

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
Проект обеспечения микроклимата в спортивно-оздоровительном центре г. Новокузнецка

УДК [697.1+697.9]:628.8:725.85/89(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Гайфуллин Кирилл Фаильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Молодежникова Л. И.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М. Э.	К. Т. Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016

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:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б13	Гайфуллину Кириллу Фаильевичу

Тема работы:

Проект обеспечения микроклимата в спортивно-оздоровительном центре г. Новокузнецка	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3778/с от 25.05.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Выпускная работа предусматривает разработку инженерного обеспечения строящегося спортивно - оздоровительного комплекса в г. Новокузнецке. Здание спортивно-оздоровительного комплекса предназначено для спортивных занятий, а так же организации спортивных мероприятий. В нем размещены универсальный игровой зал на 64 занимающихся и 200 зрителей, зал с плавательным бассейном на 48 занимающихся и 100 зрителей, а так же детский бассейн на 20 занимающихся. В здании так же размещены раздевалки при бассейнах и при универсальном спортивном зале, тренерские, залы подготовительных занятий, подсобные и иные вспомогательные помещения. Район строительства: г. Новокузнецк; Параметры наружного воздуха: $t = -39\text{ }^{\circ}\text{C}$; Параметры внутреннего воздуха: административные и вспомогательные помещения $t = 14 \div 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, плавательные бассейны и раздевалки при них $t = 25 \div 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность нормальная; Ориентация главного фасада: Юг; Источник теплоснабжения: местные теплосети; Параметры теплоносителя: $95-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Здание каркасно-панельное двухэтажное, без подвала и чердака.
--	---

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>	За последние годы значительно возросли темпы строительства и реконструкции спортивно-оздоровительных комплексов (в дальнейшем СОК), и очевидно, что наряду с архитектурными решениями возникает необходимость в инженерном обеспечении СОК. Говоря о инженерном обеспечении зданий СОК 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 СОК 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 СОК.	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Система отопления и вентиляции, планы этажей.	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Консультант Кузьмина Н.Г., ст. преп. каф. менеджмента	
Социальная ответственность	Гусельников М.Э., доцент	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18.03.2016 г.
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст.преп./ доцент	Молодежникова Л. И.			05.05.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Гайфуллин Кирилл Фаильевич		05.05.2016

РЕФЕРАТ

Выпускная работа 136 страниц, 11 таблиц, , 26 источников литературы, 4 листа графического материала.

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ, СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ, СИСТЕМА ПОДОГРЕВА ПОЛА, ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, ВОЗДУХООБМЕН, РЕКУПЕРАТОР, ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫЕ УСТАНОВКИ, ВЕНТИЛЯТОР, ШУМОГЛУШИТЕЛЬ, ФИЛЬТР.

Цель работы – проект отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Новокузнецке.

В ходе проекта были рассчитаны системы отопления и вентиляции спортивно оздоровительного комплекса, выбрано оборудование для вытяжных, приточных и приточно-вытяжных систем вентиляции плавательных бассейнов. Проведен расчет технико-экономического обоснования выбранных установок для систем вентиляции бассейнов. Рассмотрены производственная безопасность проекта, а также предусмотрена возможность установки системы автоматизации узла учета тепловой энергии.

Выпускная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007. Графическая часть выполнена в среде AutoCAD 2007 (SPDS Graphics).

ESSAY

Graduation work 136 pages , 11 charts , , 26 sources of literature, 4 sheets of graphic materials

heating system , ventilation ,underfloor heating , heat load , air exchange, recuperative heat exchanger , plenum-and-exhaust ventilation , air exhauster , anti-hum device, strainer.

The purpose of work - heating and ventilation design of a sports complex in the city of Novokuznetsk.

The project was designed for heating and ventilation sports recreation complex, selected equipment for exhaust, supply and supply-exhaust ventilation systems of swimming pools. The calculation of the feasibility study of the selected plants for pools Ventilation systems. We consider industrial safety project, and also provides the possibility to automate the installation of heat energy metering unit system.

Final work done in Microsoft Word 2007. The graphic part is made in AutoCAD 2007 environment text editor (SPDS Graphics).

Содержание

Введение	10
1 Исходные данные	12
2 Расчет тепловых потерь	14
2.1 Определение основных тепловых потерь	14
2.2 Добавочные теплопотери	16
2.3 Определение потерь тепла через утепленный пол	17
2.4 Определение потерь тепла лестничными клетками	19
2.5 Расход тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха	33
2.6 Расчет теплопоступления в здание	41
3 Расчет системы отопления	47
3.1 Определение типа и размеров отопительных приборов	47
3.1.1 Определение количества напольных радиаторов Mini Canal	55
3.1.2 Определение количества воздушно-отопительных агрегатов	56
3.1.3 Расчет теплого пола	57
3.1.4 Подбор воздушно-отопительных завес	61
3.2 Размещение теплопроводов в здании	62
3.3 Прокладка труб	63
3.4 Регулирование теплоотдачи отопительных приборов	64
3.5 Компенсация удлинения труб	64
3.6 Арматура	65
4 Гидравлический расчет	66
4.1 Расчет гидравлических сопротивлений системы отопления	66
4.2 Определение потерь местных сопротивлений	67
4.3 Гидравлический расчет системы подогрева пола	74
4.4 Выбор циркуляционного насоса	74
4.5 Тепловой пункт здания	76
5 Расчет системы вентиляции	77
5.1 Выбор системы вентиляции	77
5.2 Выбор параметров наружного воздуха	77
5.3 Определение параметров внутреннего воздуха	78
5.4 Определение количества вредных веществ поступающих в помещение	79
5.5 Расчет воздухообменов	80
5.6 Расчет воздухообмена в помещениях бассейнов	80
5.6.1 Расчет воздухообмена в детском бассейне	81
5.6.2 Расчет воздухообмена в большом бассейне	85
5.6.3 Построение процессов вентиляции в H-d диаграмме	90
5.6.3.1 Построение процесса вентиляции в H-d диаграмме для детского бассейна	90

6	Аэродинамический расчет	99
7	Подбор оборудования для систем вентиляции	105
7.1	Подбор оборудования для приточных камер	105
7.2	Подбор оборудования для систем вытяжной вентиляции	105
7.3	Подбор приточно-вытяжных установок для плавательных бассейнов	108
8	Производственная безопасность	111
8.1.1	Основные элементы производственного процесса,	111
8.1.2	Электробезопасность.	112
8.1.3	Категорирование объекта по условиям пожаро - и взрывоопасности.	115
8.1.4	Противопожарные профилактические мероприятия.	117
8.2	Экологическая безопасность	118
8.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	119
8.4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	121
9	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	123
9.1	Расчет сметы затрат на разработку проекта.	124
9.2	Технико-экономическое обоснование проекта отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Новокузнецке	126
	Заключение	132
	Список использованной литературы	133
	Приложения	134
А	Аксонетрические схемы систем Т14/24, Т15/25	135
Б	Аксонетрические схемы систем В1-В5	136

Введение

За последние годы значительно возросли темпы строительства и реконструкции спортивно-оздоровительных комплексов (в дальнейшем СОК), и очевидно, что наряду с архитектурными решениями возникает необходимость в инженерном обеспечении СОК. Говоря о инженерном обеспечении зданий СОК 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 СОК 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 СОК.

Как уже было отмечено, наряду с отличиями помещений по параметрам микроклимата, они так же отличаются по категориям пожаробезопасности, назначению и т.п. Особый нюанс, при принятии инженерных решений вносят помещения плавательных бассейнов и универсальных спортивных залов. Параметры микроклимата в данных помещениях радикально отличаются как друг от друга, так и от остальных помещений. Наряду с этим в СНиПах РФ имеются множество ограничений по монтажу отопительного и вентиляционного оборудования с точки зрения безопасности и личной гигиены занимающихся. Так же свою лепту в решении данных проблем вносят и климатические параметры наружного воздуха в летний и зимний периоды.

В результате многолетнего опыта проектирования инженерных систем большие проблемы наблюдаются во II-й климатической зоне в районах западной Сибири. Особенности климатических параметров данного района в том, что зимние расчетные температуры достигают -47 градусов Цельсия, а летние 29. В связи с этим, воздух кардинально меняет свои тепловлажностные характеристики и в особенности свое влагосодержание.

Говоря про отопление зданий СОК следует отметить, что в связи с многообразием помещений зачастую возникает необходимость проектирования нескольких видов систем отопления. Так, например СНиПами регламентируется, что при проектировании отопления плавательных бассейнов необходимо, помимо поддержания температуры в самом помещении бассейна на уровне +29 гр. Цельсия, предусмотреть теплые полы в прилегающих к помещению бассейна раздевалках, а так же подогреваемые дорожки вокруг бассейнов.

То, что касается вентиляции и кондиционирования воздуха, то в этом случае задача более многофакторная. Во первых, как отмечалось выше, тепловлажностные характеристики воздуха значительно отличаются в зимний и летний периоды, в основном по влагосодержанию. Во вторых - в проектировании климатических систем предполагается подбор универсального оборудования, которое работало бы в зимний и летний периоды. В третьих – помещения расположенные в СОК различны по назначению и параметрам, что приводит к тому, что необходимо предусматривать довольно много приточных и вытяжных систем. Это приводит к загромождению верхних частей помещения, что приводит к разногласию в вопросах дизайнерского оформления помещения.

Целью данной дипломной работы является расчет системы отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Новокузнецке. Одним из важнейших вопросов данной дипломной работы будет заключаться в расчете энергосберегающих приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла для помещений плавательных бассейнов.

1. Исходные данные

Выпускная работа предусматривает разработку инженерного обеспечения строящегося спортивно - оздоровительного комплекса в г. Новокузнецке.

Здание спортивно-оздоровительного комплекса предназначено для спортивных занятий, а так же организации спортивных мероприятий. В нем размещены универсальный игровой зал на 64 занимающихся и 200 зрителей, зал с плавательным бассейном на 48 занимающихся и 100 зрителей, а так же детский бассейн на 20 занимающихся. В здании так же размещены раздевалки при бассейнах и при универсальном спортивном зале, тренерские, залы подготовительных занятий, подсобные и иные вспомогательные помещения.

Район строительства: г. Новокузнецк;

Параметры наружного воздуха: $t = - 39\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Параметры внутреннего воздуха: административные и вспомогательные помещения $t = 14\div 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, плавательные бассейны и раздевалки при них $t = 25\div 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность нормальная;

Ориентация главного фасада: Юг;

Источник теплоснабжения: местные теплосети;

Параметры теплоносителя: $95\text{-}70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Здание каркасно-панельное двухэтажное, без подвала и чердака. Размеры в осях 76.5х60.75 м. Высота первого этажа в осях «В-З» 3.8 м, в осях «З-Р» - 3.3 м. Высота второго этажа в осях «В-З» 4.2 м, в осях «З-Р» - 4.7 м. Высота универсального спортивного зала 10.4 м, зала большого бассейна – 7 м. Кровля в осях «1-6'», «6'-11», «Д-И», «И-П» сводчатая. Остальная поверхность крыши односкатная. Конструктивная схема здания позволяет выполнить его планировку с расположением помещений по обе стороны коридора. Главный вход расположен с Южной стороны здания, а вспомогательные с Северной и Восточной сторон соответственно, в продолжении коридоров первого этажа.

На первом этаже в осях «1-6'» и «8-10» размещены универсальный игровой зал и раздевалки при нем, а так же гардероб для занимающихся. В осях «Д-Ж» и «Ж-К'» детский бассейн с раздевальнями, а так же помещения подготовки воды для бассейна, узел ввода и приточная венткамера. В осях «П-Р» - две венткамеры.

На втором этаже в осях «8-11» расположены раздевалки при большом бассейне и буфет для занимающихся. В осях «И-П» зал большого бассейна с раздевальнями при нем. На остальной площади первого и второго этажей размещены: тренерские, помещения для отдыха занимающихся, лаборатории

химического анализа воды, служебные кабинеты ИТР, а также подсобные и вспомогательные помещения.

Характеристика ограждающих конструкций:

- Стена наружная из панелей типа «СЭНДВИЧ», толщиной 150 мм. $R_{0np} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Стена, толщиной 150 мм расположена по осям : «1, А-С», «С, 1-3», «Р, 1-3», «3, Р-Т», «Т, 3-8», «8, Т'-У», «У, 8-17», «Г, 13-17», «13, В-Г», «В, 10-13», «10, В-Г», «В', 7-10», «6', А-В'», «А, 1-6'»;

- Стена наружная из панелей типа «СЭНДВИЧ», толщиной 170 мм. $R_{0np} = 4,22 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Стена, толщиной 170 мм расположена по осям : «17, Т'-У», «Т', 17-21», «21, Д- Т'», «Д, 17-21», «17, Г-Д»;

- Стены внутренние из кирпича, марки 100, марка раствора 100. $R_{0np} = 0,37 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

- Кровельная панель типа «СЭНДВИЧ», толщиной 170 мм. $R_0 = 4,17 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

- Остекление : двухкамерный стеклопакет. $R_0 = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

- входные двери: двухкамерный стеклопакет. $R_0 = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

- внутренние двери: дверные блоки деревянные по ГОСТ, $R_{0np} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

2. Расчет тепловых потерь здания.

2.1 Определение основных теплопотерь помещений.

Тепловая нагрузка любой отопительной установки складывается из полезной нагрузки, т.е. того количества тепла, которое должно быть доставлено в обогреваемые помещения, и неизбежных потерь тепла при его транспортировке от мест выработки к местам потребления. Потери тепла при транспортировке составляют сравнительно малую часть общей теплопроизводительности установки и обычно оцениваются некоторой долей полезной нагрузки.

В каждом помещении, в котором должна поддерживаться определенная температура, неизбежен расход тепла на возмещение его потерь через наружные ограждения. Для гражданских зданий основной расчетной нагрузкой отопительных установок являются теплопотери, определяемые на основании нормируемых температур внутреннего воздуха помещений. Теплопотери – это основа для дальнейших расчетов систем отопления зданий.

Так как, температура наружного воздуха не постоянна и имеет не только закономерные годовые, но и месячные, и суточные колебания, то на основании подсчетов и практики эксплуатации отапливаемых зданий признано экономически целесообразным производить расчеты теплопотерь помещений при наружной температуре, принятой по графе 5 таблицы 1 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», т.е. температуре, равной средней температуре воздуха наиболее холодных пятидневок из восьми наиболее холодных зим за последний 50-летний период, обеспеченностью равной 0,92.

Перед определением теплопотерь отдельных помещений и здания в целом, необходимо начертить план этажа с нужными строительными размерами, с обозначением сторон света, назначением каждого помещения.

Перед расчетом все отапливаемые помещения на плане обозначаются порядковыми номерами (с № 101, 102- помещения первого этажа, с № 201, 202- помещения второго этажа и т.д.). Лестничная клетка обозначается отдельно (А,В); она считается отдельно, как одно помещение, независимо от этажности здания.

Основной тепловой поток из помещения наружу является суммой тепловых потоков через отдельные ограждающие конструкции, величина которых с округлением до 5 Вт определяется по формуле:

$$Q_{i\text{от}} \frac{F}{R_{i\text{от}}} (t_a - t_i) n = k F (t_a - t_i) n, \text{ Вт}; \quad (2.1)$$

где F – расчетная площадь ограждающей конструкции (площадь, через которую происходят потери тепла), м²;

$R_{\text{отр}}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, (м²·К)/Вт;

$K = 1/R_{\text{отр}}$ – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/(м²·К);

t_a – расчетная температура воздуха в помещении, °С;

t_n – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки [СНиП 23-01-99], °С. Расчетная температура наружного воздуха для системы отопления в городе Новокузнецке $t_{n,0} = -39$, °С;

n – поправочный коэффициент к расчетной разности температур ($t_a - t_n$), зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху по СНиП II-3-79**. Применяется в тех случаях, когда ограждение не подвергается непосредственному воздействию наружного воздуха.

Формулой (2.1) учитывается мощность теплового потока через ограждения при стабильных температурных условиях по обе стороны ограждения и стационарном тепловом потоке. Несмотря на постоянное изменение наружной температуры в течение суток, подсчет мощности теплового потока для некоторых стационарных условий благодаря инерционности и значительной аккумулирующей способности ограждений оказывается вполне достаточным и полностью оправдывается практикой эксплуатации отапливаемых зданий.

Должны быть учтены потери или поступления теплоты через внутренние ограждения, если температура в соседних помещениях ниже или выше температуры в расчетном помещении на 4 °С и более.

При пользовании формулой (2.1) сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций принимают в соответствии с теплотехническими расчетами, а внутренние и наружные температуры — по действующим нормативам.

При определении расчетных площадей F ограждений, через которые теряется тепло, следует руководствоваться правилами их обмера, которые тоже в определенной степени условны. Общими правилами определения площадей ограждений являются следующие:

а) поверхности стен определяют по наружному обмеру отапливаемого объема здания или отдельных помещений в нем;

б) площади оконных и дверных проемов определяют по строительным размерам в свету;

в) площади полов и потолков определяют по внутренним размерам, включая площади, занятые внутренними стенами и перегородками.

Линейные размеры ограждений устанавливают с точностью до 0,1 м, а поверхности ограждений — с точностью до 0,1 м².

При расчете мощности тепловых потоков из помещений в жилых, общественных и вспомогательных зданиях и сооружениях промышленных предприятий (при высоте помещений до 4 м) в качестве расчетной температуры внутреннего воздуха для рабочей и обслуживаемой зоны принимается температура, устанавливаемая действующими нормами в соответствии с назначением помещений.

2.2 Добавочные теплотери

Кроме разности температур по обе стороны ограждения, являющейся основной причиной возникновения теплового потока изнутри помещений наружу, на величину этого потока оказывают влияние такие факторы, как ориентация здания по сторонам света, обдувание его ветром и др.

$$Q_{i\infty} \frac{F}{R_{i\infty}} (t_a - t_i) (1 + \sum \beta_i) n = k F (t_a - t_i) \psi n, \text{ Вт} ; \quad (2.2)$$

где β_i — поправка на добавочные потери теплоты в долях от основных потерь;

$\psi = 1 + \sum \beta_i$ — коэффициент, учитывающий добавочные потери через ограждающую конструкцию.

Добавочные теплотери через ограждающие конструкции, учитываемые в формуле (2.2) членом $1 + \sum \beta_i = \psi$, определяют в процентах от основных теплотерь ограждений добавками на ориентацию по отношению к сторонам горизонта, на ветер, на угловое помещение, добавками на поступление холодного воздуха через входы и на высоту помещений.

Возникающие дополнительные потери тепла принято учитывать введением установленных практикой добавок к основным теплотерям. Действующими нормативами (СНиП II-3-79**) установлена следующая классификация и величина добавок к основным теплотерям зданий любого назначения.

1. Добавка на ориентацию стен, дверей и световых проемов по сторонам света, относящаяся к потерям тепла всеми вертикальными ограждениями и вертикальными проекциями наклонных ограждений зданий. Для ограждений, ориентированных на север, северо-восток, восток и северо-запад—10%. Для ограждений, ориентированных на юго-восток и запад— 5 %.

2. Добавка в угловых помещениях общественных зданий и вспомогательных помещений производственных зданий (имеющих две и более наружных стен) учитывает понижение радиационной температуры. Для

вертикальных ограждений (наружные стены, окна и двери) принимают в размере 5% основных теплопотерь (в угловых помещениях жилых и подобных зданий повышают расчетную температуру внутреннего воздуха на 2°C и добавку 5% не вводят).

3. Коэффициенты добавки на высоту для помещений высотой более 4 м. равны $\beta_{д.вп} = 0,02$ на каждый метр высоты стен свыше 4 м, но не более 0,15. Эти добавки учитывают увеличение теплопотерь в верхней части помещения: температура воздуха возрастает с высотой. Для лестничных клеток не учитываются.

2.3 Определение потерь тепла через утепленный пол.

