограждения, $m^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}^n / \text{кг}$ для $R_{И,1}$, и

$R_{H,2}$, или мч-Па/кг для $R_{H,3}$ (показатель степени, равный 1, 1/2 или 2/3, характеризует различный аэродинамический режим фильтрации воздуха, соответственно ламинарный – через стыки панелей, турбулентный – через двери и открытые проемы, смешанный – через не плотности окон); Δp – перепад давления на поверхности соответствующих ограждений на уровне расположения воздухопроницаемого элемента, Па; 0,21 – числовой коэффициент, учитывающий перепад давления $\Delta p_0 = 10$ Па, при котором определяются расчетные значения $R_{H,1}$ ($0,21 = 1/10^{2/3}$).

Фактические значение сопротивления воздухопроницанию наружных ограждений $R_{и}$ определяются по действующим СНиП «Теплотехнический расчет зданий», или по данным организации – изготовителя.

Расчетная разность давления Δp_1 , Па, в общем случае определяется величиной гравитационно-ветрового давления и работой вентиляции

$$\Delta P_i = (H - h_i) \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_o) + 0,5 \cdot V_n^2 \cdot \rho_n \cdot (c_n - c_z) \cdot k - p_0;$$

где H – высота здания от поверхности земли до верха карниза или вытяжных отверстий шахт (фонаря), м; h – расстояние от поверхности земли до верха окон, дверей и проемов или до середины стыков панелей, м; $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения; ρ_n , ρ_o – плотность, соответственно, наружного и внутреннего воздуха, кг/м³, определяемая по специальным таблицам или в зависимости от температуры воздуха t по формуле $\rho = 353 / (273 + t)$; v_n – расчетная скорость ветра, м/с; k – коэффициент, учитывающий изменение скоростного давления ветра по высоте здания, принимаемый по СНиП «Нагрузки и воздействия» [20]; c_n , c_z – аэродинамические коэффициенты на, соответственно, наветренной и заветренной сторонах здания (там же); p_0 – условное давление в помещении, Па, от уровня которого отсчитаны первое и второе слагаемые формулы.

Для помещений (зданий) со сбалансированной вентиляцией (вентиляционная вытяжка полностью компенсируется подогретым притоком

воздуха) или при отсутствии организованной вентиляции условное давление p_0 , Па, принимается равным наибольшему избыточному давлению в верхней точке заветренной стороны здания, обусловленному действием гравитационного и ветрового давления, т. е.

$$p_0 = 0,5 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_e) + 0,25 \cdot V_n^2 \cdot \rho_n \cdot (c_n - c_3) \cdot \kappa;$$

Вычисленное значение p_0 принимается постоянным для всего здания, в лестничной клетке, в непосредственно соединенных с ней коридорах, а также в отдельных помещениях при свободном перетекании воздуха из помещения в коридоры. В случае герметизации внутренних дверей условное давление в отдельных помещениях определяется из уравнения воздушного баланса помещения.

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха $Q_{и}$, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{и} = 0,28 \sum G_i \cdot c \cdot (t_e - t_n) \cdot \beta;$$

где c – массовая теплоемкость наружного воздуха, принимая равной 1 кДж/(кг $^{\circ}$ С); t_e , t_n – расчетная температура соответственно внутреннего и наружного воздуха ($t_e = t_n$); β – коэффициент, учитывающий нагревание инфильтрующегося воздуха в ограждении встречным тепловым потоком (экономайзерный эффект), равный: 0,7 – для стыков панелей и окон с тройными переплетами, 0,8 – для окон и балконных дверей с отдельными переплетами и 1,0 – для окон с одинарными и спаренными переплетами; 0,28 – числовой коэффициент, приводящий в соответствие принятые размерности расхода воздуха, кг/ч, и теплового потока, Вт.

В жилых и общественных зданиях только с вытяжной вентиляцией (без компенсации подогретым притоком воздуха) расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха определяется двумя путями.

Сначала определяют расход теплоты $Q_{вент}$, Вт, на нагревание наружного воздуха, компенсирующего расчетный расход воздуха $L_{вент}$, м 3 /ч, удаляемого из помещения вытяжной вентиляцией, по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot L_{\text{вент}} \cdot \rho_n \cdot c \cdot (t_e - t_n);$$

Для жилых зданий удельный расход воздуха нормируется в размере 3 м³/ч на 1 м² площади жилых помещений и кухни. В общественных зданиях он должен определяться расчетом воздухообмена в помещениях.

Затем рассчитывается расход теплоты Q_н по формуле из условия нагревания инфильтрующегося через наружные ограждения воздуха при отсутствии вентиляции.

За расчетное принимается большее из полученных значений. Подобное сопоставление особенно актуально в современных условиях, когда с одной стороны в действующих нормах снижено требуемое значение воздухопроницаемости окон, с другой стороны, современные их конструкции имеют очень большое сопротивление воздухопроницанию.

Результаты расчетов потерь через ограждающие конструкции здания и теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха сведены в таблицу 1 (Приложение А).

5 Расчет теплоступлений в здание

Кроме теплотерь через ограждения и затрат теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха, в отапливаемых помещениях могут быть и другие источники поступлений и потерь теплоты. В производственных зданиях это могут быть тепловыделения от технологического оборудования, нагретых материалов и изделий, освещения, солнечной радиации, людей и затраты теплоты на испарение воды в мокрых цехах, на нагревание материалов, транспортных средств и пр., которые холодными поступают в помещение с улицы. Все перечисленные возможные составляющие теплового баланса рассматриваются при решении задачи ассимиляции избыточной теплоты или компенсации недостатка в теплоте, которую в производственном помещении чаще всего решает система вентиляции, совмещенная с отоплением.

В общественных и административно-бытовых зданиях зимой, когда работает система центрального отопления, также возможны как теплоступления от людей, солнечной радиации, освещения и работающего электрооборудования, так и дополнительные затраты теплоты на нагревание материалов, одежды и пр. Эти составляющие теплового баланса обычно учитываются при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха, без которых в настоящее время не обходится практически ни одно подобное здание. Если в помещении не предусмотрены другие, помимо отопительной, системы кондиционирования микроклимата, то указанные дополнительные источники должны быть учтены при определении расчетной мощности системы отопления.

Если в здании предусмотрена система дежурного отопления, функционирующая в нерабочее время, ее расчетная мощность учитывает только теплотери через ограждения и на нагревание инфильтрующегося воздуха. Температура внутреннего воздуха при этом принимается, как правило, ниже расчетной (от 5 до 15 С' в зависимости от назначения помещения).

При проектировании системы отопления административно-бытового здания согласно СП учет дополнительных теплопоступлений в помещениях учитывается только от искусственного освещения и людей, в зависимости от выполняемой работы. Остальные тепловыделения, при естественном освещении, а также от оборудования учитываются при проектировании системы вентиляции.

Теплопоступления от пребывающих в помещении людей по равны:

$$Q_{л} = n \cdot q; Вт$$

где n – количество постоянно пребывающих людей; q – явно выделенное людьми тепло, Вт/чел.

Теплопоступления от искусственного освещения равны:

$$Q_{осв} = F \cdot q; Вт$$

где F – площадь помещения, м²; q – количество тепла на 1 м² помещения, поступающее от искусственного освещения, зависит от высоты потолка и установки осветительных приборов, Вт/м². рассчитываем теплопоступления от людей и искусственного освещения результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 5.1 – Теплопоступления от людей и освещения

Теплопоступление от людей				
№ помещения	Кол-во людей, n	Температура воздуха в помещении, t C	Тепловыделение одним человеком q, Вт	Q полное
0	10	15	263	2630
2	2	21	102	204
3	10	15	118	1180
4	2	22	132	264
5	5	25	132	660
6	10	25	132	1320
7	2	22	132	264
8	5	25	132	660
9	10	25	132	1320
Теплопоступления от искусственного освещения				
0	420	0,56	0,45	105,84
2	12	0,07	0,45	0,378
3	44	0,07	0,45	1,386

4	6	0,07	0,45	0,189
5	9	0,07	0,45	0,2835
6	21	0,56	0,45	5,292
7	6	0,07	0,45	0,189
8	9	0,07	0,45	0,2835
9	21	0,56	0,45	5,292

Таблица 5.2 – Тепловой баланс

№ помещения	Тепло от освещения, Вт	Тепло от людей, Вт	Теплопотери инфильтрацией, Вт	Теплопотери ограждающей конструкции, Вт	Теплопотери помещением, Вт
0	105	2630	239,37	25945,31	23502,85
2	0,38	204	0	877,95	673,57
3	1,38	1180	25,29	2076,14	920,05
4	0,19	264	0	319,03	54,84
5	0,28	660	0	502,08	-158,2
6	5,29	1320	0	331,53	-993,7
7	0,19	264	0	302,56	38,37
8	0,28	660	0	476,16	-148,1
9	5,29	1320	0	323,3	-1001,9
				Итого:	22851,6

По итогам расчета теплового баланса для каждого помещения было установлено, что за счет внутренних тепловыделений сокращается общая отопительная нагрузка по зданию в целом.

6 Расчет системы отопления

В соответствии со СП [6], в зависимости от назначения помещения требуется выбрать нужную конструкцию системы отопления. Так как в данном проекте рассматривается физкультурно-оздоровительный комплекс, то возникает вопрос правильного выбора системы отопления для каждого помещения. В помещениях спортивных комплексов зачастую проектируют горизонтальную двухтрубную систему отопления в секционными отопительными приборами. Из всего вышесказанного следует отметить, что правильно выбранная конструкция системы отопления значительно сказывается на обеспечении микроклимата и условиях комфортности в помещении.

6.1 Определение типа и размеров отопительных приборов

В рассматриваемом здании во всех помещениях мы будем применять радиаторы NOVA FLORIDA. В целях точного регулирования теплоотдачи отопительными приборами проектируем двухтрубную горизонтальную систему водяного отопления. Прокладка теплопроводов по всему зданию открытая.

Для выбора типоразмера прибора находим расход воды через прибор:

$$G_{np} = \frac{Q_{потери} \beta_1 \beta_2}{c(t_{вх} - t_{вых})} \text{ кг/ч};$$

где: $Q_{потери}$ – рассчитанные теплотери; β_1 – коэффициент учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов; β_2 – коэффициент учитывающий место и тип установленного прибора; c – удельная массовая теплоемкость воды равная 4187 Дж/кг·К; $t_{вх}$ – температура воды на входе в прибор 95 °С; $t_{вых}$ – температура воды на выходе из прибора 70 °С.

Температурный напор определяемый по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_{вн}, \text{ C};$$

$t_{вн}$ – расчетная температура внутри помещения °С.

Тепловой поток радиатора $Q_{н.т.}$, Вт, при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле:

$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{потери} \cdot 0,95}{\varphi_k}, \text{ Вт};$$

где φ_k – комплексный коэффициент приведения установленного теплового потока прибора к расчетным условиям, определяется по формуле:

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p b \psi c$$

где n , p , c – коэффициенты зависящие от направления движения теплоносителя, его расхода в приборе и типа отопительного прибора; b – коэффициент учета атмосферного давления; ψ – коэффициент учета направления движения теплоносителя в приборе.

Сравнивая номинальный поток с прибора и требуемый номинальный тепловой поток производим выбор количества секций алюминиевых радиаторов Extra Therm, причем при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора.