Точное решение задачи по определению количества тепла, передаваемого от воздуха помещений наружному воздуху через конструкцию пола и слой грунта, являющегося основанием пола, весьма сложно, а доля потерь тепла через пол по сравнению с общими теплопотерями любого помещения невелика. Поэтому на практике применяют упрощенный метод расчета.

Для не утепленных полов, расположенных непосредственно на грунте, и таких, конструкция которых независимо от толщины состоит из слоёв материалов, коэффициент теплопроводности которых $\lambda \geq 1,163$ Вт/м·К, потери тепла такими полами рассматриваются как потери через ограждения с бесконечно толстой стенкой.

Потери тепла производится способом проф. В.Д. Мачинского. Известно, что температурное поле грунта под полом неравномерно: чем ближе к наружной стене, тем температура грунта ниже, поэтому принято теплопотери через данные ограждения рассчитывать по зонам. Площадь пола, лежащего на грунте или на лагах, для проведения расчета потерь теплоты делят на полосы шириной 2 м, параллельные наружным стенам, которые составляют четыре зоны расчета F_1, F_2, F_3, F_4 . Полосу, ближайшую к наружной стене, обозначают зоной I, следующие две полосы зоной II и III, а остальную поверхность пола, вне зависимости от её площади – зоной IV (рис 2.1). Поверхность пола в первой зоне, примыкающая к наружному углу, имеет повышенные теплопотери, поэтому её площадь F_1 размерами 2×2 м учитывается при определении площади первой зоны дважды. Деление пола на зоны производится независимо от внутренней планировки помещений. Количество зон, уместяющихся на площади пола, зависит от размеров здания.

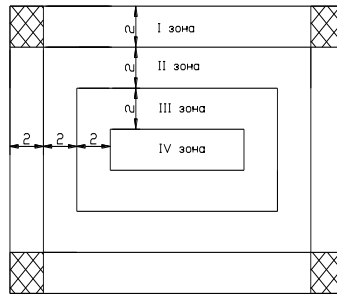


Рисунок 2.1 Разбивка поверхности пола на зоны на I—IV зоны

Соппротивление теплопередаче полов, лежащих непосредственно на грунте, зависит от конструкции и расположения пола. В соответствии со СНиП 2.04.05-91* приведенное сопротивление теплопередаче $R_{н.п}$ отдельных зон шириной 2 м холодных (неутепленных) полов на грунте : для I зоны $R_{I,н.п} = 2,15, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для II зоны – $R_{2,н.п} = 4,3, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для III зоны $R_{3,н.п} = 8,6, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для IV – $R_{4,н.п} = 14,2, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

В нашем случае пол утеплен эффективным утеплителем и расчет проводим следующим образом.

Теплопотери через отдельные зоны пола определяются по формуле:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \text{ Вт};$$

где: F – площадь какой-либо зоны, м^2 ;

R – сопротивление теплопередаче конструкции пола этой же зоны, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – температура внутри помещения, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Соппротивление теплопередаче конструкций для утеплённых полов имеет вид:

$$R_{\text{ут.п.}} = R_{\text{н.п.}} + \sum \frac{l_{\text{ут.сл.}}}{\lambda_{\text{ут.сл.}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

где $R_{\text{н.п.}}$ – сопротивление теплопередаче не утеплённых полов;

$l_{\text{ут.сл.}}$ – толщина утеплённого слоя, м;

$\lambda_{\text{ут.сл.}}$ – теплопроводность утепляющего слоя.

Рассчитаем потерю тепла через утепленные полы на грунте для помещения 116 (зал индивидуальной силовой подготовки):

$$Q_{\text{он}} = \left(\frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2} + \frac{A_3}{R_3} + \frac{A_4}{R_4} \right) \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \text{ Вт}; \quad (2.3)$$

где $R_{н.п}$ – сопротивление теплопередаче пола, отнесённого к каждой из четырёх зон пола, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

A_1, A_2, A_3, A_4 – площадь каждой из четырёх зон пола, м^2 ;

$t_{в}$ и $t_{н}$ – расчётные внутренняя и наружная температуры, $^{\circ}\text{C}$.

Рассмотрим строение утепленного пола на первом этаже. Пол состоит из трех слоев: линолеум поливинилхлоридный многослойный (ГОСТ 14632-79), $\lambda=0,38 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, толщина слоя 15 мм; стяжка из легкого бетона марки 150, $\lambda=0,54 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, толщина плиты 20 мм; подстилающий слой бетон класса В7,5, $\lambda=1,86 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, толщина слоя 80 мм.

Рассчитаем сопротивление теплопередаче утепленных зон:

$$R_{1 \text{ зона}} = 2,15 + \frac{0,015}{0,38} + \frac{0,02}{0,54} + \frac{0,08}{1,86} = 2,27 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_{2 \text{ зона}} = 4,3 + \frac{0,015}{0,38} + \frac{0,02}{0,54} + \frac{0,08}{1,86} = 4,42 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_{3 \text{ зона}} = 8,6 + \frac{0,015}{0,38} + \frac{0,02}{0,54} + \frac{0,08}{1,86} = 8,72 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_{4 \text{ зона}} = 14,2 + \frac{0,015}{0,38} + \frac{0,02}{0,54} + \frac{0,08}{1,86} = 14,32 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

помещение 116 зал индивидуальной силовой подготовки :

первая зона: $F_1=25,97 \text{ м}^2$;

вторая зона: $F_2=25,97 \text{ м}^2$;

третья зона $F_3=25,97 \text{ м}^2$;

четвертая зона: $F_4=8,47 \text{ м}^2$.

$t_{в} = 15^{\circ}\text{C}$ и $t_{н} = -40^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{ii} = \left(\frac{25,97}{2,27} + \frac{25,97}{4,42} + \frac{25,97}{8,72} + \frac{8,47}{14,32} \right) \cdot (15 - (-40)) = 1169 \text{ Вт}.$$

Расчеты полов для остальных помещений выполнены по указанной методике и сведены в таблицу 1 «Расчёт теплотерь через ограждающие конструкции здания».

2.4 Определение потерь тепла лестничными клетками

Теплопотери суммируют для всех помещений каждого этажа и для здания в целом, включая теплопотери лестничных клеток. Лестничные клетки нумеруют буквами А, В и определяют теплопотери не по отдельным этажам, а сразу по всей высоте клеток.

Блоки окон на лестничной клетки №1 (А) имеют размер: 12550х2100 мм. На одном пролете устанавливают один блок. Высоту рассматриваемой стены берем по высоте южного фасада вычитая высоту парапета. Полученная высота: 8 метров. Высота стены с восточной стороны, так же 8 метров. Ширина лестничной клетки 10,6 м, глубина – 3 м. Добавку на высоту не предусматривают. Далее расчет ведется как для обычной комнаты.

Рассмотрим пример расчета теплопотерь через ограждающие конструкции для помещения лестничной клетки №1 (А).

Лестничная клетка является угловой, внутренняя расчетная температура $t_{вн} = 16 \text{ С}^\circ$.

Теплопотери рассчитываются через ограждающую стену с Южной и Восточной сторон, через два световых проема с Южной и Восточной сторон, через пол и потолок.

Рассчитываем теплопотери ограждений:

для Южной стены, с вычитанием площадей двух окон находящихся на рассматриваемой стене по формуле 2.2:

$$Q_{\text{нб}} = k \cdot F \cdot (t_a - t_i) \cdot n = 0,27(13,45 \cdot 8,0 - (9,55 \cdot 2,1)2) \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 1020,5 \text{ Вт}.$$

для Восточной стены, с вычитанием площадей двух окон находящихся на рассматриваемой стене по формуле 2.2:

$$Q_{\text{нб}} = k \cdot F \cdot (t_a - t_i) \cdot n = 0,27(3,0 \cdot 8,0 - (3,0 \cdot 2,1)2) \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 172,37 \text{ Вт}$$

для окон по формуле 2.2:

$$Q_{\text{иэ}} = k \cdot F \cdot (t_a - t_i) \cdot n = 1,85(12,55 \cdot 2,1 \cdot 2) \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 5460,76 \text{ Вт}.$$

теплопотери для пола рассчитываем по вышеизложенной методике (пункт 2.3):

$$Q_{\text{ии}} = \left(\frac{32,4}{2,38} + \frac{8,66}{4,545} \right) \cdot (16 - (-40)) = 912,2 \text{ Вт}.$$

теплопотери для потолка рассчитываем без учета коэффициентом $n=0,9$ (по СНиП II-3-79**), так как потолок сообщается с наружным воздухом :

$$Q_{\text{иэ}} = k \cdot F \cdot (t_a - t_i) \cdot n = 0,25 \cdot 34 \cdot (16 - 40) \cdot 1 = 408,65 \text{ Вт}.$$

Дополнительные потери для ограждающих конструкций лестничной клетки №2 не учитываем так как они находятся на южном фасаде:

Находим суммарные теплопотери для лестничной клетки:

$$Q_{\text{от, и.д.}} = \sum Q_{\text{от}} = 1020,5 + 172,37 + 5460,76 + 912,2 + 408,65 = 8516,88 \text{ Вт}.$$

Для остальных помещений рассчитываем тепловые потери через ограждающие конструкции по указанной методике, результаты заносим в таблицу 1 «Расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции здания».

Примечание:

1. Принятые обозначения наружных ограждений: Н.С. – наружная стена, Д.О. – окно с двойным остеклением, ПЛ – пол, ПТ – потолок, В.С. – внутренняя стена, В.Д. – внутренние двери, Н.Д. – наружная дверь.

2. Принятые обозначения ориентации по сторонам света вертикальных наружных ограждений: С – север, Ю – юг, З – запад, В – восток.

Таблица 1. Расчёт теплотерь через ограждающие конструкции здания

№ помещения	Назначение помещения	t внутр. Расч. С	Х-ка ограждающих конструкций				К, Вт/(м2*К)	n	tв - tн, С	Qо, Вт	добавки			Q огр, Вт	Q огр общ, Вт	
			Наименование	Ориентация	Размеры, м	F, м кв.					на ориентацию	прочие	B			
Первый этаж																
101	Вестибюль	20,00	Пл II				11,76	0,22	1,00	60,00	155,23	0,00	0,00	1,00	155,23	1314,70
			Пл III				42,76	0,11	1,00	60,00	282,22	0,00	0,00	1,00	282,22	
			Пл IV				147,59	0,07	1,00	60,00	619,88	0,00	0,00	1,00	619,88	
			В.С.		5,70	3,80	21,66	2,70	0,60	6,00	210,54	0,00	0,00	1,00	210,54	
			В.Д.		1,51	4,80	7,25	1,80	0,60	6,00	46,84	0,00	0,00	1,00	46,84	
															1314,70	
102	Тамбур	14,00	Пл I				5,77	0,43	1,00	54,00	133,98	0,00	0,00	1,00	133,98	1601,94
			Пл II				3,40	0,22	1,00	54,00	40,39	0,00	0,00	1,00	40,39	
			Д.О.		2,95	3,80	11,19	1,85	1,00	54,00	1117,98	0,00	0,00	1,00	1117,98	
			Н.Д.		1,51	2,40	3,62	1,58	1,00	54,00	309,59	0,00	0,00	1,00	309,59	
															1601,94	
103	Тамбур	14,00	Пл I				5,39	0,43	1,00	54,00	125,16	0,00	0,00	1,00	125,16	1518,38
			Пл II				3,18	0,22	1,00	54,00	37,78	0,00	0,00	1,00	37,78	
			Д.О.		2,76	3,80	10,47	1,85	1,00	54,00	1045,85	0,00	0,00	1,00	1045,85	
			Н.Д.		1,51	2,40	3,62	1,58	1,00	54,00	309,59	0,00	0,00	1,00	309,59	
															1518,38	
104	Помещ. Охраны	18,00	Пл I				7,26	0,45	1,00	58,00	189,49	0,00	0,00	1,00	189,49	1814,81
			Пл II				4,29	0,23	1,00	58,00	57,23	0,00	0,00	1,00	57,23	
			Д.О.		3,63	3,80	13,79	1,85	1,00	58,00	1480,10	0,00	0,00	1,00	1480,10	
			В.С.		3,18	3,80	12,08	2,70	0,60	4,00	78,30	0,00	0,00	1,00	78,30	
			В.О.		1,50	1,50	2,25	1,80	0,60	4,00	9,69	0,00	0,00	1,00	9,69	
															1814,81	
105	Касса	18,00	Пл I				5,04	0,45	1,00	58,00	131,54	0,00	0,00	1,00	131,54	972,05
			Пл II				2,44	0,23	1,00	58,00	32,55	0,00	0,00	1,00	32,55	
			Д.О.		1,87	3,80	7,11	1,85	1,00	58,00	762,47	0,00	0,00	1,00	762,47	
			Н.С.	Ю	0,77	3,80	2,93	0,27	1,00	58,00	45,48	0,00	0,00	1,00	45,48	
															972,05	

106	Гардеробная для занимающихся	16,00	Пл IV				31,12	0,07	1,00	56,00	121,99	0,00	0,00	1,00	121,99	121,99
															121,99	
107	Раздевальная	25,00	Пл IV				53,12	0,07	1,00	65,00	241,70	0,00	0,00	1,00	241,70	1460,39
			В.С.		24,00	3,30	79,20	2,70	0,60	9,00	1154,74	0,00	0,00	1,00	1154,74	
			В.Д.		0,71	3,30	2,34	2,85	0,60	9,00	36,00	0,00	0,00	1,00	36,00	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,00	27,96	
															1460,39	
108	Раздевальная	25,00	Пл IV				45,47	0,08	1,00	65,00	236,44	0,00	0,00	1,00	236,44	803,67
			В.С.		10,46	3,30	34,52	2,70	0,60	9,00	503,27	0,00	0,00	1,00	503,27	
			В.Д.		0,71	3,30	2,34	2,85	0,60	9,00	36,00	0,00	0,00	1,00	36,00	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,00	27,96	
															803,67	
109	Коридор	16,00	Пл IV				8,09	0,07	1,00	56,00	31,71	0,00	0,00	1,00	31,71	31,71
															31,71	
110	Раздевальная	25,00	Пл IV				45,47	0,07	1,00	65,00	206,89	0,00	0,00	1,00	206,89	774,12
			В.С.		10,46	3,30	34,52	2,70	0,60	9,00	503,27	0,00	0,00	1,00	503,27	
			В.Д.		0,71	3,30	2,34	2,85	0,60	9,00	36,00	0,00	0,00	1,00	36,00	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,00	27,96	
															774,12	
111	Коридор	16,00	Пл IV				8,09	0,07	1,00	56,00	31,71	0,00	0,00	1,00	31,71	31,71
															31,71	
112	Раздевальная	25,00	Пл IV				53,12	0,07	1,00	65,00	241,70	0,00	0,00	1,00	241,70	1460,39
			В.С.		24,00	3,30	79,20	2,70	0,60	9,00	1154,74	0,00	0,00	1,00	1154,74	
			В.Д.		0,71	3,30	2,34	2,85	0,60	9,00	36,00	0,00	0,00	1,00	36,00	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,00	27,96	
															1460,39	
113	Коридор	16,00	Пл I				5,20	0,43	1,00	56,00	125,22	0,00	0,00	1,00	125,22	1540,07
			Пл II				5,20	0,22	1,00	56,00	64,06	0,00	0,00	1,00	64,06	
			Пл III				29,65	0,11	1,00	56,00	182,64	0,00	0,00	1,00	182,64	
			Пл IV				153,53	0,07	1,00	56,00	601,84	0,00	0,00	1,00	601,84	
			Н.С.	С	2,60	3,30	8,58	0,27	1,00	56,00	128,77	0,10	0,00	1,10	141,65	
			Д.О.	С	1,32	1,76	2,32	1,58	1,00	56,00	205,82	0,10	0,00	1,10	226,40	
			В.С.		5,60	3,30	18,48	2,70	0,60	6,00	179,63	0,00	0,00	1,00	179,63	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	6,00	18,64	0,00	0,00	1,00	18,64	

															1540,07	1649,16
114	Тамбур	14,00	Пл I				18,40	0,43	1,00	54,00	427,25	0,00	0,05	1,05	448,61	
			Пл II				4,58	0,22	1,00	54,00	54,41	0,00	0,05	1,05	57,13	
			Н.С.	3	3,28	4,13	13,51	0,27	1,00	54,00	195,51	0,08	0,05	1,13	220,92	
			Н.С.	С	6,23	4,13	25,68	0,27	1,00	54,00	371,61	0,10	0,05	1,15	427,36	
			Н.Д.	С	2,40	2,10	5,04	1,58	1,00	54,00	430,56	0,10	0,05	1,15	495,14	
															1649,16	1854,67
115	Инвентарная при игр. зале	15,00	Пл I				17,80	0,45	1,00	55,00	440,55	0,00	0,05	1,05	462,58	
			Пл II				15,04	0,23	1,00	55,00	190,26	0,00	0,05	1,05	199,77	
			Пл III				5,75	0,12	1,00	55,00	36,37	0,00	0,05	1,05	38,19	
			Н.С.	3	3,93	4,13	16,19	0,27	1,00	55,00	238,65	0,08	0,05	1,13	269,67	
			Н.С.	С	6,00	4,13	24,75	0,27	1,00	55,00	364,82	0,10	0,05	1,15	419,54	
			Д.О.	С	1,32	1,76	2,32	1,58	1,00	55,00	202,14	0,10	0,05	1,15	232,46	
			Д.О.	С	1,32	1,76	2,32	1,58	1,00	55,00	202,14	0,10	0,05	1,15	232,46	
															1854,67	2441,17
116	Зал индивидуальной силовой подготовки	15,00	Пл I				25,97	0,45	1,00	55,00	642,76	0,00	0,00	1,00	642,76	
			Пл II				25,97	0,23	1,00	55,00	328,52	0,00	0,00	1,00	328,52	
			Пл III				25,97	0,12	1,00	55,00	164,26	0,00	0,00	1,00	164,26	
			Пл IV				8,47	0,07	1,00	55,00	32,61	0,00	0,00	1,00	32,61	
			Н.С.	С	9,06	4,13	37,37	0,27	1,00	55,00	550,87	0,10	0,00	1,10	605,96	
			Д.О. 3 шт	С	1,32	1,76	6,97	1,58	1,00	55,00	606,42	0,10	0,00	1,10	667,07	
															2441,17	88,23
117	Инвентарная при зале инд. сил. подгот.	15,00	Пл III				13,95	0,12	1,00	55,00	88,23	0,00	0,00	1,00	88,23	
															88,23	1851,96
118	Венткамера	10,00	Пл I				31,80	0,45	1,00	50,00	715,50	0,00	0,05	1,05	751,28	
			Пл II				19,80	0,23	1,00	50,00	227,70	0,00	0,05	1,05	239,09	
			Пл III				8,40	0,12	1,00	50,00	48,30	0,00	0,05	1,05	50,72	
			Н.С.	3	6,00	3,30	19,80	0,27	1,00	50,00	265,32	0,08	0,05	1,13	299,81	
			Н.С.	С	10,05	3,30	33,17	0,27	1,00	50,00	444,41	0,10	0,05	1,15	511,07	
															1851,96	1308,50
119	Тренерская М	18,00	Пл I				12,30	0,45	1,00	58,00	317,46	0,00	0,00	1,00	317,46	
			Пл II				12,30	0,23	1,00	58,00	160,52	0,00	0,00	1,00	160,52	
			Пл III				2,18	0,12	1,00	58,00	14,54	0,00	0,00	1,00	14,54	