Рассмотрим пример выбора отопительных приборов для помещения 2 (кабинет): Зная тепловой баланс помещения, расход воды на прибор определяем по формуле:

$$G_{np} = \frac{Q_{потери} \beta_1 \beta_2}{c(t_{ex} - t_{вых})} = 0,86 \cdot \frac{790 \cdot 1,04 \cdot 1,1}{(95 - 70)} = 31,08 \text{ кг/ч};$$

Температурный напор определяемый по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_{en} = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ \text{C};$$

Определяем номинальный тепловой поток по формуле

$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{потери} \cdot 0,95}{\varphi_k} = \frac{790 \cdot 0,95}{0,78} = 962,18 \text{ Вт};$$

где

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p b \psi c = \left(\frac{64,5}{70} \right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{31,08}{360} \right)^0 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 = 0,78.$$

Используя значение $Q_{н.у.}$ одной секции радиатора NOVA FLORIDA (190 Вт) определяем ориентировочное число секций:

$$N = \frac{Q_{н.т.}}{Q_{н.у.}} = \frac{962,18}{190} = 5,1 \text{ секции.}$$

Ориентировочное число секций 6.

Вычисляем коэффициент учета числа секций в приборе β_3 по формуле:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N \cdot Q_{н.у.}} = 0,97 + \frac{34}{6 \cdot 190} = 0,99.$$

Находим минимальное число секций с учетом β_4

$$N = \frac{Q_{н.т.} \cdot \beta_4}{Q_{н.у.} \cdot \beta_3} = \frac{962,18 \cdot 1,05}{190 \cdot 0,99} = 5,37 \text{ секции.}$$

Так как, полученное число не целое, при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора и принимаем 6 секций для одного устанавливаемого алюминиевого радиатора MIX R 500.

Для остальных помещений производим аналогичный расчет, полученные результаты сводим в таблицу 4 «Определение типоразмеров отопительных приборов NOVA FLORIDA 100/500».

Таблица 6.1 – Определение типоразмеров отопительных приборов NOVA FLORIDA 100/500 (190 Вт)

№	Q, потеря	G _{пр} , кг/ч	t _{ср} , C°	t _{внутр. Расч.} , C°	φ _к	Q _{н.т.} , Вт	N	β ₃	N _{мин}	N приним.
2	877,95	34,55	67,50	15,00	1,15	724,95	3,82	0,98	4,08	5
3	2101,443	82,70	64,50	18,00	1,11	1796,10	9,45	0,97	10,21	12
4	319,03	12,55	61,50	21,00	1,07	282,59	1,49	1,05	1,49	2
7	302,56	11,91	61,50	21,00	1,07	268,00	1,41	1,06	1,40	2

6.2 Расчет водяных инфракрасных панелей

Водяные потолочные панели лучистого отопления предназначены для применения в качестве отопительных приборов в системах водяного отопления общественных зданий и зданий различного производственного профиля. Водяные отопительные панели могут использоваться как для автономных систем отопления, так и для систем центрального отопления. Водяные потолочные панели рационально применять для отопления объемных и высоких помещений. В качестве теплоносителя используется вода, но могут использоваться и незамерзающие жидкости.

Преимущества этой техники связаны не только с экономической целесообразностью, но и с рядом других ощутимых выгод. В частности, механизмы работы инфракрасных устройств созданы природой, поэтому обогрев с их помощью является более естественным, а значит, и более безопасным. Отсюда и растущая популярность излучающих приборов.

Если раньше инфракрасные устройства в основном использовались для точечного обогрева, то сегодня они все чаще становятся главным элементом полноценного отопления домов. Для этого излучатели выполняют в виде элегантных панелей, подвешиваемых у потолка, либо вмонтированных в стену.

Инфракрасные панели, помимо быстро ощутимого эффекта, решают еще одну важную задачу – экономят площадь помещения, поскольку занимают пространство, не используемое человеком. Плюс сейчас не существует отопления, которое могло бы сравниться с излучающими панелями по простоте монтажа. Этот процесс в масштабах всего дома занимает всего несколько часов, после чего система на протяжении многих лет не нуждается в техобслуживании.

Инфракрасные панели, совершенствовались на протяжении многих лет. И сегодня разработчикам удается выпускать образцы, КПД которых перевалил за 90 процентов. Более того, водяные излучающие устройства – это не только самый эффективный вид отопления, но и инструмент кондиционирования

помещений в жаркое время года. Чтобы охладить дом летом достаточно по системе подать хладагент, который и будет отбирать лишнее тепло.

Человеку, использующему кондиционер, приходится постоянно сталкиваться со сквозняками, и за прохладу в доме мы часто платим простудой, а то и более серьезными заболеваниями. В отличие от кондиционера, эти устройства охлаждают помещение в более щадящем режиме, поскольку в основу их работы не заложено нагнетание холодного воздуха. Дом или офис кондиционируются практически незаметно для нашего здоровья.

Излучающая поверхность «Теплопанели» представляет собой оцинкованный металлический лист толщиной 0,5 мм, продольные углубления которого запрессовываются стальные водопроводные трубы $\varnothing 18$ мм. Ноу-хау российского предприятия-изготовителя заключается в более полном охвате круглых пазов листа этих труб (до 75%-80% поверхности окружности трубы). Этот фактор увеличивает теплоотдачу водяной потолочной панели «Теплопанель», по сравнению с импортными аналогами. Поперечная жесткость обеспечивается стальными ребрами, вставленными с внутренней стороны корпуса теплоизоляция – фольгированной минеральной ватой толщиной 40 мм.

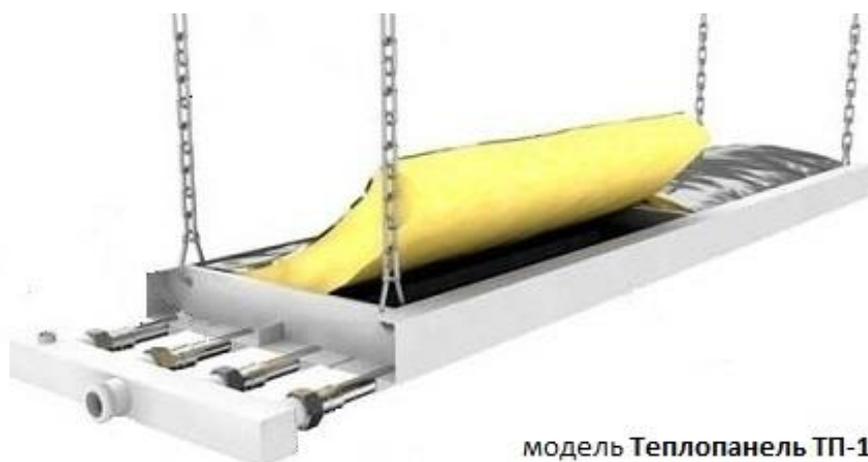


Рисунок 6.1 – Внешний вид теплопанели ТП-1

Работа панелей лучистого отопления «Теплопанель» российского производства, основывается на передаче тепла (инфракрасное излучение) от них – непосредственно предметам в помещении и ограждающим его конструкциям (стены, пол, стекла). Воздух от них нагревается уже как вторично, и более равномерно по всей высоте. Значительно сглаживается классическая проблема отопления, осуществляемая конвективным способом, когда нагретый воздух поднимается вверх и под потолком (та где не нужно) скапливается самый теплый воздух и у пола он некомфортно прохладный. При наличии большой площади остекления стен, за счет прогрева стекол изнутри не происходит образования конденсата, инея.

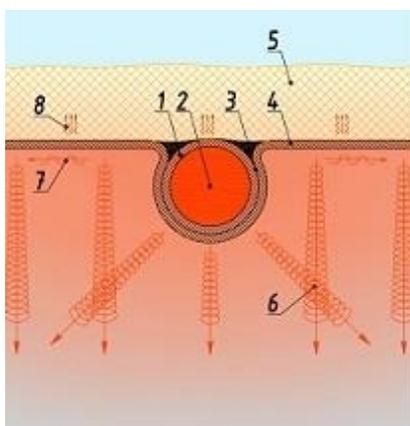


Рисунок 6.2 Принцип действия тепловой панели ТП-1

Принцип действия:

- 1 – труба, по которой течёт горячая вода;
- 2 – горячая вода;
- 3 – плотный контакт трубы с излучающим экраном (труба запрессована в углубления в стальном листе);
- 4 – излучающий экран из металлического тонкого листа;
- 5 – теплоизоляция, исключающая оттока тепла вверх;
- 6 – передача тепла от излучающего экрана в виде инфракрасного излучения (основной поток);
- 7 – передача тепла от излучающего экрана в виде конвективных потоков (совсем незначительная часть);

8 – передача тепла от излучающего экрана в теплоизоляцию (совсем малая часть).

При использовании в сооружениях при высоте потолков от 5 метров потолочной системы инфракрасного отопления на основе горячей воды, можно говорить об экономии порядка 40% и выше энергоносителей. Таким образом, использование при таких условиях излучающих водяных панелей является самым экономичным способом отопления больших помещений.

Источником горячей воды могут быть как традиционные поставщики – котельные, ЦТП, тепловые коммунальные сети и пр., так и альтернативная теплогенерация – тепловые насосы, гелиосистемы.

Необходимо отметить, что при подаче в трубы панели холодной воды, она будет работать на охлаждение помещения.

Видимая снизу поверхность панели гладкая и цельная, но предлагается также возможность использования для производства перфорированного листа, а также возможность выделки технологических отверстий под системы освещения, вентиляции, пожарной сигнализации и пр.

Преимущества применения излучающих панелей «Теплопанель»:

- ✓ более низкая цена по сравнению с импортными аналогами, при увеличенной теплоотдаче;
- ✓ значительная, по сравнению с традиционными системами отопления (тепловоздушной, конвективной, инфракрасной электрической) экономия энергоносителей – в зависимости от высоты помещения от 40% и выше;
- ✓ использование системы потолочного водяного инфракрасного отопления на основе излучателей «Теплопанель» дает возможность снизить на 2-4°С (согласно СНиП!) температуру воздуха в зоне нахождения людей. Ощущаемая температура человеком при этом останется в соответствии с требуемыми нормативными условиями;

- ✓ принципиально исключается застой теплого воздуха в верхней зоне помещения, не наблюдается усиленная стратификация тепла (перегрев воздуха на каждый метр высоты). Это снижает теплопотери здания и соответственно необходимую установленную мощность теплогенератора, сокращает расходы на энергоносители;
- ✓ при наличии приточно-вытяжной вентиляции помещения и требований организации при этом интенсивного и значительного воздухообмена, появляется еще одна существенная часть экономии энергоресурсов – за счет отсутствия необходимости перегревать на несколько градусов приточный воздух. Удельная экономия на такой «недогрев» воздуха, может быть сравнима или даже превышать абсолютные значения экономии на компенсации теплопотерь;
- ✓ возможность зонального отопления или локального обогрева, что дает дополнительную экономию энергии;
- ✓ панели не требуют обслуживания, т.к. в конструкции нет движущих механических частей (подшипников, вентиляторов), фильтров, электрических соединений;
- ✓ панели работают бесшумно;
- ✓ отсутствие источников, создающих движение пыли в помещении и активного движения воздуха. Тем самым поддерживаются улучшенные санитарно-гигиенические условия пребывания людей или персонала;
- ✓ высокая пожаробезопасность (по сравнению с высокотемпературными электрическими или газовыми инфракрасными отопителями);
- ✓ возможность работы не только на обогрев, но и на охлаждение помещения (при наличии источника охлажденной воды, чиллеров);

- ✓ холодосъем можно условно принять, как 20-23% от расчетной отопительной мощности;
- ✓ архитектурно-дизайнерская возможность обыграть потолочную зону помещения, как по цвету панелей, так и по их геометрии размещения.

6.2.1 Расчет количества панелей

Для начала подбора отопительного оборудования в первую очередь необходимо определиться с мощностью необходимой для отопления помещения.

$$Q_{расч} = 26238,69Вт$$

Далее определяем удельный теплосъём с погонного метра панели при заданных параметрах. Для этого вычисляем температурный напор по формуле:

$$\Delta t = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{2} - t_{рез}$$

где Δt – температурный напор, $^{\circ}C$; t_1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, $^{\circ}C$; t_2 – температура теплоносителя в обратном трубопроводе, $^{\circ}C$; $t_{рез}$ – результирующая (расчетная) температура в помещении, $^{\circ}C$.

Температурный напор в нашем случае получается $56^{\circ}C$. Удельный теплосъём находим по таблице производителя тепло панели в нашем случае он равен 383 Вт/м.п. Теперь можно вычислить общую длину панелей, которые надо разместить в зале, чтобы покрыть расчетную мощность:

$$L = \frac{Q_{расч}}{q_{mn}} = \frac{26238,69}{383} = 68,5 м.п.$$

При раскладке панелей рекомендуется не делать отрезки длиной более 50м.

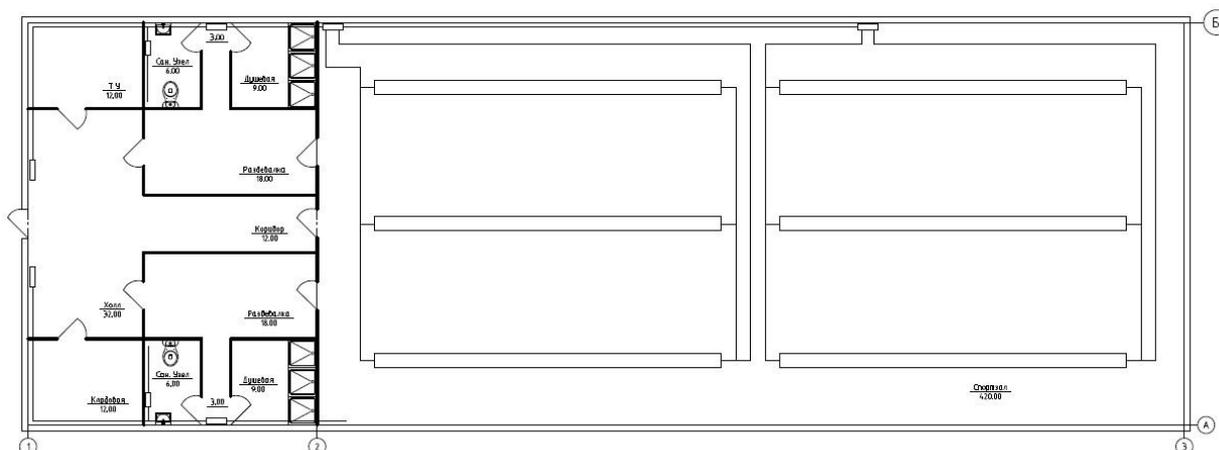


Рисунок 6.3 – Расположение теплопанелей в зале

Таким образом, получается 6 панелей по 12 м каждая, общая длина панелей составит $6 * 12 = 72$ м. Ранее мы вычислили, что нам необходима общая длина 68,5 м.п.

6.2.2 Схема гидравлической обвязки

1. Панельотопления;
2. Кран запорный;
3. Клапан автоматический балансировочный с приводом;
4. Перепускной клапан;
5. Ручной балансировочный клапан;
6. Пульт управления панелями;
7. Шаровой термометр;
8. Трёхходовой клапан с приводом;
9. Насос циркуляционный;
10. Клапан обратный.

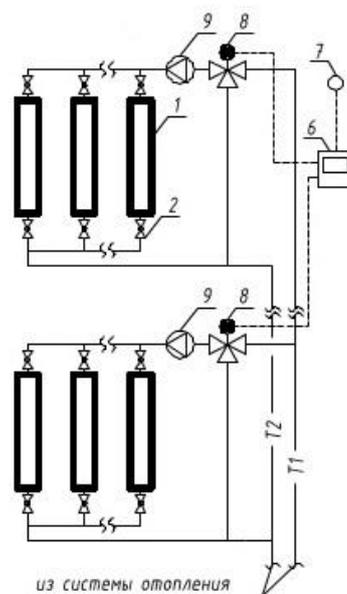


Рисунок 6.4 – Схема гидравлической обвязки

6.3 Расчет теплого пола

Техническим заданием на проектирование отопления, а также СП предусматривается проектирование подогреваемых дорожек в залах плавательных бассейнов. Отопительная система теплого пола обеспечивает равномерный нагрев воздуха по всей площади помещения при отсутствие видимых приборов отопления, дает экономию на оплате потребляемой тепловой энергии в дальнейшем, а также обеспечивает чувство максимального комфорта микроклимата в здании (рис. 6).

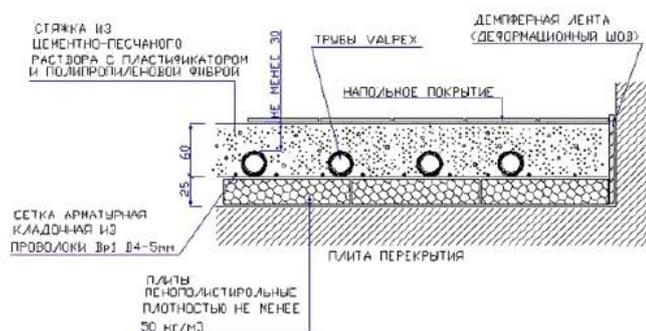


Рисунок 6.5 – Разрез проложенных труб теплого пола

Как показывает практика экономить средства может только грамотно спроектированная и смонтированная система обогрева пола. В первую очередь помещение обязательно должно иметь необходимый резерв по высоте для

размещения стяжки теплого пола. Требуемая высота конструкции напольного отопления не должна быть меньше 85 мм.

В качестве способов раскладки петель теплого пола по помещению реализовывают два основных варианта (рис. 7): укладка «змейкой» и наиболее надежный и предпочтительным вариант – укладка «улиткой», которая по сравнению с первым вариантом имеет ряд преимуществ, среди которых: равномерный прогрев стяжки пола благодаря чередованию горячих и холодных труб; удобная длина шага между трубами; отсутствие поворотов трубы на 180 градусов, что предотвращает гидравлические потери.

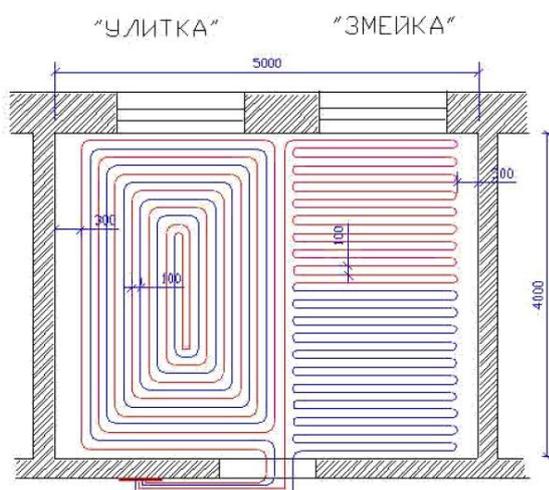


Рисунок 6.6 – Способы прокладки петель теплого пола

Перечислим существующие способы подключения систем теплых полов:

- непосредственно от котла при помощи смесительно-регулирующего узла;
- через термостатический узел, подключенный к контуру ГВС;
- от теплообменника, подключенного к отопительной системе с созданием собственного контура;
- от обратного трубопровода системы центрального отопления с помощью термостатического узла.

Правила конструирования системы водяных теплых полов:

1) трубы теплого пола следует укладывать параллельно друг другу для того чтобы обеспечить равномерную теплоотдачу;

2) наращивать петли допускается только с участием пресс-фитингов, сопротивление в которых учитывается в гидравлическом расчете;

3) после монтажа труб следует выполнить исполнительную схему, с указанием точной привязки осей труб, что позволит избежать возможных повреждений трубы;

4) для крепления строительных конструкций к полу, в стяжке необходимо устанавливать пробки, дюбели или закладные детали;

5) присоединять петли примерно равной длины следует к одному коллектору.

Применимо к нашей работе запроектируем систему напольного отопления соединенное непосредственно от узла управления через смесительно-регулирующий узел. Согласно санитарным правилам для помещений данного функционального назначения температура поверхности пола не должна превышать +31 °С.

Для системы напольного отопления предусмотрены трубы из сшитого полиэтилена Wirsbo-PEX (VALPEX), обладающие высокими механическими, пластическими и теплоизоляционными свойствами.

Для расчета напольного отопления падение температуры воды в петле принимаем равное 5 °С. Исходя из этого, а также с учетом термического сопротивления поверхности пола определяем максимальную среднюю температуру воды в петлях. Длина петли выбирается из условий гидравлического сопротивления.

Осуществляем расчет для помещения раздевалка №1.

Тепловая нагрузка пола равна:

$$q = \frac{Q_{\text{пола}}}{F_{\text{пола}}} = \frac{240,95}{21} = 11,48$$

где $Q_{\text{пола}}$ – Теплопотери через утепленный пол, Вт; $F_{\text{пола}}$ – площадь.

Для данной тепловой нагрузки квадратного метра пола необходимо применить трубы внешним диаметром 20 мм, шаг прокладки 300 мм.

Падение температуры в напольной плитке при толщине плитке $\delta = 0,01$ м и теплопроводности плитке $\lambda = 1,5$ Вт/м·К равно $0,5$ °С. Падение температуры в стяжке из цементно-песчаного раствора при толщине $\delta = 0,03$ м и теплопроводности стяжки $\lambda = 1,86$ Вт/м·К равно 2 °С.

Средняя температура воды равна:

$$t_{cp} = 31 + 0,5 + 2 = 33,5^\circ\text{C}.$$

Так как напольное покрытие одинаково в каждом из помещений, следовательно данная средняя температура будет справедлива для всех помещений где предусмотрен теплый пол.

Так как падение температуры воды в теплом полу составляет 5 °С, то расчетная температура на входе в петлю теплого пола равна:

$$t_{ex} = 33,5 + 2,5 = 36^\circ\text{C}.$$

на выходе из петли:

$$t_{вых} = 33,5 - 2,5 = 31^\circ\text{C}$$

Полученные значения так же применимы для всех помещений спорткомплекса.

Суммарный расход воды для душевой составляет 1 и с/у – 1

$$G = \frac{Q_{пола} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{378,81 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,02 \text{ л / сек}$$

6.4 Размещение теплопроводов в здании

Эффективность работы отопительной системы в значительной степени зависит от правильного размещения теплопроводов в здании. Для подачи в отопительные приборы и отвода из них теплоносителя используют как металлические, так и неметаллические (пластмассовые, стеклянные, керамические) трубы. Из металлических труб широко применяют стальные шовные (сварные), поскольку они более прочные и надежные в эксплуатации по сравнению с бесшовными трубами. Кроме стальных иногда применяют медные трубы, среди преимуществ которых можно отметить их долговечность.