			Н.С.	С	6,15	3,30	20,30	0,27	1,00	58,00	315,47	0,10	0,00	1,10	347,01	
			Д.О.	С	1,32	1,76	2,32	1,58	1,00	58,00	213,17	0,10	0,00	1,10	234,48	
			Д.О.	С	1,32	1,76	2,32	1,58	1,00	58,00	213,17	0,10	0,00	1,10	234,48	
															1308,50	
120	Тамбур	14,00	Пл I				5,35	0,43	1,00	54,00	124,23	0,00	0,00	1,00	124,23	598,06
			Н.С.	С	3,12	3,30	10,30	0,27	1,00	54,00	149,00	0,10	0,00	1,10	163,90	
			Н.Д.	С	1,21	2,10	2,54	1,58	1,00	54,00	217,07	0,10	0,00	1,10	238,78	
			В.С.		3,05	3,60	10,98	2,70	0,60	4,00	71,15	0,00	0,00	1,00	71,15	
															598,06	
121	Электрощитовая	15,00	Пл II				6,09	0,23	1,00	55,00	77,04	0,00	0,00	1,00	77,04	77,04
															77,04	
122	Кабинет врача	20,00	Пл I				7,34	0,45	1,00	60,00	198,18	0,00	0,00	1,00	198,18	1052,24
			Пл II				7,34	0,23	1,00	60,00	101,29	0,00	0,00	1,00	101,29	
			Пл III				0,41	0,12	1,00	60,00	2,83	0,00	0,00	1,00	2,83	
			Н.С.	С	3,90	3,30	12,87	0,27	1,00	60,00	206,95	0,10	0,00	1,10	227,64	
			Д.О.	С	1,32	1,76	2,32	1,58	1,00	60,00	220,52	0,10	0,00	1,10	242,57	
			В.С.		3,68	3,30	12,14	2,70	0,60	4,00	78,69	0,00	0,00	1,00	78,69	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	4,00	12,43	0,00	0,00	1,00	12,43	
			В.С.		2,34	3,30	7,72	2,70	0,60	10,00	125,10	0,00	0,00	1,00	125,10	
			В.С.		1,98	3,30	6,53	2,70	0,60	6,00	63,51	0,00	0,00	1,00	63,51	
															1052,24	
123	Мастерская технического блока	16,00	Пл I				5,60	0,45	1,00	56,00	141,12	0,00	0,00	1,00	141,12	702,12
			Пл II				5,60	0,23	1,00	56,00	72,13	0,00	0,00	1,00	72,13	
			Пл III				1,00	0,12	1,00	56,00	6,44	0,00	0,00	1,00	6,44	
			Н.С.	С	3,00	3,30	9,90	0,27	1,00	56,00	148,58	0,10	0,00	1,10	163,44	
			Д.О.	С	1,32	1,76	2,32	1,58	1,00	56,00	205,82	0,10	0,00	1,10	226,40	
			В.С.		4,33	3,30	14,29	2,70	0,60	4,00	92,59	0,00	0,00	1,00	92,59	
															702,12	
124	Венткамера	10,00	Пл I				35,90	0,45	1,00	50,00	807,75	0,00	0,05	1,05	848,14	2123,01
			Пл II				23,90	0,23	1,00	50,00	274,85	0,00	0,05	1,05	288,59	
			Пл III				15,42	0,12	1,00	50,00	88,67	0,00	0,05	1,05	93,10	
			Н.С.	С	12,32	3,30	40,66	0,27	1,00	50,00	544,79	0,10	0,05	1,15	626,51	
			Н.С.	В	5,93	3,30	19,57	0,24	1,00	50,00	231,89	0,10	0,05	1,15	266,68	
															2123,01	
125	Трнерская Ж	18,00	Пл. IV				25,62	0,07	1,00	58,00	104,02	0,00	0,00	1,00	104,02	104,02
															104,02	

126	Быт. Помещ. Ж	18,00	Пл. IV				23,78	0,07	1,00	58,00	96,55	0,00	0,00	1,00	96,55	96,55
															96,55	
127	Быт. Помещ. М	18,00	Пл. IV				23,90	0,07	1,00	58,00	97,03	0,00	0,00	1,00	97,03	97,03
															97,03	
128	Венткамера	10,00	Пл. IV				53,12	0,07	1,00	50,00	185,92	0,00	0,00	1,00	185,92	185,92
															185,92	
129	Тех. помещение	18,00	Пл. IV				14,10	0,07	1,00	58,00	57,25	0,00	0,00	1,00	57,25	57,25
															57,25	
130	Водоподготовка	16,00	Пл. IV				43,74	0,07	1,00	56,00	171,46	0,00	0,00	1,00	171,46	171,46
															171,46	
131	Насосная	16,00	Пл. IV				28,98	0,07	1,00	56,00	113,60	0,00	0,00	1,00	113,60	113,60
															113,60	
132	Теплоузел	50,00	Пл I				9,90	0,45	1,00	50,00	222,75	0,00	0,00	1,00	222,75	616,66
			Пл II				9,90	0,23	1,00	50,00	113,85	0,00	0,00	1,00	113,85	
			Пл III				9,90	0,12	1,00	50,00	56,93	0,00	0,00	1,00	56,93	
			Пл. IV				0,46	0,07	1,00	50,00	1,61	0,00	0,00	1,00	1,61	
			Н.С.	В	5,15	3,30	17,00	0,24	1,00	50,00	201,39	0,10	0,00	1,10	221,53	
															616,66	
133	Коридор	16,00	Пл I				0,82	0,43	1,00	16,00	5,64	0,00	0,00	1,00	5,64	120,14
			Пл II				3,88	0,22	1,00	16,00	13,66	0,00	0,00	1,00	13,66	
			Пл III				3,88	0,11	1,00	16,00	6,83	0,00	0,00	1,00	6,83	
			Пл. IV				65,47	0,07	1,00	16,00	73,33	0,00	0,00	1,00	73,33	
			В.Д.		1,01	2,00	2,02	2,85	0,60	6,00	20,69	0,00	0,00	1,00	20,69	
															120,14	
134	Тамбур	14,00	Пл I				2,82	0,43	1,00	54,00	65,48	0,00	0,00	1,00	65,48	423,95
			Н.С.	В	2,15	3,80	8,17	0,24	1,00	54,00	104,56	0,10	0,00	1,10	115,02	
			Н.Д.	В	1,21	2,10	2,54	1,61	1,00	54,00	221,33	0,10	0,00	1,10	243,46	
															423,95	
135	Тамбур	14,00	Пл I				3,12	0,43	1,00	54,00	72,45	0,00	0,00	1,00	72,45	518,75
			Н.С.	В	1,90	3,80	7,22	0,24	1,00	54,00	92,40	0,10	0,00	1,10	101,64	
			Н.Д.	В	1,21	2,10	2,54	1,61	1,00	54,00	221,33	0,10	0,00	1,10	243,46	
			В.С.		3,55	3,80	13,49	2,70	0,60	4,00	87,42	0,00	0,00	1,00	87,42	
			В.Д.		1,01	2,00	2,02	2,85	0,60	4,00	13,79	0,00	0,00	1,00	13,79	
															518,75	
136	Кладовка реагентов	10,00	Пл I				3,58	0,43	1,00	48,00	73,89	0,00	0,00	1,00	73,89	214,90
			Пл II				4,35	0,22	1,00	49,00	46,89	0,00	0,00	1,00	46,89	

			Н.С.	В	1,90	3,80	7,22	0,24	1,00	50,00	85,56	0,10	0,00	1,10	94,11	
															214,90	
137	Инвентарная	15,00	Пл II				1,70	0,22	1,00	55,00	20,57	0,00	0,00	1,00	20,57	202,64
			Пл III				7,54	0,11	1,00	55,00	45,62	0,00	0,00	1,00	45,62	
			Пл. IV				8,58	0,07	1,00	55,00	33,03	0,00	0,00	1,00	33,03	
			В.С.		3,36	3,80	12,77	2,70	0,60	5,00	103,42	0,00	0,00	1,00	103,42	
															202,64	
138	Тренерская	18,00	Пл. IV				16,95	0,07	1,00	58,00	68,82	0,00	0,00	1,00	68,82	68,82
															68,82	
139	Водоподготовка	16,00	Пл. IV				26,35	0,07	1,00	56,00	103,29	0,00	0,00	1,00	103,29	103,29
															103,29	
140	Лаборатория	18,00	Пл. IV				9,40	0,07	1,00	58,00	38,16	0,00	0,00	1,00	38,16	38,16
															38,16	
141	Регистратура	18,00	Пл. IV				12,00	0,07	1,00	58,00	48,72	0,00	0,00	1,00	48,72	48,72
															48,72	
142	С/У для посет.	16,00	Пл. IV				11,55	0,07	1,00	56,00	45,28	0,00	0,00	1,00	45,28	45,28
															45,28	
143	Комн. Убор. Инвент.	12,00	Пл. IV				4,83	0,07	1,00	52,00	17,58	0,00	0,00	1,00	17,58	17,58
															17,58	
144	Комн. Убор. Инвент.	12,00	Пл. IV				4,74	0,07	1,00	52,00	17,25	0,00	0,00	1,00	17,25	17,25
															17,25	
145	Гардероб для посетителей	16,00	Пл. II				1,47	0,22	1,00	56,00	18,11	0,00	0,00	1,00	18,11	282,37
			Пл. III				9,00	0,11	1,00	56,00	55,44	0,00	0,00	1,00	55,44	
			Пл. IV				53,27	0,07	1,00	56,00	208,82	0,00	0,00	1,00	208,82	
															282,37	
146	Коридор	16,00	Пл. II				1,30	0,22	1,00	56,00	16,02	0,00	0,00	1,00	16,02	123,68
			Пл. III				4,00	0,11	1,00	56,00	24,64	0,00	0,00	1,00	24,64	
			Пл. IV				21,18	0,07	1,00	56,00	83,03	0,00	0,00	1,00	83,03	
															123,68	
147	Раздевальня	25,00	Пл. IV				40,16	0,07	1,00	65,00	182,73	0,00	0,00	1,00	182,73	924,91
			В.С.		4,26	3,80	16,19	2,70	0,60	9,00	236,02	0,00	0,00	1,00	236,02	
			В.С.		9,71	3,80	36,90	2,70	0,60	8,00	478,20	0,00	0,00	1,00	478,20	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,00	27,96	
															924,91	

148	Раздевальная	25,00	Пл. II				6,31	0,23	1,00	65,00	94,33	0,00	0,00	1,00	94,33	988,52
			Пл. III				19,42	0,12	1,00	65,00	145,16	0,00	0,00	1,00	145,16	
			Пл. IV				14,52	0,07	1,00	65,00	66,07	0,00	0,00	1,00	66,07	
			В.С.		4,27	3,80	16,23	2,70	0,60	9,00	236,58	0,00	0,00	1,00	236,58	
			В.С.		9,71	3,80	36,90	2,70	0,60	7,00	418,42	0,00	0,00	1,00	418,42	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,00	27,96	
															988,52	
149	Детский бассейн	30,00	Пл. I				42,10	0,45	1,00	70,00	1326,15	0,00	0,05	1,05	1392,46	13106,67
			Пл. II				34,80	0,23	1,00	70,00	560,28	0,00	0,05	1,05	588,29	
			Пл. III				26,80	0,12	1,00	70,00	215,74	0,00	0,05	1,05	226,53	
			Пл. IV				28,98	0,07	1,00	70,00	142,00	0,00	0,05	1,05	149,10	
			Н.С.	В	9,37	4,50	42,17	0,24	1,00	70,00	699,52	0,10	0,05	1,15	804,44	
			Н.С.	Ю	12,00	4,50	54,00	0,24	1,00	70,00	895,86	0,00	0,05	1,05	940,65	
			Д.О.	В	8,25	1,50	12,38	1,61	1,00	70,00	1397,94	0,10	0,05	1,15	1607,63	
			Д.О.	Ю	9,12	1,50	13,68	1,61	1,00	70,00	1544,61	0,00	0,05	1,05	1621,84	
			В.С.		3,45	3,80	13,11	2,70	0,60	70,00	1486,67	0,00	0,05	1,05	1561,01	
			В.С.		4,85	3,80	18,43	2,70	0,60	70,00	2089,96	0,00	0,05	1,05	2194,46	
			В.Д.		1,81	2,00	3,62	2,85	0,60	70,00	432,55	0,00	0,05	1,05	454,18	
			В.С.		5,00	3,80	19,00	0,06	0,60	70,00	43,89	0,00	0,05	1,05	46,08	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	70,00	217,47	0,00	0,05	1,05	228,35	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	70,00	217,47	0,00	0,05	1,05	228,35	
В.С.		2,35	3,80	8,93	2,70	0,60	70,00	1012,66	0,00	0,05	1,05	1063,30				
															13106,67	
150	Зал ожидания	18,00	Пл. I				37,66	0,43	1,00	58,00	939,24	0,00	0,05	1,05	986,20	3676,18
			Пл. II				14,69	0,22	1,00	58,00	187,44	0,00	0,05	1,05	196,82	
			Н.С.	В	2,93	3,80	11,13	0,24	1,00	58,00	153,05	0,10	0,05	1,15	176,01	
			Н.С.	Ю	12,00	3,80	45,60	0,24	1,00	58,00	626,82	0,00	0,05	1,05	658,16	
			Д.О.	В	2,93	1,50	4,40	1,61	1,00	58,00	411,17	0,10	0,05	1,15	472,85	
			Д.О.	Ю	8,05	1,50	12,08	1,61	1,00	58,00	1129,66	0,00	0,05	1,05	1186,15	
															3676,18	
151	Спортзал	15,00	Пл. I				157,10	0,33	1,00	55,00	2885,93	0,00	0,05	1,20	3463,11	77895,69
			Пл. II				132,80	0,19	1,00	55,00	1387,76	0,00	0,05	1,20	1665,31	
			Пл. III				168,40	0,10	1,00	55,00	926,20	0,00	0,05	1,20	1111,44	
			Пл. IV				785,78	0,07	1,00	55,00	3025,25	0,00	0,05	1,20	3630,30	
			Пг				1244,08	0,24	1,00	55,00	16421,86	0,00	0,05	1,20	19706,23	
			Д.О.	Ю			37,43	1,58	1,00	55,00	3256,78	0,10	0,05	1,30	4233,82	

			Н.С.	В	6,00	10,40	62,40	0,27	1,00	55,00	919,78	0,10	0,05	1,30	1195,71	
			Н.С.	Ю	27,70	10,40	288,08	0,27	1,00	55,00	4246,30	0,00	0,05	1,20	5095,56	
			Н.С.	З	45,30	10,40	471,12	0,27	1,00	55,00	6944,31	0,08	0,05	1,28	8888,72	
			Д.О.	С			18,11	1,58	1,00	55,00	1575,75	0,00	0,05	1,20	1890,90	
			Д.О.	З			242,56	1,58	1,00	55,00	21105,15	0,08	0,05	1,28	27014,59	
															77895,69	
Второй этаж																
201	Фойе с зоной отдыха	20,00	Н.С.	Ю	12,40	4,20	52,08	0,27	1,00	60,00	837,45	0,00	0,00	1,15	963,06	8796,80
			Д.О.	Ю	10,80	2,43	26,24	1,58	1,00	60,00	2491,08	0,00	0,00	1,15	2864,74	
			В.С.		24,80	4,20	104,16	2,70	0,60	4,00	674,96	0,00	0,00	1,15	776,20	
			Пт.				281,32	0,24	0,90	60,00	3645,91	0,00	0,00	1,15	4192,79	
															8796,80	
202	Буфет	16,00	Пт.				87,73	0,24	1,00	56,00	1179,09	0,00	0,00	1,15	1355,95	1355,95
															1355,95	
203	Регистратура	18,00	Пт.				10,76	0,24	1,00	58,00	149,78	0,00	0,00	1,15	172,25	172,25
															172,25	
204	Подсобка буфета	16,00	Пт.				8,98	0,24	1,00	56,00	120,69	0,00	0,00	1,15	138,79	138,79
															138,79	
205	С/У М	16,00	Пт.				6,16	0,24	1,00	58,00	85,75	0,00	0,00	1,15	98,61	98,61
															98,61	
206	С/У Ж	16,00	П.т.				6,16	0,24	1,00	58,00	85,75	0,00	0,00	1,15	98,61	98,61
															98,61	
207	Раздевальная	25,00	Пт.				108,30	0,24	1,00	65,00	1689,48	0,00	0,00	1,15	1942,90	3464,38
			В.С.		14,36	4,70	67,49	2,70	0,60	7,00	765,36	0,00	0,00	1,15	880,16	
			В.С.		7,73	4,70	36,33	2,70	0,60	9,00	529,71	0,00	0,00	1,15	609,16	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,15	32,15	
															3464,38	
208	Раздевальная	25,00	Пт.				108,84	0,24	1,00	65,00	1697,90	0,00	0,00	1,15	1952,59	2993,83
			В.С.		19,49	4,70	91,60	0,06	0,60	9,00	27,21	0,00	0,00	1,15	31,29	
			В.Д.		0,91	2,00	1,82	2,85	0,60	9,00	27,96	0,00	0,00	1,15	32,15	
			В.С.		6,03	4,70	28,34	2,70	0,60	9,00	413,21	0,00	0,00	1,15	475,19	
			В.С.		5,74	4,70	26,98	2,70	0,60	10,00	437,04	0,00	0,00	1,15	502,60	
															2993,83	
209	Коридор	16,00	Пт.				116,92	0,24	1,00	56,00	1571,40	0,00	0,00	1,15	1807,12	1807,12
															1807,12	
210	Подсоб. Помещ.	16,00	Пт.				17,37	0,24	1,00	56,00	233,45	0,00	0,00	1,15	268,47	268,47

															268,47	
211	Инвентарная	15,00	Пт				16,53	0,24	1,00	56,00	222,16	0,00	0,00	1,15	255,49	255,49
															255,49	
212	Помещ. Убо.р инв.	12,00	Пт.				6,50	0,24	1,00	52,00	81,12	0,00	0,00	1,15	93,29	93,29
															93,29	
213	Инвентарная	15,00	Пт.				21,18	0,24	1,00	55,00	279,58	0,00	0,00	1,15	321,51	321,51
															321,51	
214	Кабинет тренера	18,00	Пт.				13,33	0,24	1,00	58,00	185,55	0,00	0,00	1,15	213,39	213,39
															213,39	
215	Лаб. анализа воды	18,00	Пт.				20,23	0,24	1,00	58,00	281,60	0,00	0,00	1,15	323,84	323,84
															323,84	
216	Зал подготов-х занятий	18,00	Пт.				168,88	0,24	1,00	58,00	2350,81	0,00	0,05	1,20	2820,97	Утепление пола пенополисторолом
			Пл.		19,05	3,15	60,01	0,69	1,00	58,00	2401,50	0,00	0,05	1,20	2881,80	
			Н.С.	3	3,15	5,40	17,01	0,27	1,00	58,00	264,40	0,08	0,05	1,28	338,44	
			Н.С.	С	19,35	5,40	104,49	0,27	1,00	58,00	1624,19	0,10	0,05	1,30	2111,45	
			Д.О. х6	С	7,92	1,74	13,78	1,58	1,00	58,00	1264,47	0,10	0,05	1,30	1643,81	10770,90
			Н.С.	В	8,93	5,40	48,22	0,27	1,00	58,00	749,56	0,10	0,05	1,30	974,43	
															10770,90	
217	Венткамера	10,00	Пт.				60,00	0,24	1,00	50,00	720,00	0,00	0,05	1,20	864,00	2114,92
			Н.С.	3	6,00	4,50	27,00	0,27	1,00	50,00	361,80	0,08	0,05	1,28	463,10	
			Н.С.	С	10,05	4,50	45,23	0,27	1,00	50,00	606,02	0,10	0,05	1,30	787,82	
															2114,92	
218	Помещ. для отдыха	22,00	Пт.				40,15	0,24	1,00	62,00	597,43	0,00	0,00	1,15	687,05	687,05
															687,05	
219	Методическая	18,00	Пт.				28,36	0,24	1,00	58,00	394,77	0,00	0,05	1,20	473,73	1798,37
			Н.С.	С	6,00	3,60	21,60	0,27	1,00	58,00	335,75	0,10	0,05	1,30	436,48	
			Н.С.	3	4,75	3,60	17,10	0,27	1,00	58,00	265,80	0,08	0,05	1,28	340,23	
			Д.О.	С	2,64	1,74	4,59	1,58	1,00	58,00	421,49	0,10	0,05	1,30	547,94	
															1798,37	
220	Кладовая	15,00	Пт.				13,23	0,24	1,00	55,00	174,64	0,00	0,00	1,15	200,83	331,37
			Н.С.	3	2,00	3,60	7,20	0,27	1,00	55,00	106,13	0,08	0,00	1,23	130,54	
															331,37	
221	Большой бассейн		Н.С.	С	24,17	7,57	182,97	0,24	1,00	70,00	3035,42	0,10	0,05	1,30	3946,05	42769,97
			Н.С.	Ю	24,17	1,33	32,15	0,24	1,00	71,00	540,92	0,10	0,05	1,30	703,20	