В системах водяного отопления используют неоцинкованные (черные) водогазопроводные трубы, которые в зависимости от толщины стенки подразделяются на:

- 1) легкие – тонкостенные трубы, предназначенные под сварку или накатку резьбы для их соединения при открытой прокладке;
- 2) обыкновенные трубы используют для передачи холодной воды при скрытой прокладке;
- 3) усиленные – толстостенные трубы, которые применяются для передачи горячей воды и пара в долговременных сооружениях при скрытой прокладке.

Рассчитываемая система отопления горизонтальная двухтрубная. Воздухоудаление из системы отопления производится через краны Flexvent производства Италии, установленные в высших точках стояков.

Трубопроводы системы отопления и теплоснабжения выбраны из труб согласно ГОСТ 3262-75 и ГОСТ 10704-91.

6.5 Прокладка труб

Существует открытый и закрытый способ прокладки труб в помещениях. Наиболее применима открытая прокладка, среди преимуществ которой простота монтажа и дешевизна. В этом случае трубы укладываются по стенам, достаточно близко к полу, а поверхность труб используют как дополнительную нагревательную поверхность и принимают в расчет при определении мощности отопительных приборов.

Скрытый способ прокладки труб выполняется в штрабах стен и пола помещения. При данном варианте прокладки роль отопительного прибора играет стояк или встроенная подводка труб.

Монтаж труб необходимо осуществлять при температуре наружного воздуха около 5 °С, поэтому в зимней период проведения строительных работ в помещении стараются поддерживать соответствующую температуру временными отопительными приборами.

В рассчитываемом проекте системы отопления спорткомплекса предусмотрена открытая прокладка труб. В зале спорткомплекса трубопровод изолирован материалом Энергофлекс.

6.6 Регулирование теплоотдачи отопительных приборов

Для поддержания теплового режима помещений в процессе эксплуатации системы водяного отопления применяется качественное и количественное регулирование отопительных приборов:

- 1) качественное регулирование, которое достигается путем изменения температуры теплоносителя. По месту осуществления может быть центральным (на тепловой станции), групповым и местным, то есть в тепловом пункте здания;
- 2) количественное регулирование, которое достигается путем изменения количества теплоносителя. По месту проведения может быть как центральным, местным, так и индивидуальным у каждого отопительного прибора.

Для регулирования теплопередачи отопительных приборов устанавливают регулирующие краны и вентили, которые выбирают в зависимости от вида отопления. В местах, опасных в отношении замерзания воды в трубах и приборах, как например, лесничные клетки, близ загрузочных проемов, регуливающую арматуру не устанавливают.

В рассматриваемом проекте регулирование теплоотдачи нагревательных приборов проводится кранами RTD-N.

6.7 Арматура

Арматура предназначена для количественного регулирования и полного отключения отдельных стояков в случае возникновения необходимости проведения в помещении профилактических, ремонтных и других регламентных работ во время прохождения отопительного сезона.

На подводях к отопительным приборам систем низкотемпературного отопления на стояках устанавливают проходные или шиберные краны, особенностью которых является ограниченное гидростатическое

сопротивление. При этом предпочтительно применение вентилей с наклонным шпинделем (косых), как менее шумных и имеющих меньшее гидравлическое сопротивление.

Во избежание горизонтальной разрегулировки устанавливаем на отдельных ветвях системы отопления балансировочные вентили с регулятором расхода.

7 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчет трубопроводов системы водяного отопления заключается в определении диаметров трубопроводов необходимых для перемещения определенного количества (расхода) теплоносителя, потерь давления в системе отопления и выбора насосного оборудования. При этом должна быть гарантирована подача теплоносителя во все части системы отопления для обеспечения расчетных тепловых нагрузок нагревательных приборов, бесшумность работы и удаление воздуха из системы отопления.

Гидравлический расчет осуществляем по удельной потере давления на трение:

1. Строится аксонометрическая схема отопления.
2. Выбираем главное циркуляционное кольцо. В тупиковых схемах принимаем кольцо, проходящее через самый дальний прибор.
3. Определяем расчетное циркуляционное давление Δp_p . Это давление, которое может быть израсходовано в расчетных условиях на преодоление гидравлического сопротивления в системе.

Потери давления R_T , Па, на преодоление трения на участках теплопровода с постоянным расходом воды и неизменным диаметром определяют по формуле:

$$R_T = \frac{\lambda \cdot v^2}{d \cdot 2} \rho l = Rl$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

d – диаметр трубопровода, м;

v – скорость движения воды, м/с;

ρ – плотность воды, кг/м³;

l – длина участка теплопровода, м;

R – удельные потери давления, Па.

Потери давления на преодоление местных сопротивлений Z , Па, определяют по формуле:

$$Z = \sum \zeta \frac{v^2}{2} \rho$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на данном участке теплопровода.

$\frac{v^2}{2} \rho$ = Рд – динамическое давление воды на данном участке теплопровода, Па, определяется по приложению 8 метод указаний в зависимости от скорости движения воды в трубопроводе.

При расчете главного циркуляционного кольца рекомендуется предусмотреть запас давления не более 10% расчетного давления:

$$\sum (Rl + Z) = 0,9\Delta p_p$$

В системах водяного отопления с искусственной циркуляцией расчетное давление $\Delta p_p^И$ складывается из давления, создаваемого насосом Δp_H , Па, и естественного давления $\Delta p^Е$. Естественное давление можно не учитывать, если оно составляет не более 10% давления, создаваемого насосом.

$$\Delta p_p^И = \Delta p_H$$

Расчетное циркуляционное давление практически принимают равным 10...12 кПа. По рекомендации профессора В.М. Чаплина можно принимать значения давления, создаваемые насосом, исходя из средней потери давления, равной 70...100 Па на каждый метр наиболее протяженного участка циркуляционного кольца.

$$\Delta p_H = 100 \sum l$$

$$\Delta p_H = 100 \sum l = 70 * 18 = 1260,00 \text{ Па}$$

Для предварительного выбора диаметров трубопроводов определяют среднее значение удельного падения давления по главному циркуляционному кольцу R_{cp} , Па/м

$$R_{cp} = \frac{(1-k)\Delta p_p}{\sum l}$$

где k – коэффициент, учитывающий долю потери давления на местные сопротивления от общей величины расчетного циркуляционного давления ($k = 0,35$ – для систем отопления с искусственной циркуляцией, $k = 0,5$ – для естественной циркуляции)

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

$$R_{cp} = \frac{(1-k)\Delta p_p}{\sum l} = (1-0,35) * 70 = 48,75 \text{ Па/м}$$

Определяют расход воды на расчетных участках $G_{уч}$, кг/ч.

$$G_{уч} = \frac{3,6Q_{уч}}{c(t_r - t_o)}$$

где $Q_{уч}$ – тепловая нагрузка участка, составленная из тепловых нагрузок отопительных приборов, Вт; c – удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кгК);

Разница температур – 25°C

Ориентируясь на полученное значение R_{cp} и определив количество воды $G_{уч}$, с помощью приложения 12 методических указаний подбираем оптимальные диаметры труб расчетного кольца и определяем действительные удельные сопротивления R , Па/м, и скорость v , м/с, на каждом участке.

Все расчетные данные заносим в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Предварительные расчеты

Номер участка	$Q_{уч}$, Вт	G , кг/ч	d , мм	v , м/с	l , м	R , Па/м	Rl , Па	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$Rl+Z$, Па
По предварительному расчету										
1-2	4741,7	162,96	15,00	0,04	9,16	3,50	32,06	5,00	4,84	36,90
2-3	7890,4	271,17	15,00	0,05	5,63	4,00	22,52	2,00	2,50	25,02
3-6	7890,4	271,17	20,00	0,15	0,45	22,00	9,90	1,50	16,88	26,78
4`-4	474,775	16,32	15,00	0,02	1,26	1,40	1,76	10,50	2,54	4,31
4-5	4461,8	153,34	15,00	0,15	9,90	30,00	297,00	8,50	95,63	392,63
5-6	12352,2	424,51	25,00	0,15	0,70	18,00	12,60	1,50	16,88	29,48
1-1`	290,3	9,98	15,00	0,02	2,00	1,40	2,80	10,50	2,10	4,90
1`-2`	4741,7	162,96	15,00	0,04	9,50	3,50	33,25	5,00	4,00	37,25
2`-3`	7890,4	271,17	15,00	0,05	5,50	4,00	22,00	2,00	2,50	24,50
4`-5`	4461,8	153,34	15,00	0,15	9,70	28,00	271,60	2,50	28,13	299,73
5`-6`	7890,4	271,17	20,00	0,15	0,25	22,00	5,50	3,00	33,75	39,25
3`-6`	7890,4	271,17	20,00	0,15	0,70	22,00	15,40	1,50	16,88	32,28
									ИТОГО	953,00

8 Подбор циркуляционного насоса

Для системы водяного отопления с замкнутым контуром необходим циркуляционный насос. Для преодоления гидравлического сопротивления тепловой системы. Который устанавливается в обратном магистральном теплопроводе, для увеличения срока службы насоса, и потому-что на обратной магистрали более низкая температура теплоносителя чем в подающей магистрали.

Для подбора циркуляционного насоса системы отопления необходимо определить:

- ✓ подачу насоса согласно расчетному расходу воды в системе отопления;
- ✓ требуемый напор определяемый по сумме потерь давления в циркуляционном кольце.

Для выбора циркуляционного насоса необходимо рассчитать подачу и давление.

Требуемая подача насоса $V_{\text{нас}}$, $\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ определяется тепловой нагрузкой системы отопления $Q_T = 32292,07$ Вт и перепадом температуры воды $t_1 = 70$ °С, $t_2 = 95$ °С.

$$V_{\text{нас}} = \frac{3,6 \cdot Q_T}{c \cdot (t_2 - t_1) \cdot \rho} \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

где $\rho = 983,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – плотность воды при температуре $t_1 = 70$ °С;

$c = 4,187 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ – теплоемкость воды.

Тогда

$$V_{\text{нас}} = \frac{3,6 \cdot Q_T}{c \cdot (t_2 - t_1) \cdot \rho} = \frac{3,6 \cdot 32292,07}{4,1754 \cdot (95 - 70) \cdot 983,2} = 1,13 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Давление, создаваемое циркуляционным насосом должно хватать для преодоления гидравлического сопротивления системы отопления, такие как:

- потери давления $\Delta P_c = 953$ Па;
- потери давления в насосе, которые можно не учитывать, потому что они достаточно малы.

$$\Delta P_{\text{нас}} = \Delta P_c = 953 \text{ Па.}$$

Будем использовать циркуляционный насос ALPHA фирмы GRUNDFOS созданный именно для работы в системе отопления. Автоматическая регулировка перепада давления соответствует текущим потребностям системы без применения внешних элементов. Этот насос главным образом применяется как в однотрубных системах так и двухтрубных систем отопления. Особенности конструкции:

- Система «мокрый» ротор подразумевает, что приточная часть насоса отделена от статора специальной защитной прокладкой – герметичной гильзой. За счет того, что двигатель погружен в теплоноситель, в процессе перекачивания жидкости он автоматически охлаждается, а подшипники смазываются;
- Электродвигатель насосов этой модели оснащен постоянными магнитами и частотным преобразователем;
- Функция AUTOADAPT (только для насосов Alpha 2) – автоматическое регулирование настроек насоса в зависимости от особенностей системы;
 - Долговечный керамический вал и подшипники;
 - Нержавеющая гильза без дополнительных уплотнений;
 - Штекер Alpha

Преимущества циркуляционных насосов Grundfos Alpha:

- Экономичное потребление электроэнергии (на 80 % меньше энергии, чем насосы класса D), а значит, и экономия денег;
- Упрощенный монтаж и подключение;
- Управление режимами работы насоса одной кнопкой;

- Отсутствие необходимости в дополнительных настройках и специальном техническом обслуживании;
- Цифровой индикатор энергопотребления (только для – отображается потребляемая мощность);
- Функция «Ночной режим» – насос автоматически снижает давление в сети в ночное время;
- Регулирование частоты вращения;
- Индикатор неисправности;
- Пониженный уровень шума (ниже 43 дБ), что позволяет использовать насосы внутри жилых помещений;
- Компактные размеры, поэтому эти насосы прекрасно подходят для установки в условиях небольшого пространства;
- Длительный срок эксплуатации.

Техническая характеристика насосов моделей ALHRA действительны для плотности жидкости $\rho=983,2 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$ и температуре перекачиваемой жидкости 70 °С. Поскольку эти параметры не сильно расходятся, то будем использовать данную характеристику. Минимальную и максимальную мощность, развиваемую насосом запишем в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Потребляемая мощность насоса

	P_1	I_n
max	35 Вт	0,21 А
min	90 Вт	0,4 А

Для компенсации изменения объема воды при ее нагреве и охлаждении в замкнутой гидравлической системе обязательно должен быть установлен расширительный бак, который выполняет определенные задачи: поддерживает избыточное давление, возмещает убыток воды и др.

Также расширительный бак в системе отопления может выполнять роль воздухоотделителя и воздухоотделителя, который:

- ✓ исключает испарения теплоносителя;
- ✓ способствует уменьшению коррозии и загрязнения системы.

9 Тепловой пункт

Под тепловым пунктом понимается комплекс устройств, предназначенный для установления и поддержания на заданном уровне главных параметров теплоносителя (его температуры, давления и расхода), который необходим для надежного и экономичного распределения тепла между источниками потребления.

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) является важной составляющей системы теплоснабжения здания. Данное устройство выполняет функции транспортировки тепловой энергии и учета её расходования на нужды отопления помещения.

Принципиальная схема индивидуального теплового пункта включает в себя различные функциональные блоки и модули, основными из которых являются:

1) узел ввода тепловой сети. Устанавливается для обеспечения распределения теплоносителя от центральной части к остальным узлам ИТП. Он оснащен регулирующей запорной арматурой (фланцевые стальные шаровые краны) и сетчатыми фильтрами, для защиты которого в обязательном порядке устанавливаются грязевики.

2) узел учета теплотребления. Устанавливается на смонтированный узел ввода для учета теплотребления на основе показателей преобразователей температуры и расходомеров.

3) узел управления. Устанавливается для осуществления управления параметрами теплоносителя в системе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха, функционального назначения и условий эксплуатации помещения.

4) узел обеспечения гидравлических режимов. Индивидуальный тепловой пункт должен обеспечивать оптимальные гидравлические и тепловые режимы работы всей системы отопления помещения. Для того чтобы повысить устойчивость работы в функциональной схеме ИТП предусмотрены

регуляторы перепада давлений и регулирующие клапаны, основными задачами которых является:

- защита системы от изменений давлений в подающей и обратной магистрали;
- обеспечение работы системы в стабильном режиме, исключая возможность образования кавитации и шумов;
- предотвращение недопустимых давлений в системе теплоснабжения;
- ограничение максимального расхода теплоносителя.

9.1 Принцип работы ИТП

Тепловой пункт спорткомплекса предназначен для присоединения систем теплоснабжения здания (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения). Для нормального обеспечения протекания процесса теплоснабжения индивидуальный тепловой пункт предусматривает размещение средств автоматического регулирования и контроля, при помощи которых осуществляется:

- коррекция необходимых параметров теплоносителя, подаваемого в системы отопления;
- водоподготовка для системы горячего водоснабжения (ГВС);
- контроль выполнения требуемого температурного режима;
- контроль качества конденсата;
- улучшение функциональной системы теплоснабжения в целом.

Согласно правилам технической эксплуатации тепловых энергоустановок (ПТЭТЭ), для теплового пункта обязательно осуществляется установка средств измерения давления и температуры теплоносителя (термометров, манометров).

10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Экономичность системы отопления обусловлена стоимостью материалов и оборудования, изготовления и сборки, а также эксплуатации. Показателями экономичности являются технологичность конструкции, масса элементов, затраты труда, сроки изготовления и монтажа, расходы на наладку, управление и ремонт.

10.1 Планирование работ и оценка времени их выполнения

Проект выполняется совместно, руководитель и исполнитель. Расчеты по проекту приведены в таблице 10.1

Таблица 10.1 – Этапы выполнения проекта и их продолжительность

Содержание работы	Количество исполнителей	Продолжительность дней
Составление задания	Руководитель	1
	Инженер	1
Сравнение современных отопительных систем	Инженер	15
Анализ возможности применения современных систем отопления	Руководитель	3
	Инженер	10
Выбор оборудования отопления	Руководитель	2
	Инженер	3
Выбор теплоизоляционных материалов	Руководитель	2
	Инженер	12
Расчет системы отопления	Руководитель	2
	Инженер	4
Расчет теплого пола	Инженер	2
Расчет водяных инфракрасных панелей	Инженер	15
Разработка рабочих чертежей	Руководитель	2
	Инженер	5
Составление отчета	Руководитель	2
	Инженер	20
Итого	Руководитель	8
	Инженер	85

10.2 Смета затрат на проект.

Капитальные затраты на проектирование рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

$$K_{np} = K_{mat} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{с.о.} + K_{проч} + K_{накл},$$

где:

K_{mat} - затраты на материал;

$K_{ам}$ - амортизационные отчисления;

$K_{з/пл}$ - затраты на заработную плату;

$K_{с.о.}$ - социальные отчисления;

$K_{проч}$ - прочие затраты;

$K_{накл}$ - накладные расходы.

10.2.1 Материальные затраты

В данной работе материальные затраты принимаем в размере 1000руб. на канцелярские товары.

10.2.2 Амортизационные отчисления

Для разработки проекта использовалась компьютерная техника, в связи с чем, необходимо определить амортизацию от ее использования

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.кт}}{T_{кал}} \cdot Ц_{кт} \cdot \frac{1}{T_{сл}},$$

где $T_{исп.кт}$ - время использования компьютерной техники

$T_{кал}$ - календарное время

$Ц_{кт}$ - цена компьютерной техники

$T_{сл}$ - срок службы компьютерной техники

$$K_{ам} = \frac{112}{365} \cdot 25000 \cdot \frac{1}{5} = 1535 \text{ руб.}$$

10.2.3 Затраты на заработную плату.

В состав затрат на оплату труда включаются: выплаты заработной платы за фактически выполненные работы, должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда; выплаты стимулирующего характера по системным положениям; выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда. При выполнении проекта заработная плата рассчитывается следующим образом:

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

где, - месячный оклад исполнителей проекта (НР-26300руб, инженер 17000руб.),

- коэффициент учитывающий отпуск (1,1),

- районный коэффициент (1,3).

Определим заработную плату научного работника

$$ЗП_{\phi} = \frac{ЗП_{\text{мес}}}{21} \cdot n,$$

где, 21 – рабочих дней в месяце;

n – фактическое число отработанных дней,

$$ЗП_{\text{НР}} = \frac{26300 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{21} \cdot 8 = 14327,24 \text{руб.},$$

Определим заработную плату инженера

$$ЗП_{\text{инж}} = \frac{17000 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{21} \cdot 85 = 98397,62 \text{руб.}$$

Всего затрат на оплату труда

$$K_{\text{з/пл}} = 14327,24 + 98397,62 = 112724,86 \text{руб.}$$

10.2.4 Затраты на социальные нужды

Данная статья отражает обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Затраты на социальные нужды рассчитываются как доля (30%) от затрат на оплату труда:

$$K_{c.o.} = K_{з/пл} \cdot 30\%$$

$$K_{c.o.} = 112724,86 \cdot 0,3 = 33817,5 \text{ руб.}$$

10.2.5 Прочие затраты

К прочим затратам себестоимости проекта относятся налоги, отчисления во внебюджетные фонды, вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения, затраты на командировки и т.д. Прочие затраты рассчитаем как 10% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$K_{np} = 0,1 \cdot (K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{з/пл} + K_{c.o.})$$

$$K_{np} = 0,1 \cdot (1000 + 1535 + 112724,86) = 11526 \text{ руб.}$$

10.2.6 Накладные расходы

При выполнении проекта в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$K_{\text{накл}} = K_{з/пл} \cdot 2$$

$$K_{\text{накл}} = 112724,86 \cdot 2 = 225449,72 \text{ руб.}$$

Полученные результаты по всем пунктам занесем в таблицу 10.2.

Таблица 10.2 – Смета затрат

Элементы затрат	Сумма затрат, руб
затраты на материал	1000
амортизационные отчисления;	1535

затраты на заработную плату;	109968
социальные отчисления;	32990,4
прочие затраты;	14549,34
накладные расходы.	219936
Итого	379978,74

10.3 Смета затрат на оборудование

В данном разделе проведем укрупненные технико-экономические расчеты для проекта системы отопления спортивного комплекса, а также расчеты капиталовложений (К) в систему отопления. Полные капиталовложения в систему отопления будут состоять из ее стоимости, а также затрат, связанных со строительными-монтажными работами.

Капиталовложения в стоимость установки сведены в таблицу 10.3. Данные взяты из каталогов фирм, представленных в Интернет-ресурсах.

Таблица 10.3 – Сводная таблица капиталовложений

№ п.п.	Наименование элемента	Ед.измерения.	количество	Стоимость, руб.	Суммарная стоимость, руб
1	Отопительные приборы.	шт	23	540	12420
2	трубопроводы отопления из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб диаметром: 25 мм.	100м	0,5	3474	1737
3	Кран шаровой в - в размером 3/4"	шт	23	79,1	1819,3
4	Кран шаровой в - в размером 1/2"	шт	10	53,8	538
5	Трубопроводы из медных труб на условное давление до _2,5 мпа: диаметр труб наружный, мм: 15.	100м	0,195	1620	315,9
6	Трубопроводы из медных труб на условное давление до _2,5 мпа: диаметр труб наружный, мм: 22	100м	1,51	1620	2446,2
7	Арматура для медных труб. тройник переходной размером 22X15X22ММ	шт	28	15,6	436,8

8	Арматура для медных труб. муфта диаметром 22ММ	шт	37	5,3	196,1
9	Насос циркуляционный UPS 32 - 120 F серии 200	шт	1	32424	32424
10	Водяная инфракрасная панель ТП2	шт	12	7000	84000
	Итого				136233,3

Затраты, связанные со строительно-монтажными работами по сооружению системы, в отопительной технике, принимаются в размере 10÷12% от капиталовложений в систему

$$K_2 = 0,12 \cdot K_1,$$

$$K_2 = 0,12 \cdot 136233,3 = 16348 \text{ руб.}$$

Суммарные капиталовложения в систему составляют

$$K = K_1 + K_2,$$

$$K = 136233,3 + 16348 = 152581,3 \text{ руб.}$$

10.4 Определение годовых затрат на обслуживание спортивнокомплекса

Определение годовых эксплуатационных издержек. Ежегодные издержки на амортизационные отчисления для полного возмещения первоначальных капиталовложений при создании установки, включая затраты на монтаж

$$I_{ам} = \frac{K}{M},$$

$$I_{ам} = \frac{136233,3}{20} = 6811,7 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

где $M = \frac{100}{5,4} \approx 20 \text{ лет}$ - норма амортизации, срок эксплуатации элементов системы.