			Д.О.	С	21,24	4,12	87,51	1,61	1,00	70,00	9880,62	0,10	0,05	1,30	12844,80	
			Н.С.	В	24,57	7,57	186,03	0,24	1,00	70,00	3086,16	0,10	0,05	1,30	4012,01	
			Д.О.	В			26,97	1,61	1,00	70,00	3045,18	0,10	0,05	1,30	3958,74	
			Н.Д.	В	1,21	2,10	2,54	1,61	1,00	70,00	286,90	0,10	2,79	4,04	1159,09	
			Пт.				754,42	0,24	1,00	70,00	12674,26	0,00	0,05	1,20	15209,11	
			В.С.		6,70	4,00	26,80	2,70	0,60	12,00	520,99	0,00	0,05	1,20	625,19	
			В.Д.		1,51	8,40	12,68	2,85	0,60	12,00	259,82	0,00	0,05	1,20	311,78	
															42769,97	
222	Тех. Помещение	18,00	Пт.				8,63	0,24	1,00	58,00	120,13	0,00	0,00	1,15	138,15	138,15
															138,15	
223	Помещ. убор. Инв.	16,00	Пт.				5,04	0,24	1,00	56,00	67,74	0,00	0,00	1,15	77,90	77,90
															77,90	
224	Тренерская	18,00	Пт.				37,27	0,24	1,00	58,00	518,80	0,00	0,00	1,15	596,62	596,62
															596,62	
225	Тренерская	18,00	Пт.				37,27	0,24	1,00	58,00	518,80	0,00	0,00	1,15	596,62	596,62
															596,62	
226	С/У для персонала	16,00	Пт.				20,52	0,24	1,00	56,00	275,79	0,00	0,00	1,15	317,16	317,16
															317,16	
227	Нач. спасат. Службы	18,00	Пт.				18,46	0,24	1,00	58,00	256,96	0,00	0,00	1,15	295,51	295,51
															295,51	
228	Медсестра	20,00	Пт.				20,96	0,24	1,00	60,00	301,82	0,00	0,00	1,15	347,10	1269,19
			Н.С.	В	6,70	3,60	24,12	0,24	1,00	60,00	342,99	0,10	0,00	1,25	428,73	
			Д.О.	В	1,32	2,06	2,72	1,61	1,00	60,00	263,16	0,10	0,00	1,25	328,96	
			В.С.		3,32	4,43	14,71	2,70	0,60	6,00	142,96	0,00	0,00	1,15	164,40	
															1269,19	
229	Коридор	16,00	Пт.				67,57	0,24	1,00	56,00	908,14	0,00	0,00	1,15	1044,36	2115,44
			Н.С.	В	2,60	3,60	9,36	0,24	1,00	56,00	124,23	0,10	0,00	1,25	155,28	
			Н.Д.	В	1,21	2,10	2,54	1,61	1,00	56,00	229,52	0,10	2,74	3,99	915,80	
															2115,44	
230	Буфет	16,00	Пт.				42,31	0,24	1,00	56,00	568,65	0,00	0,00	1,15	653,94	653,94
															653,94	
231	Кладовка хоз.	16,00	Пт.				7,83	0,24	1,00	56,00	105,24	0,00	0,00	1,15	121,02	121,02
							0,00								121,02	
232	Подсобная буфета	18,00	Пт.				10,22	0,24	1,00	58,00	142,26	0,00	0,00	1,15	163,60	163,60
															163,60	

233	Комната коменданта	18,00	Пт.				18,19	0,24	1,00	58,00	253,20	0,00	0,00	1,15	291,19	291,19
															291,19	
234	Кабинет инженера	18,00	Пт.				18,84	0,24	1,00	58,00	262,25	0,00	0,00	1,15	301,59	301,59
															301,59	
235	Бухгалтерия	18,00	Пт.				18,84	0,24	1,00	58,00	262,25	0,00	0,00	1,15	301,59	301,59
															301,59	
236	Кабинет директора	18,00	Пт.				38,00	0,24	1,00	58,00	528,96	0,00	0,00	1,15	608,30	2025,70
			Н.С.	Ю	5,85	3,60	21,06	0,24	1,00	58,00	289,49	0,00	0,00	1,15	332,91	
			Д.О.	Ю	2,80	3,60	10,08	1,61	1,00	58,00	943,02	0,00	0,00	1,15	1084,48	
															2025,70	
237	Приемная	18,00	Пт.				18,66	0,24	1,00	58,00	259,75	0,00	0,00	1,15	298,71	1358,95
			Н.С.	Ю	3,10	3,60	11,16	0,24	1,00	58,00	153,41	0,00	0,00	1,15	176,42	
			Д.О.	Ю	3,10	2,65	8,22	1,61	1,00	58,00	768,55	0,00	0,00	1,15	883,83	
															1358,95	
238	Главный инженер	18,00	Пт.				18,32	0,24	1,00	58,00	255,01	0,00	0,05	1,20	306,02	2148,55
			Н.С.	В	6,70	3,60	24,12	0,24	1,00	58,00	331,55	0,10	0,05	1,30	431,02	
			Н.С.	Ю	3,25	3,60	11,70	0,24	1,00	58,00	160,83	0,00	0,05	1,20	192,99	
			Д.О.	В	1,32	2,70	3,56	1,61	1,00	58,00	333,43	0,00	0,05	1,20	400,11	
			Д.О.	Ю	2,70	2,70	7,29	1,61	1,00	58,00	682,01	0,00	0,05	1,20	818,41	
															2148,55	
239	Галерея	18,00	Пт.				54,00	0,24	1,00	58,00	751,68	0,00	0,05	1,20	902,02	5336,08
			Н.С.	В	3,00	4,00	12,00	0,27	1,00	58,00	186,53	0,10	0,05	1,30	242,49	
			Н.С.	Ю	12,15	4,00	48,60	0,27	1,00	58,00	755,44	0,00	0,05	1,20	906,53	
			Д.О.	В	3,00	2,70	8,10	1,58	1,00	58,00	743,22	0,00	0,05	1,20	891,87	
			Д.О.	Ю	8,05	2,70	21,74	1,58	1,00	58,00	1994,32	0,00	0,05	1,20	2393,18	
															5336,08	
А	Лестничная клетка с лифтом	16,00	Пл. I				32,40	0,42	1,00	56,00	762,05	0,00	0,05	1,05	800,15	8516,82
			Пл. II				8,66	0,22	1,00	56,00	106,69	0,00	0,05	1,05	112,03	
			Н.С.	В	3,00	8,00	24,00	0,27	1,00	56,00	360,19	0,10	0,05	1,15	414,22	
			Н.С.	Ю	13,45	8,00	107,56	0,27	1,00	56,00	1614,26	0,00	0,05	1,05	1694,97	
			Д.О.	В	3,00	4,20	12,60	1,58	1,00	56,00	1116,26	0,10	0,05	1,15	1283,70	
			Д.О.	Ю	9,55	4,20	40,11	1,58	1,00	56,00	3553,43	0,00	0,05	1,05	3731,10	
			Пт.				34,06	0,24	1,00	56,00	457,77	0,00	0,05	1,05	480,65	
															8516,82	
Б	Лестничная клетка	16,00	Пл. I				6,00	0,42	1,00	56,00	141,12	0,00	0,00	1,00	141,12	2041,19

			Пл. II				6,00	0,22	1,00	56,00	73,92	0,00	0,00	1,00	73,92	
			Пл. III				6,00	0,11	1,00	56,00	36,96	0,00	0,00	1,00	36,96	
			Пл. IV				0,45	0,07	1,00	56,00	1,76	0,00	0,00	1,00	1,76	
			Н.С.	С	3,00	8,68	26,04	0,27	1,00	56,00	390,81	0,10	0,00	1,10	429,89	
			Н.Д.	С	1,21	2,10	2,54	1,58	1,00	56,00	225,11	0,10	2,74	3,84	864,43	
			Д.О.	С	1,17	2,15	2,52	1,58	1,00	56,00	222,85	0,10	0,00	1,10	245,14	
			Пт.				18,45	0,24	1,00	56,00	247,97	0,00	0,00	1,00	247,97	
															2041,19	
151	Спортзал при дежурном отоплении	5,00	Пл. I				157,10	0,33	1,00	45,00	2361,21	0,00	0,05	1,20	2833,46	63732,83
			Пл. II				132,80	0,19	1,00	45,00	1135,44	0,00	0,05	1,20	1362,53	
			Пл. III				168,40	0,10	1,00	45,00	757,80	0,00	0,05	1,20	909,36	
			Пл. IV				785,78	0,07	1,00	45,00	2475,21	0,00	0,05	1,20	2970,25	
			Пт				1244,08	0,24	1,00	45,00	13436,06	0,00	0,05	1,20	16123,28	
			Д.О.	Ю			37,43	1,58	1,00	45,00	2664,64	0,10	0,05	1,30	3464,03	
			Н.С.	В	6,00	10,40	62,40	0,27	1,00	45,00	752,54	0,10	0,05	1,30	978,31	
			Н.С.	Ю	27,70	10,40	288,08	0,27	1,00	45,00	3474,24	0,00	0,05	1,20	4169,09	
			Н.С.	З	45,30	10,40	471,12	0,27	1,00	45,00	5681,71	0,08	0,05	1,28	7272,59	
			Д.О.	С			18,11	1,58	1,00	45,00	1289,25	0,00	0,05	1,20	1547,10	
Д.О.	З			242,56	1,58	1,00	45,00	17267,85	0,08	0,05	1,28	22102,84				
															63732,83	
Итого на первом этаже		127452,1	Вт													
Итого на втором этаже		107683,2	Вт													
Итого по зданию		235135,3	Вт													

2.5 Расход тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха

Удаляемый вытяжной вентиляцией воздух возмещается поступлением холодного наружного воздуха в основном через не плотности оконных притворов и балконных дверей, а в панельных зданиях — еще и через стыковые соединения панелей.

Кроме естественного давления, возникающего вследствие разности плотностей теплого внутреннего и холодного наружного воздуха, проникновению холодного воздуха в помещения способствует переход у стен здания динамического давления ветра в статическое.

Для предупреждения охлаждения помещений поступающим через не плотности заполнений световых проемов и стыков панелей наружным воздухом предусматривают подачу в помещения дополнительного количества тепла, обеспечивающего подогрев инфильтрующегося воздуха до требуемой температуры помещений.

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 и ворот.

Общий процесс обмена воздухом между помещениями и с наружным воздухом, который происходит под действием естественных сил и работы искусственных побудителей движения воздуха, называют воздушным режимом здания. Воздухообмен происходит через все воздухопроницаемые элементы (притворы, стыки, вентиляционные каналы и пр.) под действием разности давления, поэтому расчет воздушного режима сводится к рассмотрению аэродинамической системы с определенным образом заданными граничными условиями.

Теплопотери $Q_{и.в.}$, Вт, на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации в помещения, определяют по формуле:

$$Q_{е.а.} = 0,28 \sum G_i c (t_a - t_i) \beta, \text{ Вт} ; \quad (2.4)$$

где β — поправочный коэффициент, учитывающий нагревание инфильтрующегося воздуха в межстекольном пространстве окон, где воздух несколько нагревается теплотой, (экономайзерный эффект) передающейся через окна наружу ($\beta = 0,8$ при раздельных и $\beta = 1,0$ при спаренных переплетах и при одинарных окнах, дверях и воротах);

c — удельная массовая теплоемкость воздуха, равная 1005 Дж/(кг*К);

t_n — расчетная температура наружного воздуха, соответствующая параметрам Б для холодного периода года по СНиП;

t_b — расчетная температура внутреннего воздуха;

G_i — количество воздуха, поступающего путем инфильтрации через площади соответственно окон и других наружных ограждений, кг/ч;

0,28 — числовой коэффициент, приводящий в соответствие принятые размерности расхода воздуха, кг/ч, и теплового потока, Вт ($0,28=1005/3600$).

При определении инфильтрации расчет воздушного режима здания может быть упрощен. Задача инженерного расчета сводится, прежде всего, к определению суммарного расхода инфильтрующегося воздуха кг/ч, через отдельные ограждающие конструкции помещения, который зависит от вида и характера неплотностей в наружных ограждениях и определяется по формуле

Количество воздуха, поступающего в 1 ч, вычисляют при известной воздухопроницаемости наружных ограждений по формулам: для заполнений световых проемов:

$$G_i = 0,21 \sum \frac{(\Delta p_1^{2/3} \cdot A_1)}{R_{e,1}} + \sum \frac{(\Delta p_2^{1/2} \cdot A_2)}{R_{e,2}} + \sum \frac{(\Delta p_3 \cdot l)}{R_{e,3}}, \quad (2.5)$$

где обозначения с индексом 1 относятся к окнам, балконным дверям и фонарям; с индексом 2 — к дверям, воротам и открытым проемам; с индексом 3 — к стыкам стеновых панелей (эта составляющая учитывается только для жилых зданий);

A — площадь ограждения, м² ;

l — длина стыков панелей, м;

R_u — сопротивление воздухопроницанию соответствующего ограждения, м²·ч·Паⁿ/кг для R_{u1} и R_{u2} или м²·ч·Па/кг для R_{u3} (показатель степени n , равный 1/2 или 2/3 характеризует различный аэродинамический режим фильтрации воздуха, соответственно ламинарный через стыки панелей, турбулентный — через двери и открытые проемы, смешанный через неплотности 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_{u1} ($0,21=1/10^{2/3}$).

В нашем случае расчет инфильтрации ведется для всех световых проемов, а так же наружных дверей. Разность давления Δp_i у наружной и внутренней, поверхностей ограждающих конструкций вычисляют в центре рассматриваемого элемента (окна, двери, стены, ворот, фонаря).

Фактические значение сопротивления воздухопроницанию наружных ограждений R_u определяются по действующим СНиП II-3-79** или по данным организации-изготовителя. В данном случае для остекления и наружных дверей $R_{u1} = 1$ м²·ч·Па/кг, так как установленные окна и наружные двери сделаны из ПВХ профилей и двухкамерных стеклопакетов и являются почти герметичными. Для внутренних дверей разделяющие помещения, температура в которых отличается более чем на 4°C $R_{u1} = 1$ м²·ч·Па/кг.

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

При вычислении разности давления Δp_i для жилых и общественных зданий с естественной вытяжной вентиляцией используют формулу:

$$\Delta p_i = (H - h_i) g (\rho_i - \rho_a) + 0,5 \rho_i v_i^2 (\tilde{n}_i - \tilde{n}_c) K - p_0, \text{ Па}; \quad (2.6)$$

где H — высота здания от поверхности земли до верха карниза или вытяжных отверстий шахт (фонаря), м;

h_i — расстояние от поверхности земли до верха окон, дверей и проемов или до середины стыков панелей, м;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения;

$\rho_i - \rho_a$ — плотность, соответственно, наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3 , определяемая по специальным таблицам или в зависимости от температуры воздуха по формуле $= 353 / (273 + t)$;

v_i — расчетная скорость ветра, м/с. Принимают по таблице 1 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»;

K — коэффициент, учитывающий изменение скоростного давления ветра по высоте здания, принимаемый при помощи интерполирования по СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;

— аэродинамические коэффициенты, соответственно, наветренной и заветренной сторонах здания, по приложению 6 СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» или определяют экспериментально (для зданий прямоугольной формы $c_n = +0,8$, $c_z = -0,6$);

p_0 — условное давление в помещении, Па, от уровня которого отсчитаны первое и второе слагаемые формулы (2.6).

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.

$$p_0 = 0,5 H g (\rho_i - \rho_a) + 0,25 \rho_i v_i^2 (\tilde{n}_i - \tilde{n}_c) K, \text{ Па}. \quad (2.7)$$

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.

Рассмотрим пример расчета потерь тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха для помещения 116 (зал индивидуальной силовой подготовки):

1. Потери учитываются только через световые проемы. Считаем по вышеуказанной методике условное давление в помещениях и расчетную разность давлений:

$$p_0 = 0,5Hg(\rho_i - \rho_a) + 0,25\rho_i v_i^2 (\tilde{n}_i - \tilde{n}_c) K, \text{ Па};$$

$$p_0 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 12,44 \cdot (1,52 - 1,23) + 0,25 \cdot 1,52 \cdot 5,7^2 (0,8 - (-0,6)) 0,7 = 29,63 \text{ Па};$$

$$\Delta p_i = g(H - h)(\rho_i - \rho_a) + 0,5\rho_i v_i^2 (\tilde{n}_i - \tilde{n}_c) K - p_0, \text{ Па};$$

$$\Delta p_i = 9,81(12,44 - 3,06)(1,52 - 1,23) + 0,5 \cdot 1,52 \cdot 5,7^2 (0,8 - (-0,6)) 0,7 - 29,63 = 20,94 \text{ Па}.$$

2. Находим количество воздуха, поступающего за один час по формуле (2.5):

$$G_i = 0,21 \sum \frac{(\Delta p_i^{2/3} \cdot A_i)}{R_{e,1}} = 0,21 \cdot \frac{(20,94^{2/3} \cdot 1,32 \cdot 1,76)}{1} = 3,84 \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Теплотери $Q_{\text{и.в.}}$, Вт, на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации в помещения, определяют по формуле (2.4):

$$Q_{\text{е.а.}} = 0,28 \sum G_i c (t_a - t_i) \beta = 0,28 \cdot 3,84 \cdot 1 \cdot (15 - (-40)) \cdot 0,7 = 41,4 \text{ кВт}.$$

4. Так как в рассматриваемом помещении находится три оконных блока то полные потери тепла через оконные блоки находим следующим образом :

$$Q_{\text{е.о.}}^{116} = Q_{\text{е.а.}}^{116} \cdot 3 = 41,4 \cdot 3 = 124,2 \text{ кВт}.$$

Для остальных помещений рассчитываем тепловые потери через ограждающие конструкции по изложенной методике, результаты заносим в таблицу 2 «Расчет теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха».