$K = 136233,3 \text{ руб}$ - стоимость элементов, подлежащих ремонту.

Ежегодные издержки на ремонт оборудования принимаются в размере 10% от издержек на амортизационные отчисления I_k

$$I_{рем} = 0,1 \cdot I_{ам},$$

$$I_{рем} = 0,1 \cdot 6811,7 = 681,2 \frac{руб}{год}.$$

Годовой расход теплоты на отопление:

$$Q_{уст} = 24 \cdot Q_o^{cp} \cdot \tau_o, Гкал / год,$$

Где Q_o^{cp} – средний расход теплоты за отопительный период на нужды отопления = 32,3 кВт = 0,028 Гкал/час; τ_o – продолжительность отопительного сезона в сутках.

$$Q_{отоп}^{год} = 24 \cdot 0,028 \cdot 236 = 158,6, Гкал / год,$$

Ежегодные затраты на потребляемое тепло:

$$I_{отоп} = Q_{отоп}^{год} \cdot C_{отоп} руб / год$$

Где $C_{отоп}$ – цена (тариф) одной Гкал/час централизованного теплоснабжения для организаций согласно приказу ДТРИГЗ ТО 1027,47 руб.

$$I_{отоп} = 158,6 \cdot 1027,47 = 162948,5 руб / год$$

Ежегодные затраты на электроэнергию для систем теплоснабжения составляют

$$I_{эл} = N \cdot n \cdot C_{эл}, \frac{руб}{год},$$

где N – мощность электропотребления насоса, прокачивающего теплоноситель через систему, $N = 0,345 кВт$ – мощность потребления насоса.

$$n = 24 \cdot 236 = 5664 \frac{ч}{год} - \text{число часов использования системы, с учетом того,}$$

что 3,5 месяца в год система будет находиться в нерабочем состоянии, в течение которых она будет подвергаться техническому обслуживанию и если необходимо ремонту.

$$C_{эл} = 3,5 \frac{руб}{кВт \cdot ч} - \text{стоимость электроэнергии.}$$

тогда ежегодные издержки на электроэнергию будут равны

$$I_{эл} = 5664 \cdot 3,5 = 19824 \frac{руб}{год}.$$

Где 5664ч – количество часов в год, в период, которых будет работать система, с учетом количества часов, отведенных на ремонт и техническое обслуживание.

Составляющую эксплуатационных издержек $I_{зп}$ в данном случае учитываем, следующим образом - установка большее время будет работать автоматически с привлечения обслуживающего персонала в количестве двух человек. Затраты на зарплату:

$$I_{зп} = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \cdot N \cdot 12,$$

где N – количество обслуживающего персонала

Основная зарплата

$$ЗП_{осн} = ЗП_{ср} \cdot 1,3 \cdot 1,5,$$

$$ЗП_{осн} = 7000 \cdot 1,3 \cdot 1,5 = 13650 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0,1,$$

$$ЗП_{доп} = 13650 \cdot 0,1 = 1365 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату

$$I_{зп} = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \cdot 2 \cdot 12,$$

$$I_{зп} = (13650 + 1365) \cdot 2 \cdot 12 = 207105,8 \text{ руб.}$$

На социальные нужды

$$I_{соц} = I_{зп} \cdot 0,3,$$

$$I_{соц} = 360360 \cdot 0,3 = 108108 \text{ руб.}$$

Ежегодные суммарные затраты на отопление составят

$$I = I_{ам} + I_{рем} + I_{отоп} + I_{эл} + I_{зп} + I_{соц},$$

$$I = 6811,7 + 681,2 + 162948,5 + 19824 + 207105 + 108108 = 505477 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

В результате выполненных расчетов установлено, что суммарные затраты на эксплуатацию системы отопления составляют 505477 руб/год.

11 Социальная ответственность

11.1 Введение

Социальная ответственность – это сознательное отношение какого-либо субъекта социальной деятельности к требованиям социальной необходимости, социальных ценностей, норм, задач и правил, а также гражданского долга, понимание субъектом последствий осуществляемой деятельности для определенных социальных групп и личностей, для социального прогресса общества [34].

Современная индустрия предлагает огромный выбор отопительного оборудования и технологий. Преимущества применения современных отопительных технологий по сравнению с уже устаревшими системами отопления связаны не только со значительными сокращениями энергетических затрат в системах жизнеобеспечения общественных помещений, но и с их способностью поддержания в здании нормативных параметров микроклимата и экологической чистотой воздуха.

Целью дипломной работы является проектирование системы отопления спортивного комплекса г. Томске с применением современных технологий таких как: водяной тёплый пол, использование более экономичных радиаторов NOVA FLORIDA, а также применение водяных потолочных панелей лучистого отопления отечественного производителя фирмы «Теплопанель».

Данная система отопления будет выполнять две основные функции: санитарно-гигиеническую и технологическую, а именно, создавать и поддерживать по заданной программе определенные параметры воздуха внутри помещения.

Объектом исследования является система отопления спортивного помещения в г. Томске.

В качестве предмета выступает расчет отопительной системы спорткомплекса в г. Томске.

В ходе выполнения проекта отопительной системы спортивного помещения будет определено размещение отопительных приборов на плане

здания; произведен расчет их поверхности нагрева; определено конструирование трубопроводов системы водяного отопления и размещение запорно-регулирующей арматуры; произведен гидравлический расчет.

Конструирование системы отопления любого помещения начинается с размещения на плане здания во всех отапливаемых помещениях нагревательных приборов, которые, согласно санитарно-техническим нормам следует располагать под световыми проёмами.

11.2 Цель и содержание работ по социальной ответственности:

- обнаружение и изучение факторов окружающей среды, отрицательно влияющих на здоровье человека;
- ослабление действия этих факторов до безопасных пределов или исключение их если это возможно;
- ликвидация последствий катастроф и стихийных бедствий.

Круг практических задач данного раздела прежде всего обусловлен выбором средств, обеспечивающих комфортное состояние среды жизнедеятельности. Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества. Обращается внимание на необходимость широкого применения прогрессивных форм научной организации труда, сведения к минимуму ручного, малоквалифицированного труда, создания обстановки, исключаяющей профессиональные заболевания и производственный травматизм [18].

На рабочем месте должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов производства. Уровни этих факторов не должны превышать предельных значений, оговоренных правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами. Эти нормативные документы обязывают к созданию на рабочем месте условий труда, при которых влияние опасных и вредных факторов на работающих либо устранено совсем, либо находится в допустимых пределах.

Данный раздел дипломного проекта посвящен рассмотрению следующих вопросов:

- определение оптимальных условий труда инженера – проектировщика;
- расчет освещенности;
- расчет уровня шума.

11.3 Производственная безопасность

Характеристика условий труда инженера - проектировщика.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества и др. [19].

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной работы проектировщика.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

11.3.1 Освещение

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое

воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе) [21].

Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений. Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

Искусственное освещение - применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удастся обеспечить нормированные значения коэффициента естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день).

Освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным, называется совмещенным освещением.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

Согласно [22] в помещениях вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно [20].

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости. В рассматриваемом помещении параметры освещенности соответствуют нормам.

11.3.2 Параметры микроклимата

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах [23] установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения табл. 10 [19].

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 20 м³/человека с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1 – Параметры микроклимата для помещений

Период года	Параметры микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22÷24 °С
	Относительная влажность	40÷60 %
	Скорость движения воздуха	До 0,1 м/с
Тёплый	Температура воздуха в помещении	23÷25 °С
	Относительная влажность	40÷60 %
	Скорость движения воздуха	0,1÷0,2 м/с

Таблица 11.2 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры.

Характеристика помещения	Объёмный расход подаваемого свежего воздуха м ³ /на одного человека в час
Объёмом до 20 м ³ на человека	Не менее 30
Объёмом до 20÷40 м ³ на человека	Не менее 20
Объёмом более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в

зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система). Благодаря этим системам параметры микроклимата поддерживаются на допустимом уровне.

11.4 Шум и вибрация

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере. В табл. 11.3 указаны предельные уровни звука в зависимости от категории тяжести и напряженности труда, являющиеся безопасными в отношении сохранения здоровья и работоспособности.

Таблица 11.3 – Предельные уровни звука, дБ, на рабочих местах.

Категория напряженности труда	Категория тяжести труда			
	1	2	3	4
	Легкая	Средняя	Тяжелая	Очень тяжелая
1. Мало напряженный	80	80	75	75
2. умеренно напряженный	70	70	65	65
3. Напряженный	60	60	-	-

4.Очень напряженный	50	50	-	-
---------------------	----	----	---	---

Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах – 60 дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные виброизоляторы

11.5 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл. 11.4.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100 мВт/м².

Таблица 11.4 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений [17].

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности монитора	10 В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности монитора	0,3 А/м

Напряженность электромагнитного поля не должна превышать: Для взрослого человека	20 кВ/м
---	---------

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

11.6 Режим труда.

Как уже было неоднократно отмечено, при работе с персональным компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках. В табл. 11.5 представлены сведения о регламентированных перерывах, которые необходимо делать при работе на компьютере, в зависимости от продолжительности рабочей смены, видов и категорий трудовой деятельности с ПЭВМ [17].

Таблица 11.5 – Время регламентированных перерывов.

Категория работы ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену			Суммарное время регламентируемых перерывов	
	Группа А	Группа Б	Группа В	8-ми часовая смена	12-ти часовая смена
	знаков	знаков	часов	минут	минут
1	До 20000	До 15000	До 2,0	30	70
2	До 40000	До 30000	До 4,0	50	90
3	До 60000	До 40000	До 6,0	70	120

Примечание. Время перерывов дано при соблюдении указанных Санитарных правил и норм. При несоответствии фактических условий труда

требованиям Санитарных правил и норм время регламентированных перерывов следует увеличить на 30%.

Все виды трудовой деятельности, связанные с использованием компьютера, разделяются на три группы:

группа А: работа по считыванию информации с экрана ПЭВМ с предварительным запросом;

группа Б: работа по вводу информации;

группа В: творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

Эффективность перерывов повышается при сочетании с производственной гимнастикой или организации специального помещения для отдыха персонала с удобной мягкой мебелью, аквариумом, зеленой зоной и т.п.

11.7 Расчет освещенности.

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения. Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ [21]:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для комнаты площадью 15м², ширина которой 5м, высота - 3 м. Воспользуемся методом светового потока [17]. Для

определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{3 \cdot n}, \text{ лм}$$

где F - рассчитываемый световой поток, лм; E - нормированная минимальная освещенность, лк (определяется по таблице). Работу проектировщика, в соответствии с этой таблицей, можно отнести к разряду точных работ, следовательно, минимальная освещенность будет $E = 300$ лк; S - площадь освещаемого помещения (в нашем случае $S = 15 \text{ м}^2$); Z - отношение средней освещенности к минимальной (принимается равным $1,1 \dots 1,2$); K - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение зависит от типа помещения и характера проводимых в нем работ и в нашем случае $K = 1,5$); n - коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы; зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен (PC) и потолка (PP)), значение коэффициентов PC и PP были указаны выше: $PC = 40\%$, $PP = 60\%$. Значение n определим по таблице коэффициентов использования различных светильников. Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{3 \cdot 5}{2,12 \cdot (3 + 5)} = 0,88,$$

где h - расчетная высота подвеса, $h = 2,12$ м; A - ширина помещения, $A = 3$ м; B - длина помещения, $B = 5$ м.

Зная индекс помещения [20, таблица 7] находим $n = 0,45$ Подставим все значения в формулу для определения светового потока F :

$$F = \frac{300 \cdot 15 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{3 \cdot 0.45} = 5500, \text{ лм}$$

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ40-1, световой поток которых составит $F = 3200$ лк.

Рассчитаем необходимое количество ламп в светильнике по формуле[20]:

$$N = \frac{F}{F_{л}} = \frac{5500}{3200} = 2, \text{ шт}$$

где N - определяемое число ламп; F - световой поток, $F = 5500$ лм; $F_{л}$ - световой поток лампы, $F_{л} = 3200$ лм.

При выборе осветительных приборов используем светильники типа ОД. Каждый светильник комплектуется двумя лампами.

11.8 Расчет уровня шума.

Одним из неблагоприятных факторов производственной среды в инженерном помещении проектировщиков является высокий уровень шума, создаваемый печатными устройствами, оборудованием для кондиционирования воздуха, вентиляторами систем охлаждения в самих ЭВМ. Для решения вопросов о необходимости и целесообразности снижения шума необходимо знать уровни шума на рабочем месте. Уровень шума, возникающий от нескольких некогерентных источников, работающих одновременно, подсчитывается на основании принципа энергетического суммирования излучений отдельных источников [18]:

$$L = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n (10^{0.1 L_i}), \text{ дБ}$$

где L_i – уровень звукового давления i -го источника шума; n – количество источников шума.

Полученные результаты расчета сравнивается с допустимым значением уровня шума для данного рабочего места. Если результаты расчета выше

допустимого значения уровня шума, то необходимы специальные меры по снижению шума. К ним относятся: облицовка стен и потолка зала звукопоглощающими материалами, снижение шума в источнике, правильная планировка оборудования и рациональная организация рабочего места оператора.

Уровни звукового давления источников шума, действующих на проектировщика на его рабочем месте представлены в табл. 11.6.

Таблица 11.6 – Уровни звукового давления различных источников

Источник шума	Уровень шума. дБ
Жесткий диск	40
Вентилятор	42
Монитор	17
Клавиатура	10
Принтер	45
Сканер	42

Рабочее место проектировщика оснащено следующим оборудованием: винчестер в системном блоке, вентилятор(ы) систем охлаждения ПК, монитор, клавиатура, принтер и сканер. Подставив значения уровня звукового давления для каждого вида оборудования в формулу, получим:

$$L = 10 \cdot \lg(10^{0.1 \cdot 40} + 10^{0.1 \cdot 45} + 10^{0.1 \cdot 17} + 10^{0.1 \cdot 10} + 10^{0.1 \cdot 45} + 10^{0.1 \cdot 42}) = 49.5, \text{ дБ}$$

Полученное значение не превышает допустимый уровень шума для рабочего места проектировщика, равный 60 дБ [17]. И если учесть, что вряд ли такие периферийные устройства как сканер и принтер будут использоваться одновременно, то эта цифра будет еще ниже. Кроме того при работе принтера эпосредственное присутствие проектировщика необязательно, т.к. принтер снабжен механизмом автоподачи листов.

11.9 Электробезопасность

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, от случайного прикосновения; устранение опасности

поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением; применением специальных электрозащитных средств - переносных приборов и приспособлений. Защита от статического электричества ведется преимущественно по двум направлениям: уменьшением генерации электрических зарядов и устранением уже образовавшихся зарядов.

Устранение зарядов статического электричества достигается, прежде всего, заземлением электрооборудования. Оно выполняется независимо от других средств защиты. Заземляющие устройства, предназначенные для отвода статического электричества, обычно объединяются с защитными заземляющими устройствами для электрооборудования.

Степень воздействия электротока на организм человека зависит от его величины и продолжительности воздействия.

Сила тока зависит от величины приложенного напряжения и сопротивления участка тела. Сопротивление участка тела складывается из сопротивления тканей внутренних органов и сопротивления кожи. При расчете принимается $R=1000 \text{ Ом}$.

По условиям электробезопасности детские дошкольные учреждения относятся к зданиям с особыми рисками, поскольку дети любопытны, и их поведение предсказать трудно. Чтобы оградить детей от поражения током, все части проводки – кабельные линии, выключатели, розетки, провода и т.д. должны быть надежно изолированы от доступа. Также требуется установка надежной аппаратуры защиты, которая будет срабатывать в случае риска. Современные распределительные устройства - панели ЩО 70, щиты вполне могут справиться с этой задачей.

Обязательными для установки в детских учреждениях являются устройства защитного отключения УЗО. Их монтаж выполняется в соответствии с требованиями новых ПУЭ, согласно которым УЗО

устанавливаются в цепях электросетей общественных зданий, к которым относятся и детские дошкольные учреждения. Для защиты от перегрузок и сверхтоков помимо УЗО в сети устанавливаются автоматические выключатели и плавкие вставки.

11.10 Пожарная безопасность

Пожар на зданиях наносит большой материальный ущерб и очень часто сопровождается несчастными случаями с людьми.

Основными причинами, способствующими возникновению и развитию пожара, являются:

- нарушений правил применения и эксплуатации приборов и оборудования с низкой противопожарной защитой, неисправность оборудования;
- неосторожное обращение с огнем (сварочные работы, курение в пожароопасной зоне).

В соответствии с Положением о государственном пожарном надзоре функции государственного пожарного надзора в стране возложена на ГУГПС и его периферийные органы.

В системе общегосударственных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности профилактика занимает ведущее место. Пожарная безопасность предусматривает комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Пожарная безопасность предусматривает: хранение, транспортировку и содержание на рабочих местах огнеопасных жидкостей и растворов только в закрытых емкостях, обеспечение успешной эвакуации людей из сферы пожара. Мероприятия по предупреждению пожара состоят из организационных, технических ремонтных и эксплуатационных правил.

Запрещается курение в неотведенных для этого местах.

Противопожарная подготовка работников состоит из противопожарного инструктажа (первичного и вторичного) и занятий по программе пожарно-технического минимума.

Ко всем зданиям и сооружениям должен быть обеспечен свободный доступ, наличие пожарной лестницы. Проезды и подъезды к пожарным водосточникам, а также подступы к пожарному инвентарю и оборудованию должны быть всегда свободными.

К первичным средствам при тушении пожара относятся пожарные стволы, пожарные краны, пожарные рукава, ящики с песком и так же огнетушители – устройство для гашения пожаров огнегасящим веществом. Огнетушители подразделяются:

- 1) по подвижности (ручные до 10 л, передвижные и стационарные);
- 2) по огнетушащему составу а).углекислотные (СО₂) до 10000 Вольт;
б).химическипенные ОХП-5, ОХП-10(водные растворы кислот и щелочей);
в).хладоновые (хладоны 114В2 и 13В1) до100 Вольт; г)порошковые (ПС,ПСБ-3,ПФЮ,П-1А,СИ-2,ОП-10,ОП-50,ОП-100) Ручной пожарный инструмент для раскрывания и разбирания конструкций и проведения аварийно-спасательных работ при гашении пожара: крюки, ломы, топоры, ведра, лопаты, ножницы для резания металла, песок. Инструмент размещают на видном и доступном месте на стендах и щитах.

На поверхности транзитных и сборных воздуховодов для увеличения их огнестойкости до 0,5 часа наносится вспучивающее огнезащитное покрытие “Файрекс 300” S=4.

В проектируемом здании установлены порошковые огнетушители типа ОП-10,ОП-50 и в венткамерах установлены углекислотные огнетушители.

Противопожарные профилактические мероприятия. Профилактические противопожарные мероприятия могут быть подразделены на следующие группы:

- Устранение причин пожаров. К этой группе относятся меры по надлежащему выбору, устройству и обслуживанию отопительных и

вентиляционных установок, силовой и осветительной электросети и электрооборудования.

- Локализация очагов пожара, т.е. меры против распространения возникшего пожара. К ним относятся, преимущественно, проектно-строительные меры, связанные с планировкой и расположением помещений в проектируемом здании.

- Обеспечение эвакуации людей и имущества из горящего здания. Эти меры должны обеспечить рациональное размещение и достаточную, согласно нормам, пропускную способность выходов и лестниц.

- Развертывание тактических действий по тушению пожара. Эти меры включают правильное проектирование и устройство автомобильных и других подъездных дорог и подходов к пожарным водоемам, устройство наружных пожарных лестниц. Компановка детского сада выполнена с учетом обеспечения безопасной эвакуации персонала через выходы в случае возникновения пожара. В соответствии со СНИП 11-2-80 выходы считаются эвакуационными, если они ведут: из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно на лестничную клетку, имеющую самостоятельный выход наружу или через вестибюль; из одного помещения в соседние, обеспеченные перечисленными выходами.

Ширина эвакуационных дверей должна быть не менее 800 мм; высота дверей и проходов на путях эвакуации не менее 2-х метров. В здании должно быть не менее двух эвакуационных выходов.

11.11 Экологическая безопасность

Оценка воздействия на окружающую среду при монтаже отопления и вентиляции

Вид намечаемой деятельности – монтаж отопления и вентиляции в спортивном учреждении г. Исилькуль

Холодное и горячее водоснабжение предусматривается от существующих внутриквартальных сетей, потребный напор воды у

потребителей обеспечивается напором в наружных сетях. Сети горячего водоснабжения – кольцевыми с циркуляцией по магистралям и стоякам. Вентиляция помещений предусматривается через вытяжные каналы кухонь и санузлов. Вентиляция игровых помещений приточно-вытяжная, вытяжка естественная.

Использование территории, воздействие на почвы и растительность

Предусматривается установка контейнеров для сбора мусора уличного и ТБО.

Твердые бытовые отходы и мусор уличный (смет с территории) будет временно размещаться в стандартном металлическом контейнере на специально оборудованной площадке. По мере накопления, отходы предполагается вывозить с территории Объекта на полигон ТБО г. Исиль-куль.

При производстве строительно-монтажных работ освещение будет выполняться переносными лампами накаливания, хозяйственная вода – привозная, вентиляция – естественная (окна, двери). На время отсутствия централизованного канализования объекта будет установлен биотуалет.

11.11.1 Шумозащита при строительстве объекта

При организации строительно-монтажных работ объекта необходимо осуществлять мероприятия, направленные на устранение (или уменьшение) негативного воздействия на окружающую среду. Размещение временных подъездных путей, складских площадок, временных сооружений необходимо производить с соблюдением оптимальной организации движения транспорта. Территория площадки обязательно должна быть ограждена и освещена по периметру. При строительстве объекта будут предусмотрены решения по снижению уровня шума, а также другие технические решения, которые полностью исключат воздействие Объекта на окружающую среду.

11.11.2 Воздействие на атмосферный воздух.

При монтаже отопления, водоснабжения и вентиляции осуществляются сварочные, окрасочные работы, резка трубопроводов пропановым резаком.

Источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферу при производстве строительного-монтажных работ являются:

сварочные работы – железа оксид, марганец и его соединения, фтористые газообразные соединения;

окрасочные работы – ксилол, уайт-спирит, взвешенные вещества;

газорезка – железа оксид, марганец и его соединения, азота диоксид, окись углерода.

Все выбросы осуществляются как неорганизованные. Расчет рассеивания от сварочных работ, газорезка и окрасочных работ не целесообразен, т.к. работы являются нестационарными (передвижными) источниками (источник условный).