Таблица 2. Расчет теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха

№ помещения	Ограждение	Ориентация	тв-тн, с	Qн.в., Вт	B	F0 м2	Gi, кг/ч*м2	Rи, Па *м2*ч/кг	dpі, Па	p0	H, м	h, м	p(н), кг/м3	p(в), кг/м3	v2, м/с	Cв-Сн	Ки	Итого, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 этаж																		
101	В.Д.	-	6,00	1,22	0,70	7,25	1,04	1,00	0,44	0,52	4,12	2,40	1,23	1,20	0,09	1,40	0,24	1,22
102	Д.О.	Ю	54,00	111,26	0,70	7,57	10,51	1,00	16,15	28,95	12,44	4,58	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	177,27
	Н. Д.	Ю	54,00	66,01	0,70	3,62	6,24	1,00	22,23	28,95	12,44	2,40	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	
103	Д.О.	Ю	54,00	100,64	0,70	6,85	9,51	1,00	16,15	28,95	12,44	4,58	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	166,65
	Н. Д.	Ю	54,00	66,01	0,70	3,62	6,24	1,00	22,23	28,95	12,44	2,40	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	
104	Д.О.	Ю	58,00	220,30	0,70	13,79	19,38	1,00	16,43	29,98	12,44	4,58	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	220,51
	В.О.	-	4,00	0,20	0,70	2,25	0,26	1,00	0,29	0,35	4,12	2,50	1,23	1,21	0,09	1,40	0,25	
105	Д.О.	Ю	58,00	113,46	0,70	7,11	9,98	1,00	16,42	29,97	12,44	4,58	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	113,46
107	В.Д.	-	9,00	38,08	1,00	1,82	15,11	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	87,11
	В.Д.	-	9,00	49,03	1,00	2,34	19,45	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	
108	В.Д.	-	9,00	38,08	1,00	1,82	15,11	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	67,80
	В.Д.	-	9,00	29,71	1,00	1,42	11,79	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	
110	В.Д.	-	9,00	38,08	1,00	1,82	15,11	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	87,11
	В.Д.	-	9,00	49,03	1,00	2,34	19,45	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	
112	В.Д.	-	9,00	38,08	1,00	1,82	15,11	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	87,11
	В.Д.	-	9,00	49,03	1,00	2,34	19,45	0,02	0,59	0,66	3,60	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	
113	Д.О.	С	56,00	41,76	0,70	2,32	3,80	1,00	20,65	29,46	12,44	3,06	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	63,15
	В.Д.	-	6,00	21,40	1,00	1,82	12,74	0,02	0,42	0,47	3,60	2,00	1,25	1,22	0,09	1,40	0,20	
114	Н.Д.	С	54,00	94,09	0,70	5,04	8,89	1,00	23,07	28,94	12,44	2,10	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	94,09
115	Д.О.	С	55,00	81,67	0,70	4,65	7,58	1,00	20,51	29,20	12,44	3,06	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	81,67
116	Д.О.	С	55,00	124,21	0,70	6,97	11,52	1,00	20,94	29,63	12,44	3,06	1,52	1,23	32,49	1,40	0,70	124,21
119	Д.О.	С	58,00	87,22	0,70	4,65	7,67	1,00	20,91	29,97	12,44	3,06	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	87,22
120	Н.Д.	С	54,00	47,44	0,70	2,54	4,48	1,00	23,07	28,94	12,44	2,10	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	47,44
122	Д.О.	С	60,00	45,49	0,70	2,32	3,87	1,00	21,16	30,48	12,44	3,06	1,52	1,20	32,49	1,35	0,70	57,04
	В.Д.	-	4,00	11,56	1,00	1,82	10,32	0,02	0,28	0,30	3,60	2,00	1,22	1,20	0,09	1,40	0,20	
123	Д.О.	С	56,00	41,76	0,70	2,32	3,80	1,00	20,65	29,46	12,44	3,06	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	41,76
133	В.Д.	-	6,00	23,75	1,00	2,02	14,14	0,02	0,42	0,47	3,60	2,00	1,25	1,22	0,09	1,40	0,20	23,75
134	Н.Д.	В	54,00	47,44	0,70	2,54	4,48	1,00	23,07	28,94	12,44	2,10	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	47,44

135	Н.Д.	В	54,00	47,44	0,70	2,54	4,48	1,00	23,07	28,94	12,44	2,10	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	60,53
	В.Д.	-	4,00	13,09	1,00	2,02	11,69	0,02	0,29	0,31	3,60	2,00	1,25	1,23	0,09	1,40	0,20	
147	В.Д.	-	9,00	43,74	1,00	1,82	17,36	0,02	0,78	0,75	4,12	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	43,74
148	В.Д.	-	9,00	43,74	1,00	1,82	17,36	0,02	0,78	0,75	4,12	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	43,74
149	Д.О.	В	70,00	272,54	0,70	12,38	19,86	1,00	20,03	32,90	12,44	3,75	1,52	1,17	32,49	1,35	0,70	909,18
	Д.О.	Ю	70,00	301,14	0,70	13,68	21,95	1,00	20,03	32,90	12,44	3,75	1,52	1,17	32,49	1,35	0,70	
	В.Д.	-	15,00	185,24	1,00	3,62	44,11	0,02	1,28	1,24	4,12	2,00	1,23	1,17	0,09	1,40	0,20	
	В.Д.	-	14,00	83,87	1,00	1,82	21,39	0,02	1,19	1,15	4,12	2,00	1,22	1,17	0,09	1,40	0,20	
	В.Д.		12,00	66,40	1,00	1,82	19,76	0,02	1,02	0,98	4,12	2,00	1,21	1,17	0,09	1,40	0,20	
150	Д.О.	В	58,00	77,01	0,70	4,40	6,77	1,00	18,86	29,97	12,44	3,75	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	288,59
	Д.О.	Ю	58,00	211,58	0,70	12,08	18,61	1,00	18,86	29,97	12,44	3,75	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	
151	Д.О.	Ю	55,00	269,45	0,70	19,32	25,00	1,00	14,53	29,20	12,44	5,17	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	2618,53
	Д.О.	Ю	55,00	89,50	0,70	18,11	8,30	1,00	3,09	29,20	12,44	9,20	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	
	Д.О.	З	55,00	2170,07	0,70	242,56	201,31	1,00	7,49	29,20	12,44	7,65	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	
	Д.О.	С	55,00	89,50	0,70	18,11	8,30	1,00	3,09	29,20	12,44	9,20	1,52	1,23	32,49	1,35	0,70	
2 этаж																		
201	Д.О.	Ю	60,00	225,47	0,70	26,24	19,17	1,00	6,19	30,48	12,44	7,98	1,52	1,20	32,49	1,35	0,70	225,47
207	В.Д.	-	9,00	53,34	1,00	1,82	21,17	0,02	1,17	0,94	5,18	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	53,34
208	В.Д.	-	9,00	53,34	1,00	1,82	21,17	0,02	1,17	0,94	5,18	2,00	1,22	1,18	0,09	1,40	0,20	53,34
216	Д.О.	С	58,00	77,05	0,70	13,78	6,78	1,00	3,43	29,97	12,44	8,96	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	77,05
219	Д.О.	С	58,00	21,98	0,70	4,59	1,93	1,00	2,72	29,97	12,44	9,20	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	21,98
221	Д.О.	С	70,00	339,58	0,70	87,51	24,75	1,00	-1,50	32,90	12,44	10,02	1,52	1,17	32,49	1,35	0,70	1151,70
	Д.О.	В	70,00	224,72	0,70	12,88	16,38	1,00	14,16	32,90	12,44	5,46	1,52	1,17	32,49	1,35	0,70	
	Д.О.	В	70,00	17,15	0,70	12,07	1,25	1,00	0,34	32,90	12,44	9,49	1,52	1,17	32,49	1,35	0,70	
	Н.Д.	В	70,00	54,97	0,70	2,54	4,01	1,00	19,51	32,90	12,44	3,90	1,52	1,17	32,49	1,35	0,70	
	В.Д.	-	12,00	515,28	1,00	12,68	153,36	0,02	1,26	1,14	4,43	2,00	1,22	1,17	0,09	1,40	0,20	
228	Д.О.	В	60,00	25,84	0,70	2,72	2,20	1,00	7,19	30,48	12,44	7,65	1,52	1,20	32,49	1,35	0,70	25,84
229	Н.Д.	В	56,00	29,74	0,70	2,54	2,71	1,00	10,88	29,46	12,44	6,45	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	29,74
236	Д.О.	Ю	58,00	93,59	0,70	10,08	8,23	1,00	7,31	29,97	12,44	7,65	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	93,59
237	Д.О.	Ю	58,00	76,27	0,70	8,22	6,71	1,00	7,31	29,97	12,44	7,65	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	76,27
238	Д.О.	В	58,00	33,09	0,70	3,56	2,91	1,00	7,31	29,97	12,44	7,65	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	100,77
	Д.О.	Ю	58,00	67,68	0,70	7,29	5,95	1,00	7,31	29,97	12,44	7,65	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	
239	Д.О.	В	58,00	75,20	0,70	8,10	6,62	1,00	7,31	29,97	12,44	7,65	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	277,00
	Д.О.	Ю	58,00	201,79	0,70	21,74	17,75	1,00	7,31	29,97	12,44	7,65	1,52	1,21	32,49	1,35	0,70	
А	Д.О.	В	56,00	75,58	0,70	4,50	6,89	1,00	18,66	29,46	12,44	3,75	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	641,31
	Д.О.	В	56,00	73,39	0,70	8,10	6,69	1,00	7,43	29,46	12,44	7,65	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	

	Д.О.	Ю	56,00	240,59	0,70	14,33	21,92	1,00	18,66	29,46	12,44	3,75	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	
	Д.О.	Ю	56,00	251,75	0,70	27,79	22,94	1,00	7,43	29,46	12,44	7,65	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	
В	Н.Д.	С	56,00	49,68	0,70	2,54	4,53	1,00	23,41	29,46	12,44	2,10	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	81,48
	Д.О.	С	57,00	31,80	0,70	2,52	2,85	1,00	11,89	29,46	12,44	6,10	1,52	1,22	32,49	1,35	0,70	
151 при 5*С	Д.О.	Ю	45,00	215,81	0,70	19,32	24,47	1,00	14,07	26,51	12,44	5,17	1,52	1,27	32,49	1,35	0,70	2273,33
	Д.О.	Ю	45,00	92,51	0,70	18,11	10,49	1,00	4,38	26,51	12,44	9,20	1,52	1,27	32,49	1,35	0,70	
	Д.О.	З	45,00	1872,49	0,70	242,56	212,30	1,00	8,11	26,51	12,44	7,65	1,52	1,27	32,49	1,35	0,70	
	Д.О.	С	45,00	92,51	0,70	18,11	10,49	1,00	4,38	26,51	12,44	9,20	1,52	1,27	32,49	1,35	0,70	
													Итого по первому этажу			5640,30	Вт	
													Итого по второму этажу			2908,90	Вт	
													Итого по зданию			8549,20	Вт	

2.6 Расчет тепlopоступлений в здание.

Кроме тепlopотерь 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 тепlopоступления 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 тепlopотери 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 СНиП учет дополнительных тепlopоступлений в помещениях учитывается только от искусственного освещения и людей, в зависимости от выполняемой работы. Остальные тепловыделения, при естественном освещении, а так же от оборудования учитываются при проектировании системы вентиляции.

Тепlopоступления от пребывающих в помещении людей по [6] равны:

$$Q_{\text{г}} = n \cdot q, \text{ Вт};$$

где n – количество постоянно пребывающих людей;

q – явно выделенное людьми тепло, Вт/чел.

Для помещения 216 (зал подготовительных занятий) тепlopоступления от людей равны:

$$Q_{\text{г}} = 10 \cdot 206 = 2060 \text{ Вт}.$$

Тепlopоступления от искусственного освещения по [13], [14] равны:

$$Q_{\text{и н а}} = F \cdot q, \text{ Вт};$$

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.

Для помещения 101 (вестибюль):

$$Q_{\text{и н а}} = 202,11 \cdot 5,89 = 933,75 \text{ Вт}.$$

Для остальных помещений рассчитываем тепlopоступления от людей и искусственного освещения по изложенной методике. Результаты заносим в таблицу 3 «Расчет тепlopоступлений».

После расчета основных тепlopотерь здания через наружные ограждения и инфильтрацию создаем таблицу 4 «Тепловой баланс здания», где складываем тепlopотери и вычитаем тепlopоступления, получая реальный баланс отапливаемых помещений.

Таблица 3. Расчет тепlopоступлений.

Выделение теплоты людьми										
№ помещения	Количество людей, п	Температура в помещении, t C	Тепловыделение одним человеком, q, Вт	Qполное, Вт		№ помещения	Количество людей, п	Температура в помещении, t C	Тепловыделение одним человеком, q, Вт	Qполное, Вт
Первый этаж						Второй этаж				
101	10	20	150	1500		201	14	20	120	1680
104	2	18	130	260		202	40	16	145	5800
105	1	18	130	130		203	2	18	207	414
106	2	16	206	412		204	2	16	207	414
107	3	25	145	435		205	1	16	158	158
108	3	25	145	435		206	1	1	158	158
110	3	25	145	435		207	8	25	145	1160
112	3	25	145	435		208	8	25	145	1160
116	1	15	290	290		214	1	18	152	152
119	1	18	152	152		215	1	18	152	152
122	1	20	205	205		216	10	18	206	2060
123	2	16	209	418		217	0	16	209	0
125	1	18	152	152		218	13	22	115	1495
126	1	18	152	152		219	2	18	152	304

127	1	18	152	152		224	1	18	152	152
130	0	16	209	0		225	1	18	152	152
138	1	18	152	152		226	2	16	158	316
139	2	16	209	418		227	1	18	152	152
140	2	18	207	414		228	1	20	150	150
141	2	18	207	414		230	10	16	158	1580
142	2	16	158	316		233	1	18	152	152
145	1	16	206	206		234	1	18	152	152
147	3	25	145	435		235	3	18	152	456
148	3	25	145	435		236	1	18	152	152
150	3	18	152	456		237	1	18	152	152
151	200	15	145	29000		238	1	18	152	152
151	64	15	290	18560		239	3	18	152	456
Итого попервому этажу, Вт				56369		Итого по второму этажу, Вт				19281
						Итого по зданию, Вт				75650

Поступление от искусственного освещения										
№ помещения	Площадь, м.кв.	Высота помещения, м	ω, Вт/м.кв.	Q _{солн} ,Вт		№ помещения	Площадь, м.кв.	Высота помещения, м	ω, Вт/м.кв.	Q _{солн} ,Вт
Первый этаж										
101	202,1	3,8	16,5	933,7		127	23,9	3,3	25	167,3
102	9,17	3,8	26	66,76		128	53,12	3,3	18,6	276,649
103	8,57	3,8	26	62,39		129	14,1	3,3	35	138,18
104	11,55	3,8	26	84,08		130	43,74	3,3	22	269,4384
105	7,48	3,8	26	54,45		131	28,98	3,3	25	202,86
106	31,13	3,8	32	278,9		132	30,16	3,3	22	185,7856
107	53,12	3,3	18,6	276,6		133	74,05	3,3	18,6	385,6524
108	45,47	3,3	22	280,1		134	2,82	3,8	46	36,3216
109	8,09	3,3	35	79,28		135	3,12	3,8	46	40,1856
110	45,47	3,3	22	280,1		136	7,93	3,8	46	102,1384
111	8,09	3,3	35	79,28		137	17,82	3,8	38	189,6048
112	53,12	3,3	18,6	276,6		138	16,98	3,8	46	218,7024
113	193,6	3,3	15,5	840,1		139	26,35	3,8	32	236,096
114	17,93	3,8	38	190,8		140	9,4	3,8	46	121,072
115	38,59	3,8	27	291,7		141	12	3,8	46	154,56
116	86,38	3,8	20	483,7		142	11,55	3,8	46	148,764
117	13,95	3,8	46	179,7		143	4,83	3,8	46	62,2104
118	60	3,3	18,6	312,5		144	4,74	3,8	46	61,0512
119	24,68	3,3	25	172,8		145	63,74	3,8	24	428,3328
120	5,35	3,3	35	52,43		146	25,48	3,8	32	228,3008
121	6,09	3,3	35	59,68		147	40,16	3,8	27	303,6096
122	15,9	3,3	29	129,1		148	40,25	3,8	27	304,29
123	12,2	3,3	35	119,6		149	128,68	3,8	20	720,608
124	71,22	3,3	18,6	370,9		150	48,35	3,8	27	365,526
125	25,62	3,3	25	179,3		151	1244,08	9,2	14	4876,794
126	23,78	3,3	25	166,5		Итого по первому этажу, Вт				16525,23

Второй этаж										
201	281,3	4,2	15,5	1221		222	8,63	4,2	46	111,1544
202	87,73	4,2	0	0		223	5,04	4,2	46	64,9152
203	10,76	4,2	35	105,4		224	37,27	4,2	27	281,7612
204	8,98	4,2	35	88		225	37,27	4,2	27	281,7612
205	6,16	4,2	35	60,37		226	20,52	4,2	38	218,3328
206	6,16	4,2	35	60,37		227	18,46	4,2	38	196,4144
207	108,3	4,7	20	606,5		228	20,96	4,2	38	223,0144
208	108,8	4,7	20	609,5		229	67,57	4,2	24	454,0704
209	116,9	4,7	20	654,8		230	42,31	4,2	27	319,8636
210	17,37	4,7	0	0		231	7,83	4,2	46	100,8504
211	16,53	4,7	0	0		232	10,22	4,2	46	131,6336
212	6,5	4,7	0	0		233	18,19	4,2	38	193,5416
213	21,18	4,7	0	0		234	18,84	4,2	38	200,4576
214	13,33	4,7	46	171,7		235	18,84	4,2	38	200,4576
215	20,23	4,7	38	215,2		236	38	4,2	27	287,28
216	168,9	5,4	16,5	780,2		237	18,66	4,2	38	198,5424
217	60	4,5	24	403,2		238	19,32	4,2	38	205,5648
218	40,15	4,5	27	303,5		239	54	4,2	24	362,88
219	28,36	3,6	32	254,1		A	34,06	8,34	27	257,4936
220	13,23	3,6	46	170,4		B	18,45	8,68	38	196,308
221	754,4	7	14	2957		Итого по второму этажу, Вт				13147,88
						Итого по зданию, Вт				29673,11

Таблица 4. Тепловой баланс здания

№ помещения	Теплопоступления				Тепл. потери теплопередачей, Вт	Тепл. потери инфильтрацией, Вт	Тепл. потери помещением, Вт
	От людей, Вт	От освещения, Вт	От смежных комнат, Вт	Итого, Вт			
Первый этаж							
101,00	1500,00	933,75	0,00	2433,75	1314,70	1,22	-1117,83
102,00	0,00	66,76	128,69	195,44	1601,94	177,27	1583,77
103,00	0,00	62,39	128,69	191,08	1518,38	166,65	1493,96
104,00	260,00	84,08	0,00	344,08	1814,81	220,51	1691,23
105,00	130,00	54,45	0,00	184,45	972,05	113,46	901,05
106,00	412,00	54,45	1154,74	1621,19	121,99	0,00	-1499,20
107,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1460,39	87,11	1547,50
108,00	0,00	0,00	0,00	0,00	803,67	67,80	871,47
109,00	0,00	79,28	287,63	366,91	31,71	0,00	-335,20
110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	774,12	87,11	861,23
111,00	0,00	79,28	287,63	366,91	31,71	0,00	-335,20
112,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1460,39	87,11	1547,50
113,00	0,00	840,14	923,44	1763,58	1540,07	63,15	-160,36
114,00	0,00	190,78	0,00	190,78	1649,16	94,09	1552,47
115,00	0,00	291,74	0,00	291,74	1854,67	81,67	1644,60
116,00	290,00	483,73	0,00	773,73	2441,17	124,21	1791,66
117,00	0,00	179,68	0,00	179,68	88,23	0,00	-91,44
118,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1851,96	0,00	1851,96
119,00	152,00	172,76	0,00	324,76	1308,50	87,22	1070,96
120,00	0,00	52,43	125,10	177,53	598,06	47,44	467,97