11.12 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Необходимость подготовки и осуществления мероприятий по защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера обуславливается:

- риском для человека подвергнуться воздействию поражающих факторов стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф;
- предоставленным законодательством правом людей на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Мероприятия защиты населения являются составной частью предупредительных мер и мер по ликвидации чрезвычайных ситуаций и, следовательно, выполняются как в превентивном (предупредительном), так и оперативном порядке с учетом возможных опасностей и угроз. При этом учитываются особенности расселения людей, природно-климатические и другие местные условия, а также экономические возможности по подготовке и реализации защитных мероприятий.

Мероприятия по подготовке страны к защите населения проводятся по территориально-производственному принципу. Они осуществляются не только в связи с возможными чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, но и в предвидении опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие их, поскольку значительная часть этих мероприятий эффективна как в мирное, так и военное время.

Меры по защите населения от чрезвычайных ситуаций осуществляются силами и средствами предприятий, учреждений, организаций, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территории которых возможна или сложилась чрезвычайная ситуация.

Комплекс мероприятий по защите населения включает:

- оповещение населения об опасности, его информирование о порядке действий в сложившихся чрезвычайных условиях;
- эвакуационные мероприятия;
- меры по инженерной защите населения;
- меры радиационной и химической защиты;
- медицинские мероприятия;
- подготовку населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

11.13 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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

- федеральные законы;

- указы Президента Российской Федерации;
- постановления Правительства Российской Федерации;
- приказы, директивы, инструкции, наставления и другие нормативные акты министерств и ведомств;
- правовые акты субъектов Российской Федерации и муниципальных образований (указы, постановления):
- приказы (распоряжения) руководителей организаций (учреждений, объектов). Правовой основой обеспечения безопасности в техносфере является целый ряд федеральных законов:
- «О безопасности гидротехнических сооружений»;
- «О безопасности дорожного движения»;
- «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- «О газоснабжении в Российской Федерации»;
- «О пожарной безопасности»;
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- «О радиационной безопасности населения»;
- «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»;
- «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан».

Для реализации требований законов необходимо принятие подзаконных актов, определяющих порядок их исполнения. Подзаконными актами исполнения могут быть постановления Правительства Российской Федерации и правительств субъектов Российской Федерации. а также постановления специально уполномоченных органов в области управления безопасностью

жизнедеятельности, в частности, об утверждении разного рода положений и правил.

Основные постановления Правительства Российской Федерации в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере:

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

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере необходимы нормативы и правила ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Это прежде всего нормативы качества среды обитания человека, нормативы допустимых нагрузок на природные среды, оборудование, здания и сооружения. Такого рода документация разрабатывается Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития России), Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России). Министерством регионального развития Российской Федерации (Минрегион России),

Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование). Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и специально уполномоченными органами управления по отдельным направлениям обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере.

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

11.14 Выводы

В результате выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра выполнен расчет и осуществлено проектирование системы отопления спортивного комплекса г. Томске с применением современных технологий. Исходя из функционального назначения помещения, была выбрана двухтрубная система отопления. Среди достоинств данного решения можно выделить высокую эффективность системы, простоту её реализации и способность обеспечивать необходимые параметры микроклимата в зале спорткомплекса при минимальном количестве потребляемой энергии.

Для расчета отопления составлен тепловой баланс помещения, описаны особенности теплового режима здания. Показано, что качество поддержания необходимого температурного режима, влажности воздуха зависит, прежде всего, от правильно подобранных отопительных приборов, обеспечивающих бесперебойную работу системы.

В качестве нагревательных приборов спорткомплекса принято использовать высококачественные радиаторы NOVA FLORIDA 500/100 (190 Вт), которые отличаются современной конструкцией, повышенной прочностью и обеспечивают равномерный обогрев помещения и высокую теплоотдачу.

В работе также предложен способ снижения затрат энергии путем использования современных потолочных инфракрасных панельных преобразователей. Преимуществом применения потолочных панелей лучистого отопления является равномерное распределение тепла по всему помещению.

При проектировании системы отопления спорткомплекса выполнен гидравлический расчет с целью определения потерь давления в системе и определения диаметров трубопроводов. По найденным величинам был подобран циркуляционный насос фирмы GRUNDFOS модель ALPHA

Заключение

В результате выполнения выпускной работы бакалавра выполнен расчет и осуществлено проектирование системы отопления спортивного комплекса г. Томске с применением современных технологий. Исходя из функционального назначения помещения, была выбрана двухтрубная система отопления. Среди достоинств данного решения можно выделить высокую эффективность системы, простоту её реализации и способность обеспечивать необходимые параметры микроклимата в зале спорткомплекса при минимальном количестве потребляемой энергии.

Для расчета отопления составлен тепловой баланс помещения, описаны особенности теплового режима здания. Показано, что качество поддержания необходимого температурного режима, влажности воздуха зависит, прежде всего, от правильно подобранных отопительных приборов, обеспечивающих бесперебойную работу системы.

В качестве нагревательных приборов спорткомплекса принято использовать высококачественные радиаторы NOVA FLORIDA 500/100 (190 Вт), которые отличаются современной конструкцией, повышенной прочностью и обеспечивают равномерный обогрев помещения и высокую теплоотдачу.

В работе также предложен способ снижения затрат энергии путем использования современных потолочных инфракрасных панельных преобразователей. Преимуществом применения потолочных панелей лучистого отопления является равномерное распределение тепла по всему помещению.

При проектировании системы отопления гидравлический расчет спорткомплекса был произведен с целью определения полных потерь давления в системе, а также определения диаметра и длины трубопроводной системы. По найденным величинам был подобран циркуляционный насос фирмы GRUNDFOS модель ALHPA.

Список использованной литературы

1. Справочник Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.; Энергоатомиздат, 1983.
2. Щёкин Р.В, Корневский С.М. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Часть I. Отопление. – Киев, 1968.
3. Проектирование и эксплуатация систем отопления, вентиляции и кондиционирования: метод. указания к выполнению курсовой работы для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Промышленная теплоэнергетика» / сост. Л.И. Молодежникова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 40 с.
4. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2006. – 576 с.
5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – Москва, 2001.
6. Справочник проектировщика. Под ред. И.Г. Староверова. – Часть I. Отопление. – М.: Стройиздат, 1968.
7. Справочник проектировщика. Под ред. И.Г. Староверова. – Часть II. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Стройиздат, 1968.
8. Каменев П. Н. Отопление и вентиляция. – Часть I. Отопление. – Москва, 1965.
9. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.
10. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справ. изд. – М.: Химия, 1991. – 368 с.
11. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроено пристроенными помещениями общего назначения и стоянки автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.
12. ГОСТ 21.602-79*. Система проектной документации для строительства. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Рабочие, чертежи. – М.: Стройиздат, 1980.
13. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

14. Пособие 11.9 к СНиП 2.04.05-91 Расчётные параметры наружного воздуха для типовых проектов.
15. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, 2003.
16. Расчет искусственного освещения. Методическое указание к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск. Изд. ТПУ. 1997. – 28с.
17. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
18. СНиП II. 3-79** Строительная теплотехника / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001.
19. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1993.
20. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1988.
21. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1996.

Приложение А

№пом-я	Наименование помещения	Хар-ка огр-я		Размеры		Площадь, м	К	Разница температур	Добавочный коэф		Коф-т 1+в	теплопотери		Qинф	Qсум
		Наимен-е	Ориен-я	а, мм	б, мм				на ориен	прочие		через ограж	помещение		
0	Зал	Н.с.	с	30000	6000	180	0,45	54	0,1	0	1,1	4811,4	25945,315	146,69 146,69	26238,69
		Н.с.	в	14000	6000	84	0,45	54	0,1	0	1,1	2245,32			
		Н.с.	ю	30000	6000	180	0,45	54			1	4374			
		ДО	с	28000	2000	56	1,338	54	0,1		1,1	4450,7232			
		ДО	ю	28000	2000	56	1,338	54			1	4046,112			
		Пл 1 зоны		74000	2000	148	0,45	54			1	3596,4			
		Пл 2 зоны		62000	2000	124	0,23	54			1	1540,08			
		Пл 3 зоны		54000	2000	108	0,12	54			1	699,84			
		Пл 4 зоны		24000	2000	48	0,07	54			1	181,44			
1	теплоузел	Н.с.	с	4000	3000	12	0,45	54	0,1	0	1,1	320,76	819,315	819,315	
		Н.с.	з	3000	3000	9	0,45	54	0,05	0	1,05	229,635			
		Пл 1 зоны		4000	2000	8	0,45	54			1	194,4			
		Пл 2 зоны		3000	2000	6	0,23	54			1	74,52			
2	кабинет	Н.с.	ю	4000	3000	12	0,45	60			1	324	877,95	877,95	
		Н.с.	з	3000	3000	9	0,45	60	0,05	0	1,05	255,15			
		Пл 1 зоны		4000	2000	8	0,45	60			1	216			
		Пл 2 зоны		3000	2000	6	0,23	60			1	82,8			
3	холл	Н.с.	з	8000	3000	24	0,45	54	0,05	0	1,05	612,36	8,5816 8,5816 8,1326		
		ДО	з	1810	1810	3,2761	1,338	54	0,05	0	1,05	248,54002			
		ДО	з	1810	1810	3,2761	1,338	54	0,05	0	1,05	248,54002			
		ДН	з	1310	2370	3,1047	1,835	54	0,05	0	1,05	323,02696			
		Пл 1 зоны		8000	2000	16	0,45	54			1	388,8			
		Пл 2 зоны		8000	2000	16	0,23	54			1	198,72			
		Пл 3 зоны		2000	2000	4	0,12	54			1	25,92			

		Пл 4 зоны		4000	2000	8	0,07	54			1	30,24	2076,147		2101,443
4	с/у-1	Н.с.	с	2000	3000	6	0,45	61	0,1	0	1,1	181,17			
		Пл 1 зоны		2000	2000	4	0,45	61			1	109,8			
		Пл 2 зоны		2000	1000	2	0,23	61			1	28,06	319,03		319,03
5	душевая-1	Н.с.	с	3000	3000	9	0,45	64	0,1	0	1,1	285,12			
		Пл 1 зоны		3000	2000	6	0,45	64			1	172,8			
		Пл 2 зоны		3000	1000	3	0,23	64			1	44,16	502,08		502,08
6	раздивальня-1	Н.с.	с	1000	3000	3	0,45	61	0,1	0	1,1	90,585			
		Пл 1 зоны		1000	2000	2	0,45	61			1	54,9			
		Пл 2 зоны		7000	1000	7	0,23	61			1	98,21			
		Пл 3 зоны		6000	2000	12	0,12	61			1	87,84	331,535		331,535
7	с/у-2	Н.с.	ю	2000	3000	6	0,45	61			1	164,7			
		Пл 1 зоны		2000	2000	4	0,45	61			1	109,8			
		Пл 2 зоны		2000	1000	2	0,23	61			1	28,06	302,56		302,56
8	душевая-2	Н.с.	ю	3000	3000	9	0,45	64			1	259,2			
		Пл 1 зоны		3000	2000	6	0,45	64			1	172,8			
		Пл 2 зоны		3000	1000	3	0,23	64			1	44,16	476,16		476,16
9	раздивальня-2	Н.с.	ю	1000	3000	3	0,45	61			1	82,35			
		Пл 1 зоны		1000	2000	2	0,45	61			1	54,9			
		Пл 2 зоны		7000	1000	7	0,23	61			1	98,21			
		Пл 3 зоны		6000	2000	12	0,12	61			1	87,84	323,3		323,3
														Итого:	32292,07