121,00	0,00	59,68	125,10	184,78	77,04	0,00	-107,74
122,00	205,00	129,11	0,00	334,11	1052,24	57,04	775,18
123,00	418,00	119,56	125,10	662,66	702,12	41,76	81,22
124,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2123,01	0,00	2123,01
125,00	152,00	179,34	0,00	331,34	104,02	0,00	-227,32
126,00	152,00	166,46	0,00	318,46	96,55	0,00	-221,91
127,00	152,00	167,30	0,00	319,30	97,03	0,00	-222,27
128,00	0,00	0,00	0,00	0,00	185,92	0,00	185,92
129,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,25	0,00	57,25
130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	171,46	0,00	171,46
131,00	0,00	0,00	0,00	0,00	113,60	0,00	113,60
132,00	0,00	0,00	0,00	0,00	616,66	0,00	616,66
133,00	0,00	385,65	0,00	385,65	120,14	23,75	-241,76
134,00	0,00	36,32	0,00	36,32	423,95	47,44	435,07
135,00	0,00	40,19	0,00	40,19	518,75	60,53	539,09
136,00	0,00	102,14	112,66	214,80	214,90	0,00	0,10
137,00	0,00	189,60	1097,23	1286,83	202,64	0,00	-1084,19
138,00	152,00	218,70	23,04	393,74	68,82	0,00	-324,93
139,00	418,00	236,10	478,20	1132,29	103,29	0,00	-1029,00
140,00	414,00	121,07	236,02	771,09	38,16	0,00	-732,93
141,00	414,00	154,56	0,00	568,56	48,72	0,00	-519,84
142,00	316,00	148,76	0,00	464,76	45,28	0,00	-419,49
143,00	0,00	62,21	0,00	62,21	17,58	0,00	-44,63
144,00	0,00	61,05	0,00	61,05	17,25	0,00	-43,80
145,00	206,00	428,33	0,00	634,33	282,37	0,00	-351,96
146,00	0,00	228,30	472,60	700,90	123,68	0,00	-577,22
147,00	0,00	303,61	0,00	303,61	924,91	43,74	665,04
148,00	0,00	304,29	0,00	304,29	988,52	43,74	727,97
149,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13106,67	909,18	14015,85
150,00	456,00	365,53	418,42	1239,95	3676,18	288,59	2724,81
151,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63732,83	2273,33	66006,16
				Итого по первом уэтажу, Вт			98427,50
Второй этаж							
201,00	1680,00	1220,93	595,97	3496,90	8796,80	225,47	5525,37
202,00	0,00	0,00	776,20	776,20	1355,95	0,00	579,75
203,00	414,00	105,45	0,00	519,45	172,25	0,00	-347,20
204,00	414,00	88,00	0,00	502,00	138,79	0,00	-363,21
205,00	158,00	60,37	0,00	218,37	98,61	0,00	-119,76
206,00	158,00	60,37	0,00	218,37	98,61	0,00	-119,76
207,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3464,38	53,34	3517,72
208,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2993,83	53,34	3047,17
209,00	0,00	654,75	1265,28	1920,03	1807,12	0,00	-112,92
210,00	0,00	0,00	475,19	475,19	268,47	0,00	-206,72
211,00	0,00	0,00	502,60	502,60	255,49	0,00	-247,11
212,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,29	0,00	93,29
213,00	0,00	0,00	0,00	0,00	321,51	0,00	321,51
214,00	152,00	171,69	0,00	323,69	213,39	0,00	-110,30
215,00	152,00	215,25	0,00	367,25	323,84	0,00	-43,41
216,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10770,90	77,05	10847,96
217,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2114,92	0,00	2114,92
218,00	1495,00	303,53	0,00	1798,53	687,05	0,00	-1111,49
219,00	304,00	254,11	0,00	558,11	1798,37	21,98	1262,24

220,00	0,00	0,00	0,00	0,00	331,37	0,00	331,37
221,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42769,97	1151,70	43921,67
222,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,15	0,00	138,15
223,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,90	0,00	77,90
224,00	152,00	281,76	0,00	433,76	596,62	0,00	162,86
225,00	152,00	281,76	0,00	433,76	596,62	0,00	162,86
226,00	316,00	0,00	0,00	316,00	317,16	0,00	1,16
227,00	152,00	196,41	0,00	348,41	295,51	0,00	-52,91
228,00	150,00	223,01	0,00	373,01	1269,19	25,84	922,01
229,00	0,00	454,07	0,00	454,07	2115,44	29,74	1691,11
230,00	0,00	0,00	0,00	0,00	653,94	0,00	653,94
231,00	0,00	0,00	0,00	0,00	121,02	0,00	121,02
232,00	0,00	131,63	0,00	131,63	163,60	0,00	31,97
233,00	152,00	193,54	0,00	345,54	291,19	0,00	-54,36
234,00	152,00	200,46	0,00	352,46	301,59	0,00	-50,87
235,00	456,00	200,46	0,00	656,46	301,59	0,00	-354,87
236,00	152,00	287,28	0,00	439,28	2025,70	93,59	1680,00
237,00	152,00	198,54	0,00	350,54	1358,95	76,27	1084,68
238,00	152,00	205,56	0,00	357,56	2148,55	100,77	1891,76
239,00	456,00	362,88	0,00	818,88	5336,08	277,00	4794,19
A	0,00	257,49	0,00	257,49	8516,82	641,31	8900,64
B	0,00	196,31	0,00	196,31	2041,19	81,48	1926,36
Итого по второму этажу, Вт						92508,71	
Итого по зданию, Вт						190936,21	

В результате составления теплового баланса для каждого помещения было установлено, что за счет внутренних тепловыделений сокращается общая отопительная нагрузка как по этажам, так и по зданию в целом.

3. Расчет системы отопления.

В соответствии со СНиП, в зависимости от назначения помещения требуется выбрать ту или иную конструкцию системы отопления. Так как в данном проекте рассматривается спортивно-оздоровительный комплекс, то возникает вопрос правильного выбора системы отопления для каждого рода помещений. Например, для универсального игрового зала, нормативной литературой рекомендуется совмещение водяного и воздушного отопления, причем водяное отопление рекомендуется осуществлять напольными радиаторами, так как они исключают возможного прямого соприкосновения с телом. В залах ванн бассейнов так же рекомендуется применение напольных радиаторов, но часто по конструктивным соображениям это невозможно осуществить. Так же СНиП предусматривается подогрев дорожек вокруг плавательных бассейнов и в раздевальнях при них. В остальных вспомогательных и административных помещениях спортивных комплексов зачастую проектируют горизонтальную двухтрубную систему отопления с секционными отопительными приборами.

Из всего вышесказанного следует отметить, что правильно выбранная конструкция системы отопления значительно сказывается на обеспечении микроклимата и условиях комфорта в помещении.

3.1 Определение типа и размеров отопительных приборов

При выборе вида отопительных приборов следует прежде всего учитывать давление в системе, качество теплоносителя (например, стальные панельные радиаторы могут применяться только в системах водяного отопления с химически подготовленной деаэрированной водой), а также состав воздушной среды помещений (стальные приборы без защитного покрытия нельзя применять при наличии в воздухе помещений веществ, агрессивных по отношению к металлу).

Принимают также во внимание назначение и архитектурно-технологическую планировку здания, особенности теплового режима помещений, места и длительность пребывания на них людей.

При повышенных санитарно-гигиенических, а также противопожарных и противовзрывных требованиях выбирают приборы с гладкой поверхностью - радиаторы панельные бетонные или стальные и гладкотрубные приборы (при обосновании).

При длительном пребывании людей в обычных условиях применяют приборы конвективно-радиационного и конвективного вида (не более двух видов приборов для всего здания или сооружения). В производственных зданиях чаще используют приборы, обеспечивающие повышенную тепловую плотность по длине (радиаторы секционные, несколько ребристых труб друг над другом); в административно-бытовых зданиях - конвекторы без кожуха; в

гражданских радиаторы и конвекторы с кожухом. В помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, предпочтение отдается приборам с высокими технико-экономическими показателями.

Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещений. Наиболее равномерно помещения нагревают напольные и потолочные отопительные панели. Вертикальные приборы размещают прежде всего под световыми проемами, причем желательно чтобы под окнами длина приборов составляла не менее 50% длины светового проема.

При размещении приборов под окнами вертикальные оси оконного проема и прибора совмещают (допустимо отклонение не более 50 мм). В жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, административно-бытовых зданиях приборы могут быть смещены от оси проемов.

Отопительные приборы (при невозможности размещения их под окнами или у наружных стен) могут быть установлены у внутренних стен. Для ориентировки при размещении приборов используются данные о номинальном тепловом потоке и длине приборов.

Вертикальные отопительные приборы следует размещать по возможности ближе к полу помещений (минимальное расстояние от низа прибора до поверхности пола 60 мм).

В лестничных клетках многоэтажных зданий (до 12 этажей) с наружными входами отопительные приборы располагают в нижней их части рядом со входными дверями, применяя высокие конвекторы. В малоэтажных зданиях используют отопительные приборы того же типа, который принят для отопления основных помещений. Эти приборы размещают на первом этаже при входе (а также в подвальной части лестничной клетки, если она имеется); отдельные приборы могут быть перенесены на промежуточную лестничную площадку между первым и вторым этажами.

Установка отопительных приборов во входных тамбурах с наружными дверями недопустима; приборы могут быть помещены во внутренних тамбурах (при тройных входных дверях с двумя тамбурами между ними).

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

Нагревательные приборы и трубопроводы в спортивных залах и бассейнах не должны, как правило, выступать из плоскости стен на высоту до 2 м от пола. Кроме того, во всех помещениях для пребывания людей с обнаженным телом размещение нагревательных приборов и трубопроводов отопления должно исключать возможность получения ожогов. В помещениях с влажным и мокрым режимами ниши в наружных стенах для размещения нагревательных приборов не устраиваются. В случаях когда элементы систем

выступают из плоскости стен или вынужденно устанавливаются на высоте до 2 м от пола, они закрываются щитами или иными средствами, исключающими ожоги и другие возможные травмы занимающихся, при этом конструкция защитных устройств выполняется так, чтобы не снижать функциональные качества отопительно-вентиляционных систем.

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

Тепловой поток вертикальных приборов зависит от расположения мест подачи и отвода из них теплоносителя воды. Теплопередача возрастает при подаче теплоносителя воды в верхнюю часть и отводе воды из нижней части прибора (направление движения сверху - вниз) и понижается при направлении движения снизу-вверх. При установке отопительных приборов в несколько ярусов по высоте (радиаторов, конвекторов, гладких труб или ребристых труб) рекомендуется обеспечивать последовательное движение теплоносителя сверху-вниз (из верхнего яруса в нижние).

Устанавливают отопительные приборы на кронштейнах, болтах или металлических подставках.

В рассматриваемом здании во всех помещениях мы будем применять секционные алюминиевые радиаторы, предприятия 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:

$$G_{\text{вод}} = \frac{Q_{\text{потери}} \beta_1 \beta_2}{c(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})}, \text{ Вт ;} \quad (3.1)$$

где: $Q_{\text{потери}}$ - рассчитанные теплотери;

β_1 – коэффициент учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, выбираем по [1, табл. 9.4];

β_2 - коэффициент учитывающий место и тип установленного прибора, выбираем по [1, табл 9.5];

c – удельная массовая теплоемкость воды равная 4187 Дж/кг·К;

$t_{\text{вх}}$ – температура воды на входе в прибор 95 °С;

$t_{\text{вых}}$ - температура воды на выходе из прибора 70 °С.

Температурный напор определяемый по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{вн}}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (3.2)$$

$t_{\text{вн}}$ - расчетная температура внутри помещения °С (графа 3).

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

$$Q_{i.\delta.} = \frac{Q_{i\bar{i}\delta\hat{\alpha}\delta\hat{e}} \cdot 0,95}{\varphi_{\hat{e}}}, \hat{A}\delta; \quad (3.3)$$

где $\varphi_{\hat{e}}$ — комплексный коэффициент приведения установленного теплового потока прибора к расчетным условиям, определяется по формуле:

$$\varphi_{\hat{e}} = \left(\frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{i\delta}}{360} \right)^p b\psi c, \quad (3.4)$$

где n , p , c — коэффициенты зависящие от направления движения теплоносителя, его расхода в приборе и типа отопительного прибора, выбираем по [1, табл. 9.2];

b — коэффициент учета атмосферного давления, выбираем по [1, табл. 9.1];

ψ — коэффициент учета направления движения теплоносителя в приборе, принимаем по [1, табл. 9.11].

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 104 (помещение охраны общественного порядка):

Зная тепловой баланс помещения, расход воды на прибор определяем по формуле (3.1):

$$G_{i\delta} = \frac{Q_{i\bar{i}} \beta_1 \beta_2}{c(t_{\hat{\alpha}\delta} - t_{\hat{\alpha}\hat{u}\delta})} = 0,86 \cdot \frac{1691,23 \cdot 1,04 \cdot 1,1}{(95 - 70)} = 66,54 \hat{e}\hat{a} / \div;$$

Температурный напор определяемый по формуле (3.2):

$$\Delta t = \frac{t_{\hat{\alpha}\delta} + t_{\hat{\alpha}\hat{u}\delta}}{2} - t_{\hat{a}\hat{i}} = \frac{95 + 70}{2} - 16 = 64,5^0 \hat{N};$$

Определяем номинальный тепловой поток по формуле (3.3):

$$Q_{i.\dot{o}.} = \frac{1691,23 \cdot 0,95}{0,82} = 1963,74 \text{ Вт};$$

где

$$\varphi_e = \left(\frac{62,5}{70} \right)^{1+0,3} \left(\frac{66,54}{360} \right)^0 \cdot 0,91 \cdot 1 = 0,82.$$

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

$$N = \frac{Q_{i.\dot{o}.}}{Q_{i.\acute{o}.}} = \frac{1963,74}{190} = 10,33 \text{ секции}.$$

Ориентировочное число секций 11.

Вычисляем коэффициент учета числа секций в приборе β_3 по формуле:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N \cdot Q_{i.\acute{o}.}} = 0,97 + \frac{34}{11 \cdot 190} = 0,99.$$

Находим минимальное число секций с учетом β_4 [1, табл. 9.12]:

$$N = \frac{Q_{i.\dot{o}.} \cdot \beta_4}{Q_{i.\acute{o}.} \cdot \beta_3} = \frac{1963,74 \cdot 1,05}{190 \cdot 0,99} = 10,99 \text{ секции}.$$

Так как, полученное число не целое, при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора и принимаем 11 секций для одного устанавливаемого алюминиевого радиатора MIX R 500 в помещении 104.

Для остальных помещений производим аналогичный расчет, полученные результаты сводим в таблицу 5 «Определение типоразмеров отопительных приборов NOVA FLORIDA 100/500».

Таблица 5. Определение типоразмеров отопительных приборов NOVA FLORIDA 100/500 (190 Вт)

№ помещения	Qпотерь Вт	G пр кг/ч	tcp,C'	$t_{\text{внутр.}} \text{ Расч. } C'$	$\Delta t_{cp}, C'$	фк	Qн.т.,Вт	N	β_3	Nмин	N принимаем	примечание
Первый этаж												
101	-1117,83	-43,98	82,5	20	62,5	0,79	-1352,20	-7,1	0,94	-7,91	0	
104	1691,23	66,54	82,5	18	64,5	0,82	1963,74	10,3	0,99	10,99	11	у внутр. стены
105	901,05	35,45	82,5	18	64,5	0,82	1046,24	5,5	1,00	5,77	6	у внутр. стены
106	-1499,20	-58,99	82,5	16	66,5	0,85	-1673,02	-8,8	0,95	-9,74	0	
107	1547,50	60,89	82,5	25	57,5	0,70	2086,27	11,0	0,99	11,69	12	у внутр. стены
108	871,47	34,29	82,5	25	57,5	0,70	1174,88	6,2	1,00	6,50	7	у внутр. стены
109	-335,20	-13,19	82,5	16	66,5	0,85	-374,06	-2,0	0,88	-2,35	0	
110	861,23	33,88	82,5	25	57,5	0,70	1161,07	6,1	1,00	6,42	7	у внутр. стены
111	-335,20	-13,19	82,5	16	66,5	0,85	-374,06	-2,0	0,88	-2,35	0	
112	1547,50	60,89	82,5	25	57,5	0,70	2086,27	11,0	0,99	11,69	12	у внутр. стены
113	-160,36	-5,97	82,5	16	66,5	0,85	-178,95	-0,9	0,78	-1,27	4	4 у окна
115	1644,60	64,71	82,5	15	67,5	0,87	1800,01	9,5	0,99	10,06	10	по 5 у окон
116	1791,66	70,49	82,5	15	67,5	0,87	1960,96	10,3	0,99	10,98	12	по 4 у окон
117	-91,44	-3,60	82,5	15	67,5	0,87	-100,08	-0,5	0,63	-0,88	0	
118	1851,96	72,86	82,5	15	67,5	0,87	2026,96	10,7	0,99	11,35	12	у наружн. стены
119	1070,96	42,14	82,5	18	64,5	0,82	1243,53	6,5	1,00	6,89	7	у окна
122	775,18	30,50	82,5	20	62,5	0,79	937,71	4,9	1,01	5,15	6	6 у окна
123	81,22	3,20	82,5	16	66,5	0,85	90,63	0,5	1,35	0,37	3	3 у окна
124	2123,01	83,53	82,5	15	67,5	0,87	2323,63	12,2	0,98	13,04	13	у наружн. стены
125	-227,32	-8,94	82,5	18	64,5	0,82	-263,95	-1,4	0,84	-1,73	0	
126	-221,91	-8,73	82,5	18	64,5	0,82	-257,67	-1,4	0,84	-1,70	0	
127	-222,27	-8,74	82,5	18	64,5	0,82	-258,08	-1,4	0,84	-1,70	0	
128	185,92	7,31	82,5	15	67,5	0,87	203,49	1,1	1,14	0,99	0	
129	57,25	2,25	82,5	18	64,5	0,82	66,47	0,3	1,48	0,25	0	
130	171,46	6,75	82,5	16	66,5	0,85	191,34	1,0	1,15	0,92	0	
131	113,60	4,47	82,5	16	66,5	0,85	126,77	0,7	1,24	0,57	0	

132	616,66	22,94	82,5	15	67,5	0,87	674,94	3,6	1,02	3,66	4	у наружн.стены
136	0,10	0,00	82,5	10	72,5	0,95	0,10	0,0	342,54	0,00	3	3 у нар стены
137	-1084,19	-42,66	82,5	15	67,5	0,87	-1186,65	-6,2	0,94	-6,97	0	
138	-324,93	-12,78	82,5	18	64,5	0,82	-377,28	-2,0	0,88	-2,37	0	
139	-1029,00	-40,49	82,5	16	66,5	0,85	-1148,31	-6,0	0,94	-6,75	0	
140	-732,93	-28,84	82,5	18	64,5	0,82	-851,03	-4,5	0,93	-5,06	0	
141	-519,84	-20,45	82,5	18	64,5	0,82	-603,60	-3,2	0,91	-3,65	0	
142	-419,49	-16,50	82,5	16	66,5	0,85	-468,12	-2,5	0,90	-2,88	0	
143	-44,63	-1,76	82,5	12	70,5	0,92	-46,16	-0,2	0,23	-1,09	0	
144	-43,80	-1,72	82,5	12	70,5	0,92	-45,30	-0,2	0,22	-1,14	0	
145	-351,96	-13,85	82,5	16	66,5	0,85	-392,77	-2,1	0,88	-2,46	0	
147	665,04	24,74	82,5	25	57,5	0,70	896,57	4,7	1,01	Теплый пол	0	
148	727,97	27,08	82,5	25	57,5	0,70	981,42	5,2	1,00		0	
149	14015,85	551,45	82,5	30	52,5	0,63	21267,77	111,9	0,97	120,97	121	у окон
150	2724,81	107,21	82,5	18	64,5	0,82	3163,87	16,7	0,98	17,83	18	у окна

Второй этаж

201	5525,37	217,4	82,5	20	62,5	0,78534	6 683,850	35,178	0,98	37,881	38	у окон
202	579,75	21,6	82,5	16	66,5	0,8513	646,972	3,405	1,02	3,497	4	у внутр. стены
203	-347,20	-13,7	82,5	18	64,5	0,81817	- 403,148	- 2,122	0,89	- 2,516	0	
204	-363,21	-14,3	82,5	16	66,5	0,8513	- 405,320	- 2,133	0,89	- 2,528	0	
205	-119,76	-4,7	82,5	16	66,5	0,8513	- 133,644	- 0,703	0,72	- 1,032	0	
206	-119,76	-4,7	82,5	16	66,5	0,8513	- 133,644	- 0,703	0,72	- 1,032	0	
207	3517,72	138,4	82,5	25	57,5	0,70466	4 742,455	24,960	0,98	26,821	27	у внутр. стены
208	3047,17	119,9	82,5	25	57,5	0,70466	4 108,069	21,621	0,98	23,207	24	у внутр. стены
209	-112,92	-4,2	82,5	16	66,5	0,8513	- 126,008	- 0,663	0,70	- 0,995	4	у внутр. стены
210	-206,72	-7,7	82,5	16	66,5	0,8513	- 230,691	- 1,214	0,82	- 1,550	0	
211	-247,11	-9,2	82,5	15	67,5	0,86798	- 270,464	- 1,423	0,84	- 1,770	0	
212	93,29	3,5	82,5	12	70,5	0,91846	96,492	0,508	1,32	0,403	0	
213	321,51	12,0	82,5	15	67,5	0,86798	351,895	1,852	1,07	1,823	0	
214	-110,30	-4,1	82,5	18	64,5	0,81817	- 128,077	- 0,674	0,70	- 1,005	0	
215	-43,41	-1,7	82,5	18	64,5	0,81817	- 50,399	- 0,265	0,30	- 0,943	0	
216	10847,96	403,5	82,5	18	64,5	0,81817	12 595,921	66,294	0,97	71,563	72	у окон
217	2114,92	78,7	82,5	15	67,5	0,86798	2 314,778	12,183	0,98	12,991	13	у наружн.стены
218	-1111,49	-43,7	82,5	22	60,5	0,75283	- 1 402,595	- 7,382	0,95	- 8,196	0	

219	1262,24	47,0	82,5	18	64,5	0,81817	1 465,631	7,714	0,99	8,155	9	у окон
220	331,37	12,3	82,5	15	67,5	0,86798	362,682	1,909	1,06	1,884	3	у наружн.стены
221(I)	43921,67	1633,8	82,5	25	57,5	0,70466	59 213,442	311,650	0,97	337,153	337	у окон
222	138,15	5,1	82,5	18	64,5	0,81817	160,409	0,844	1,18	0,750	3	у внутр. стены
223	77,90	2,9	82,5	16	66,5	0,8513	86,930	0,458	1,36	0,353	0	
224	162,86	6,1	82,5	18	64,5	0,81817	189,099	0,995	1,15	0,909	3	у внутр. стены
225	162,86	6,1	82,5	18	64,5	0,81817	189,099	0,995	1,15	0,909	3	у внутр. стены
226	1,16	0,0	82,5	16	66,5	0,8513	1,291	0,007	27,30	0,000	0	
227	-52,91	-2,0	82,5	18	64,5	0,81817	- 61,432	- 0,323	0,42	- 0,815	0	
228	922,01	34,3	82,5	20	62,5	0,78534	1 115,325	5,870	1,00	6,161	7	у окон
230	653,94	24,3	82,5	16	66,5	0,8513	729,763	3,841	1,02	3,967	4	у внутр. стены
231	121,02	4,5	82,5	16	66,5	0,8513	135,052	0,711	1,22	0,611	0	
232	31,97	1,2	82,5	18	64,5	0,81817	37,119	0,195	1,89	0,109	0	
233	-54,36	-2,0	82,5	18	64,5	0,81817	- 63,115	- 0,332	0,43	- 0,809	0	
234	-50,87	-1,9	82,5	18	64,5	0,81817	- 59,063	- 0,311	0,39	- 0,828	0	
235	-354,87	-13,2	82,5	18	64,5	0,81817	- 412,048	- 2,169	0,89	- 2,566	0	
236	1680,00	62,5	82,5	18	64,5	0,81817	1 950,706	10,267	0,99	10,917	11	у окна
237	1084,68	40,3	82,5	18	64,5	0,81817	1 259,460	6,629	1,00	6,981	7	у окна
238	1891,76	70,4	82,5	18	64,5	0,81817	2 196,585	11,561	0,99	12,318	13	у окон
239	4794,19	178,3	82,5	18	64,5	0,81817	5 566,697	29,298	0,98	31,516	32	у окон
A	8900,64	331,1	82,5	16	66,5	0,8513	9 932,595	52,277	0,97	56,389	56	
B	1926,36	71,7	82,5	16	66,5	0,8513	2 149,710	11,314	0,986	12,051	12	

3.1.1 Определение количества напольных радиаторов Mini Canal

По техническому заданию для универсального игрового зала необходимо спроектировать систему отопления с применением напольных радиаторов Mini Canal. Данная система должна обеспечить температуру внутреннего воздуха в спортивном зале на уровне $+5^{\circ}\text{C}$. Подогрев внутреннего воздуха в спортивном зале до 15°C предусмотрено воздушно-отопительными агрегатами, работающие с полной рециркуляцией.

Mini Canal – это отопительный прибор, встраиваемый в пол. Благодаря этой особенности установки, видимой остается только решетка, которая может быть выполнена из различных материалов (дерево, нержавеющая сталь, алюминий) и цветов (более 39). Это позволяет подобрать идеальный отопительный прибор для любого интерьера. Небольшая глубина (от 9 см) Mini Canal дает широкие возможности для его использования. Установка Mini Canal перед большими окнами является прекрасной защитой от потоков холодного воздуха.

Общие характеристики прибора:

- полностью адаптирован для использования в российских системах центрального отопления;
- рабочее давление 16 атм;
- опрессовочное давление 25 атм;
- максимальная температура теплоносителя 110°C .

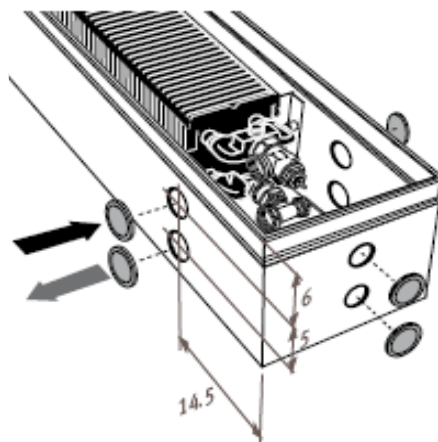


Рис.3.1 Соединительная части прибора Mini Canal

Так как в современной литературе нет методики расчета напольных радиаторов Mini Canal, то тепловые нагрузки приборов принимаются по каталогу производителя. Тепловые нагрузки представлены в рабочем состоянии прибора установленного в пол. Учитывая, что в игровом зале расстояние между колоннами 6м. принимает к установке приборы длиной

$L=2500\text{мм}$, шириной $l=420\text{мм}$ монтируемые в пол на глубине $h=190\text{мм}$. По данным каталога тепловая нагрузка такого отопительного прибора равна 2710 Вт.

Теплопотери игрового зала при $t_{\text{вн}}=5^{\circ}\text{C}$, по таблице 1, равны 660010 Вт. Количество отопительных приборов равно:

$$n = \frac{Q_{\text{потерь}}}{q} = \frac{660010}{2710} = 24,35 \approx 25;$$

где $Q_{\text{потерь}}$ - теплопотери игрового зала при $t_{\text{вн}}=5^{\circ}\text{C}$, Вт, по таблице 1;

$q=2710$ – теплоотдача одного прибора в рабочих условиях, Вт.

К установке принимает 26 приборов.

3.1.2 Определение количества воздушно -отопительных агрегатов

В универсальном игровом зале необходимо запроектировать воздушное отопление, работающее параллельно с основным (дежурным в нашем случае) напольными радиаторами Mini Canal. Функция воздушного отопления состоит в поддержании температуры в помещении на уровне определенном СНиП ($+15^{\circ}\text{C}$) для игровых залов. Зачастую воздушное отопление совмещают с общеобменной вентиляцией. Согласно СНиП 41-01-2003 в универсальных игровых залах а так же в залах плавательных бассейнов не рекомендуется совмещать общую систему приточно-вытяжной вентиляции с системой воздушного отопления. Поэтому, в нашем случае система воздушного отопления будет самостоятельно работать с полной рециркуляцией внутреннего воздуха. Количество тепла, необходимое для поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне $+15^{\circ}\text{C}$ равно:

$$Q = L \rho c \Delta t, \text{ Вт};$$

где: L - количество нагреваемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

ρ – плотность воздуха, принимаем $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$;

c – теплоемкость воздуха, $1005 \text{ Дж}/\text{кг}\cdot\text{K}$;

Δt – разность температур холодного ($+5$) и нагретого ($+15$) воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Объем нагреваемого воздуха принимаем равному объему помещения игрового зала, т.е. $L=F \cdot h=1244,08 \cdot 10,40=12938,43 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Следовательно, количество тепла равно:

$$Q = 12938,43 \cdot 1,2 \cdot 1005 \cdot (15 - 5) / 3600 = 43,34 \text{ кВт}.$$

Принимаем к установке отопительно-вентиляционные аппараты Volcano, которые предназначены для нагрева воздуха с помощью водяного

теплоносителя и равномерного его распределения в помещении с помощью вентилятора и направляющих жалюзи.

Оборудование Volcano предназначено для работы на внутреннем воздухе помещения и является интегральным элементом современных отопительных систем на объектах средних и больших объемов.

Для обеспечения требуемой подвижности и температуры воздуха принимаем к установке 4 отопительно - вентиляционных аппарата Volcano VR 1 со следующим техническими характеристиками:

- Характеристика теплоносителя: 95/70 °С;
- Температура воздух на входе: +5 °С;
- Температура воздуха на выходе из аппарата: +27,4 °С;
- Номинальная мощность нагревателя: 23,8 кВт;
- Расход воды 1,0 м³/ч;
- Гидравлические сопротивления: 4 кПа;
- Расход воздуха: 3000 м³/ч;
- Максимальное падение давления воздуха: 21 Па;
- Уровень шума 41 дБ(А)*;
- Диапазон регулирования мощности нагревателя: 7-25 кВт;
- Диапазон установки термостата: 5-30 °С;

Аппараты Volcano VR 1 устанавливаются на высоте 6 м от уровня пола. В нашем случае отопительно – вентиляционные аппараты будут установлены на высоте 6,2 м от уровня пола на наружных стенах Западной (2), Северной(1) и Южной(1) ориентации.

3.1.3 Расчет теплого пола

Техническим заданием на проектирование отопления, а так же СНиП предусматривается проектирование подогреваемых дорожек в залах плавательных бассейнов, а так же теплый пол в раздевальнях при залах плавательных бассейнов. Теплый пол обеспечивает равномерное нагревание воздуха, а так же создает чувство комфорта микроклимата в помещении.

Практика показывает, что устройство теплых полов "на глазок" обходится заказчику в 1,5-2,3 раза дороже, чем грамотно спроектированная и налаженная система. Для возможности выполнения системы напольного отопления необходимо, чтобы помещение имело резерв по высоте для размещения "пирога" теплого пола. Минимально требуемая высота конструкции теплого пола составляет 85мм (без учета покрытия пола).

Существует несколько способов раскладки петель теплого пола по помещению. Наиболее предпочтительным вариантом является укладка "улиткой". По сравнению с раскладкой "змейкой" первый вариант дает 10-15% экономии в количестве трубы и значительно выигрывает по гидравлическим характеристикам из-за малого количества "калачей".

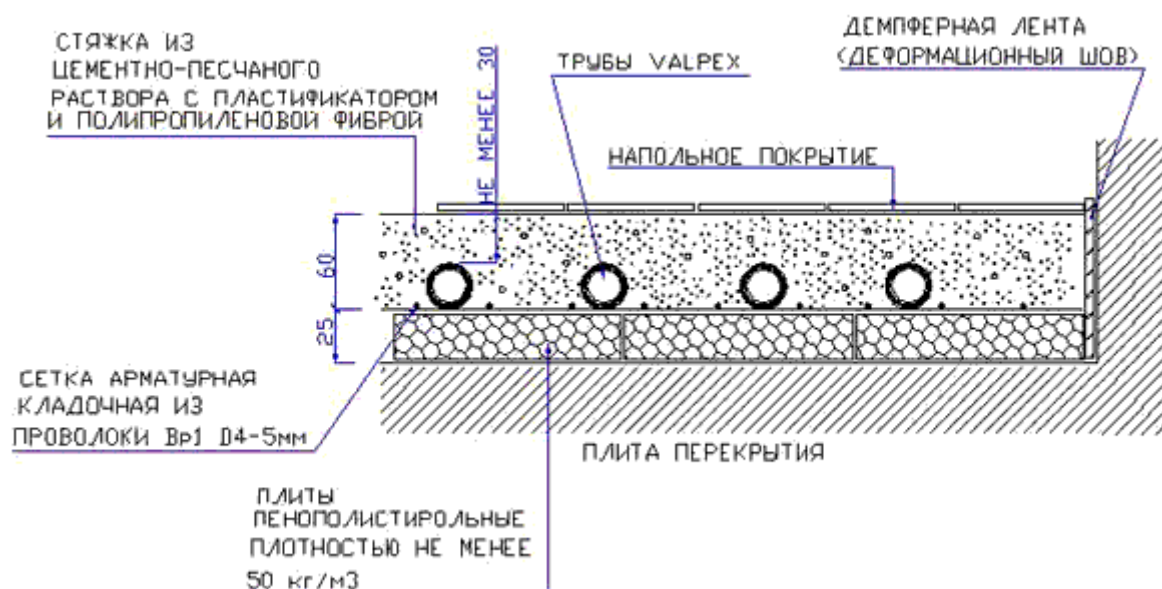


Рис. 3.2 Разрез проложенных труб теплого пола

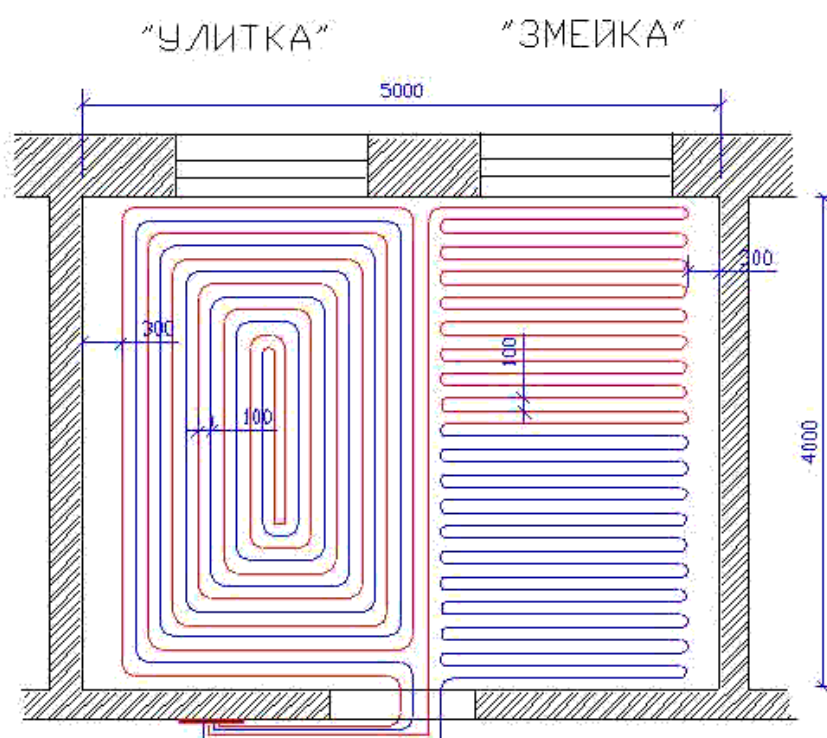


Рис. 3.3 Способы прокладки петель теплого пола

На практике применяются следующие способы подключения систем теплых полов:

- непосредственно от теплогенератора (котла) через смесительно-регулирующий узел;
- от системы радиаторного отопления через теплообменник с созданием собственного контура;

- от контура горячего водоснабжения через термостатический узел;
- от обратного трубопровода системы радиаторного отопления через термостатический узел (данный способ пока не утвержден российскими строительными нормами).

Конструирование систем водяных теплых полов не представляет особой трудности, если помнить некоторые основные правила:

1. для равномерной теплоотдачи трубы теплого пола следует укладывать параллельно друг другу;
2. наращивать петли допускается только с применением пресс-фитингов (при этом сопротивление фитингов включается в гидравлический расчет);
3. после укладки труб следует выполнить исполнительную схему, где указать точную привязку осей труб. Это необходимо, чтобы при дальнейших работах не повредить трубу. Для крепления строительных конструкций к полу, в стяжке нужно устанавливать пробки, дюбели или закладные детали;
4. деформационные швы следует устраивать в следующих местах:
 - вдоль стен и перегородок;
 - при размере пола свыше 40м^2 ;
 - при длине пола свыше 8м;
 - в местах входящих углов.
5. к одному коллектору надо стараться присоединять петли примерно равной длины.

В нашем случае запроектируем систему напольного отопления соединенное непосредственно от узла управления через смесительно-регулирующий узел. Так как в залах плавательных бассейнов по СНиП предусматривается отопление радиаторами NOVO FLORIDA, то нагрузку на теплые полы допускается принимать равной суммарным теплопотерям пола. В раздевальнях бассейна аналогично. Для помещений плавательных бассейнов где отсутствуют теплопотери через пол, нагрузку на теплый пол условно допускается принимать равной эквивалентной нагрузке не утепленного пола на грунте. По опытным данным норвежских проектных организаций для данного вида помещений нагрузку на теплый пол так же допускается принимать в размере 5 % от суммарных теплопотерь помещения при условии удаления тепла от теплого пола системой вытяжной вентиляции.

По СНиП для данного вида помещений температура поверхности пола не должна превышать $+31\text{ }^{\circ}\text{C}$, по оси замоноличенного трубопровода – $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Предполагаем, что распределение температур равномерно по поверхности и равна $+31\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для напольного отопления предусмотрены трубы Wirsbo-PEX (VALPEX) из модифицированного полиэтилена высокой прочности. Применяются данные трубы в основном из-за их малой линейной температурной деформации.

Для расчетных условий падение температуры воды в петле напольного отопления равно 5 °С. Из данных условий, а так же с учетом термического сопротивления поверхности пола определяем максимальную среднюю температуру воды в петлях. Длина петли выбирается из условий гидравлического сопротивления. Гидравлические сопротивления одной петли не должны превышать 20 кПа.

Произведем расчет для помещения 149 (детский плавательный бассейн):
Тепловая нагрузка пола равна:

$$q = \frac{Q_{\text{п}}}{F_{\text{п}}} = \frac{2340}{128,68} = 18,2 \text{ Вт/м}^2;$$

где $Q_{\text{п}}$ - теплопотери через утепленный пол, Вт;

$F_{\text{п}}$ - площадь пола, включающая площадь под бассейном, м².

По диаграмме для данной тепловой нагрузке квадратного метра пола соответствует необходимо применить трубы внешним диаметром 20 мм, шаг прокладки 300 мм.

Падение температуры в напольной плитке при толщине плитки $\delta=0,01$ м и теплопроводности плитки $\lambda=1,5$ 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:

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

Так как покрытие пола в каждом помещении одинаково, то 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:

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

на выходе из петли:

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

Полученные значения так же справедливы для всех помещений.

Суммарный расход воды для помещений 149 равен:

$$G = \frac{Q_{\text{п}} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{2340 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,112 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Предусматриваем 2 петли по 0,056 л/сек.

Суммарный расход воды для помещений 147 (раздевальня при детском бассейне) равен:

$$G = \frac{Q_{\text{от}} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{182 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,001 \text{ л/сек.}$$

Предусматриваем одну петлю.

Для помещения 148 (раздевальня при детском бассейне) так же предусматривает одну петлю с расходом 0,001 л/сек.

Для зала большого бассейна принимаем тепловую нагрузку на теплый пол в размере 5% от суммарных теплопотерь помещения, т.е. $0,05 \cdot 43920 = 2196$ Вт.

Расход воды на зал равен:

$$G = \frac{Q_{\text{от}} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{2196 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,1 \text{ л/сек.}$$

Из-за большой площади зала большого бассейна необходимо предусмотреть 4 петли расходом 0,025 л/сек каждая. Длины петель приведены в сводной таблице гидравлического расчета системы обогрева пола.

Соединение петель при подающем и обратном потоке предусмотрено через коллектора. Один коллектор для зала большого бассейна и один для зала детского бассейна и раздевален при нем.

3.1.4 Подбор воздушно - отопительных завес

При проектировании системы отопления зданий в тамбурах не предусматривается водяное отопление, а следовательно и прокладка труб по причине возможного их примерзания. В данном проекте воздушные завесы будут установлены в помещениях (тамбурах) 102, 103, так как в этих тамбурах двери открываются более чем на 40 минут в смену.

Расчет воздушных завес будем вести по [26].

Площадь дверей в помещении 102 $F = 1,51 \times 2,4 = 3,626 \text{ м}^2$. Расчетная температура наружного воздуха -40°C . Плотность воздуха $1,5 \text{ кг/м}^3$. Температура воздуха в помещении $+14^\circ\text{C}$, плотность воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$. Проходят более 100 человек в час.

Для завес смесительного типа при одном тамбуре коэффициент расхода равен $\mu_{\text{вх}} = 0,65$.

$$h = 0,5 \cdot (h_{\text{лк}} + 2 \cdot h_{\text{эт}} - h_{\text{де}}), \text{ м};$$

где $h_{\text{лк}}$ — высота лестничной клетки, м;

$h_{\text{эт}}$ — высота этажа, м;

$h_{\text{дв}}$ – высота проема двери, м.

Тогда h равен:

$$h = 0.5 \cdot (8 + 2 \cdot 4 - 2.4) = 6.8 \text{ м.}$$

Расчетная разность давлений равна:

$$\Delta p = h \cdot (\gamma_n - \gamma_e) = 11.24 \cdot (1.5 - 1.2) = 3.37 \text{ кг/м}^3;$$

где h – расстояние от среднего уровня двери до коника здания, равное 11,24 м.

γ_n и γ_e – плотность воздуха снаружи и внутри, кг/м³.

Значение поправочного коэффициента K для завес смесительного типа равен 0,03.

Задаемся температурой воздуха за завесой 40 °С и рассчитываем расход воздуха:

$$G_z = \frac{16000 \cdot K \cdot \mu_{\text{ex}} \cdot F_{\text{ex}} \cdot (t_e - t_n) \cdot \sqrt{\Delta p \cdot \gamma_n}}{t_z - t_e} = \frac{16000 \cdot 0,03 \cdot 0,65 \cdot 3,625 \cdot (14 + 40) \cdot \sqrt{3,37 \cdot 1,5}}{40 - 14} = 528 \text{ кг/ч.}$$

Количество тепла необходимое для нагрева воздуха равно:

$$Q = 0.24 \cdot G_z \cdot (t_z - t_o) = 0.24 \cdot 528 \cdot (40 - 14) = 3.82 \text{ кВт.}$$

По полученным результатам выбирает воздушно-отопительную завесу Friso Thermozone AD 200 E серии AD210C05 со следующими техническими характеристиками:

- Максимальная мощность: 4,5 кВт;
- Расход воздуха: до 900 м³/час;
- Уровень шума: 41 дБ(А);
- Поддержание температуры внутреннего воздуха: 11-15 °С;
- Напряжение: 230В;
- Длина: 1020 мм;
- Вес: 13 кг.

Как уже было отмечено в помещениях 102 и 103 воздушные завесы предназначены одинаковой мощности.

3.2 Размещение теплопроводов в здании

Для пропуска теплоносителя используют металлические и неметаллические трубы. Из металлических труб широко применяют стальные шовные (сварные) и редко бесшовные трубы. Стоимость бесшовных труб выше, чем сварных, но они надежнее в эксплуатации, и их рекомендуют прокладывать в

местах, не доступных для ремонта. Начинают внедряться гибкие трубы из мягкой стали с защитной пластмассовой оболочкой. Кроме стальных иногда применяют медные трубы, отличающиеся долговечностью, но они менее прочны и дороже стальных. Свинцовые трубы встречаются в системах отопления, смонтированных в дореволюционное время.

В системах водяного отопления используют неоцинкованные (черные) водогазопроводные трубы $D_y = 10 - 50$ мм трех типов: легкие, обыкновенные и усиленные (в зависимости от толщины стенок). Усиленные толстостенные трубы применяют редко — в уникальных долговременных сооружениях при скрытой прокладке. Легкие тонкостенные трубы предназначены под сварку или накатку резьбы для их соединения при открытой прокладке. Обыкновенные трубы используют при скрытой прокладке.

Легкие, обыкновенные и усиленные трубы одного и того же условного диаметра (например, $D_y 20$) имеют различную площадь поперечного сечения отверстия — «канала» для протекания теплоносителя, при равном расходе теплоноситель будет двигаться в них с разной скоростью. Таблицы для гидравлического расчета труб составлены для обыкновенных труб; при использовании их для легких труб действительное сопротивление движению воды окажется уменьшенным приблизительно на 10%, что следует учитывать при гидравлическом расчете систем отопления.

Стальные трубы, применяемые в системах водяного отопления, выдерживают, как правило, большее гидравлическое давление (не менее 1 МПа, или 10 кгс/см²), чем оборудование, приборы и арматура. Поэтому предельно допустимое гидростатическое давление в системе устанавливают по рабочему давлению не для труб, а для другого менее прочного элемента (например, для приборов).

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

Трубопроводы системы отопления и теплоснабжения выполнить из труб по ГОСТ 3262-75 и ГОСТ 10704-91.

3.3 Прокладка труб

Прокладка труб в помещениях может быть открытой и скрытой. В основном применяют открытую прокладку как более простую и дешевую. В этом случае поверхность труб используют как нагревательную и принимают в расчет при определении площади отопительных приборов. При расчете отопительных приборов СНиП допускается не учитывать теплоту от открыто проложенных труб при их диаметре менее 25 мм включительно.

По технологическим, гигиеническим или архитектурно-планировочным требованиям прокладка труб может быть скрытой: магистрали переносят в технические помещения, стояки и подводки к отопительным приборам

размещают в специально предусмотренных шахтах - бороздах (штрабах) в строительных конструкциях или встраивают в них (в местах расположения разборных соединений и арматуры устраивают лючки). Встроенная (как правило, в заводских условиях) подводка или стояк играет роль бетонного отопительного прибора с одиночным греющим элементом и односторонней (в наружной стене) или двусторонней (во внутренней стене, в полу или перекрытии) теплоотдачей.

Монтаж труб осуществляют в «коробке» строящегося здания при температуре наружного воздуха, близкой к 5°С в весенне-осенний период. В зимний период при временном обогревании помещений для удобства отделочных и монтажных работ в строящемся здании поддерживают временными средствами температуру также около 5° С. В рассчитанной системе отопления предусмотрена открытая прокладка труб. В игровых залах и залах бассейнов трубопровод изолирован материалом Энергофлекс.

3.4 Регулирование теплоотдачи отопительных приборов

В системах водяного отопления применяется качественное и количественное регулирование: качественное центральное (на тепловой станции), групповое (в центральном тепловом пункте) и местное (в тепловом пункте здания); количественное (кроме указанных мест) индивидуальное у каждого отопительного прибора.

При местном регулировании повышению тепловой устойчивости системы способствует сокращение количества циркулирующей воды по мере понижения температуры воды, подаваемой в систему. Тепловая устойчивость системы водяного отопления здания обеспечивается при проведении автоматического пофасадного качественно-количественного регулирования: качественного - по изменению температуры наружного воздуха и скорости ветра, качественного и количественного по отклонению температуры воздуха в характерных помещениях.

Регулирующих кранов не устанавливают у приборов при входе в лестничные клетки, близ ворот, загрузочных проемов, люков и других мест, опасных в отношении замерзания воды в трубах и приборах. Возможна установка общего регулирующего крана на трубе, подающей воду к группе отопительных приборов, расположенных в одном помещении.

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

3.5 Компенсация удлинения труб

Компенсацию удлинения труб предусматривают в горизонтальных ветвях однетрубных и двутрубных систем путем изгиба подводов (добавления

уток) с тем, чтобы напряжение на изгиб в отводах труб не превышало 80 МПа (800 кгс/см²); в ветвях между каждыми пятью-шестью приборами вставляют П-образные компенсаторы.

В зданиях, имеющих более семи этажей, таких изгибов труб недостаточно, и для компенсации удлинения средней части стояков применяют либо специальные П-образные компенсаторы, либо дополнительные изгибы труб со смещением отопительных приборов от оси стояка. В этих случаях трубы между компенсаторами в отдельных точках закрепляют, устанавливают неподвижные опоры.

В местах пересечения междуэтажных перекрытий трубы заключают в гильзы для обеспечения свободного их перемещения.

В рассматриваемом проекте компенсация температурных удлинений труб осуществляется за счет естественных изгибов (при огибании трубопроводом колон) трубопровода.

3.6 Арматура

Арматура предназначена для количественного регулирования и полного отключения отдельных стояков, если возникает необходимость в проведении ремонтных и других работ во время отопительного сезона.

В многоэтажных зданиях на стояках систем отопления устанавливают проходные (пробочные) краны и вентили. Проходные краны используют при низкотемпературной воде и ограниченном гидростатическом давлении. При давлении, превышающем 0,6 МПа (6 кгс/см²) в нижней части стояков, проходные краны заменяют более дорогими, но более прочными и надежными в работе вентилями. Вентили ставят на стояках, так же как и на подводках к приборам, при высокотемпературной воде. Следует отдавать предпочтение вентилям с наклонным шпинделем (косым вентилям), как менее шумным и имеющим меньшее гидравлическое сопротивление по сравнению с прямыми вентилями.

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

4. Гидравлический расчет.

4.1 Расчет гидравлических сопротивлений системы отопления.

Задачей гидравлического расчета теплопроводов систем отопления является определение сечений теплопроводов, расчет гидравлических и местных сопротивлений системы для выбора дополнительного оборудования, в нашем случае подбор насоса для данной системы. Гидравлический расчет теплопроводов будем производить способом удельных потерь давления. Способ расчета теплопроводов по удельным потерям заключается в раздельном определении потерь давления на трение и в местных сопротивлениях для каждого участка теплопровода.

1) Вычерчиваем в аксонометрической проекции пространственную схему отопительных приборов.

2) На аксонометрической схеме выбираются максимально различные кольца по нагрузке отопительных приборов. В данном проекте, для более полного представления о гидравлических потерях ветвей системы, гидравлический расчет будет произведен для всех ветвей и в отдельности для ветвей коллекторов теплых полов.

3) Циркуляционные кольца разбиваются на расчетные участки. Расчетным участком системы является часть трубопровода, в пределах которой расход, температура теплоносителя и диаметр трубопровода остаются неизменными. Нумеруем участки и обозначаем на них тепловые нагрузки, т.е., то количество тепла которое теплоноситель, идущий по участку, должен отдать или уже отдал в нагревательные приборы системы, длину участка и диаметр труб.

4) Рассматриваем и рассчитываем отопительные участки, ранее нанесенные на схему. По пространственному расположению и последовательности участков, рассматриваем расходы и скорости теплоносителя на заранее заданных диаметрах.

5) Потери давления на участке определяем по формуле:

$$\Delta p = \left(\frac{\lambda}{d_a} l + \sum \zeta \right) \frac{w^2}{2} \rho = Rl + Z, \text{ Па};$$

Где λ – коэффициент гидравлического трения, определяющий в долях динамического давления линейную потерю давления на длине трубопровода, равной его внутреннему диаметру;

d_a – внутренний диаметр трубопровода, м;

l – длина участка сети, м;

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

w – скорость жидкости в трубопроводе, м/с;

ρ – плотность жидкости, кг/м³

R – потеря давления в следствие трения о стенки трубы, Па/м;

$$R = \frac{\lambda}{d_a} \frac{w^2}{2} \rho;$$

Z – падение давления при преодолении местных сопротивлений, Па;

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

На основании двух последних составлены таблицы и номограммы для гидравлического расчета теплопроводов

Далее по принятому диаметру участка и по расходу теплоносителя на участке смотрим соответствующие скорость и потери давления на трение на 1м, Па. [1, П II, табл. II.1.]. По рекомендациям [1] R_{cp} принимаем 65 Па/м. На участках, где R_{cp} превосходит данное значение, это означает, что при помощи увеличения R_{cp} , а следовательно уменьшением условного диаметра, были сбалансированы ответвления кольца.

б) Потери давления на трение на участке теплопровода определяются по формуле:

$$R_z = l \cdot R_{\phi}, \text{ Па} ; \quad (3.5)$$

где l – длина участка теплопровода, м.

Результаты заносим в таблица 6 «Гидравлический расчет системы водяного отопления».

4.2 Определение потерь местных сопротивлений

Устанавливаем перечень местных сопротивлений на каждом участке и значения коэффициентов местных сопротивлений для них по [1, П II, табл. II.11]. Суммарные значения коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке заносим в таблицу 6.

По $\sum \zeta$ и известным скоростям движения теплоносителя w_{ϕ} пользуясь таблицей [1 П, II, табл II.3], определяем потери давления на местных сопротивлениях участков - Z , величину которых записываем в таблицу 6 .

По формуле (3.6) складываем значения местных и гидравлических сопротивлений для нахождения величины потери напора.

$$\Delta P_{yч} = R \cdot l + Z , \quad (3.6)$$

Рассмотрим расчет гидравлических сопротивлений на примере участка №2 подающей линии контура Т11:

Длина участка – 2,7 метра. Расход воды на прибор – 34,95 кг/ч. Расход воды на участке – 544,65 кг/ч, складывается из количества теплоносителя движущегося на отопительный прибор рассматриваемого участка и на отопительные приборы участков которые находятся после расчетного. Диаметр трубопровода задаемся 25 мм.

Скорость и потери давления на трение на 1м рассматриваем по [1, П II, табл. П.1.]. $W = 0,267$ м/с, $R = 50$ Па/м.

Умножая потери на длину находим гидравлические потери на участке:

$$R \cdot l = 50 \cdot 2,7 = 135 \text{ Па.}$$

Рассмотрим местные потери. На участок влияет один проходной тройник, по [1, П II, табл. П.11] находим соответствующее ему местное сопротивление равное 1,75 при диаметре 25 мм.

По $\sum \zeta$ и известным скоростям движения теплоносителя W , определяем потери давления на местных сопротивлениях участков – Z , Па.

$$Z = \sum \zeta \frac{w^2}{2g} \rho = 1,75 \frac{0,267^2}{2} 975 = 61 \text{ Па.}$$

Все остальные участки систем рассчитываются аналогично. результаты расчетов приведены в таблице 6 «Гидравлический расчет системы водяного отопления».

Таблица 6. Гидравлический расчет системы водяного отопления

1 контур T11/T21										
№	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	RI, Па	сумм ξ	Z, Па	RI+Z,Па
1,00	15129,46	606,71	39,60	25,00	0,31	65,00	2574,00	4,76	217,28	2791,28
2,00	13581,96	544,65	2,70	25,00	0,27	50,00	135,00	1,75	60,82	195,82
3,00	12710,49	509,71	9,60	25,00	0,25	45,00	432,00	1,76	54,49	486,49
4,00	11849,27	475,17	1,90	25,00	0,24	40,00	76,00	2,36	64,62	140,62
5,00	10301,77	413,11	24,20	25,00	0,20	30,00	726,00	30,20	600,74	1326,74
5'	10301,77	413,11	24,20	25,00	0,20	30,00	726,00	30,20	600,74	1326,74
4'	11849,27	475,17	1,90	25,00	0,24	40,00	76,00	2,36	64,62	140,62
3'	12710,49	509,71	9,60	25,00	0,25	45,00	432,00	1,75	54,18	486,18
2'	13581,96	544,65	2,70	25,00	0,27	50,00	135,00	1,75	60,82	195,82
1'	15129,46	606,71	39,60	25,00	0,31	65,00	2574,00	4,76	217,28	2791,28
							Итого, Па			9881,58
1 Контур T11'/T21', ответвление на помещения 122,123,124										
1,00	2979,41	119,48	1,70	20,00	0,09	10,00	17,00	3,86	16,63	33,63
2,00	2204,23	88,39	11,00	20,00	0,07	6,00	66,00	4,00	9,83	75,83
3,00	2123,01	85,14	7,60	20,00	0,13	26,00	197,60	5,20	40,89	238,49
4,00	1061,51	42,57	6,00	20,00	0,06	5,00	30,00	21,50	41,60	71,60
4'	1061,51	42,57	6,00	20,00	0,06	5,00	30,00	3,20	6,19	36,19
3'	2123,01	85,14	7,60	20,00	0,13	26,00	197,60	5,20	40,89	238,49
2'	2204,23	88,39	11,00	20,00	0,07	6,00	66,00	4,00	9,83	75,83
1'	2979,41	119,48	1,70	20,00	0,09	10,00	17,00	3,86	16,63	33,63
							Итого, Па			803,68
1 Контур T11"/T21", ответвление на помещения 115, 116, 118, 119, В										
1,00	7322,36	293,64	1,00	25,00	0,15	16,00	16,00	2,25	23,38	39,38
2,00	6251,40	250,69	7,10	25,00	0,13	12,00	85,20	3,72	28,34	113,54
3,00	5288,22	212,06	10,90	25,00	0,10	8,50	92,65	4,86	25,14	117,79
4,00	3436,26	137,80	12,50	20,00	0,11	13,00	162,50	7,00	40,54	203,04
5,00	1644,60	65,95	9,00	20,00	0,05	2,60	23,40	6,00	8,22	31,62
6,00	822,30	32,98	4,60	20,00	0,03	1,00	4,60	19,50	6,93	11,53
6'	822,30	32,98	4,60	20,00	0,03	1,00	4,60	2,00	0,71	5,31
5'	1644,60	65,95	9,00	20,00	0,05	2,60	23,40	6,00	8,22	31,62
4'	3436,26	137,80	12,50	25,00	0,11	13,00	162,50	7,00	40,54	203,04
3'	5288,22	212,06	10,90	25,00	0,10	8,50	92,65	4,86	25,14	117,79

2'	6251,40	250,69	7,10	25,00	0,13	12,00	85,20	3,72	28,34	113,54
1'	7322,36	293,64	1,00	25,00	0,15	16,00	16,00	2,25	23,38	39,38
							Итого, Па			1027,57
							МАХ по контуру Т11/Т21, Па			10909,15
2 Контур Т12/Т22										
1,00	23783,37	953,74	14,60	32,00	0,27	36,00	525,60	4,20	152,60	678,20
2,00	23783,27	953,74	7,70	32,00	0,27	35,80	275,66	5,00	180,34	456,00
3,00	19578,51	785,12	5,15	25,00	0,39	105,00	540,75	4,50	337,10	877,85
4,00	18176,93	728,92	5,50	25,00	0,37	95,00	522,50	4,00	272,76	795,26
5,00	13972,17	560,30	6,70	25,00	0,29	60,00	402,00	5,00	210,69	612,69
6,00	9767,42	391,69	7,70	25,00	0,20	30,00	231,00	6,00	121,73	352,73
7,00	7042,60	282,42	17,55	20,00	0,25	60,00	1053,00	8,50	252,81	1305,81
8,00	4817,44	193,19	10,70	20,00	0,17	28,00	299,60	6,50	86,27	385,87
9,00	2592,28	103,95	24,50	20,00	0,08	8,00	196,00	5,50	18,47	214,47
10,00	901,05	36,13	6,40	20,00	0,03	1,10	7,04	18,00	7,90	14,94
10'	901,05	36,13	6,40	20,00	0,03	1,10	7,04	2,50	1,10	8,14
9'	2592,28	103,95	24,50	20,00	0,08	8,00	196,00	5,50	18,47	214,47
8'	4817,44	193,19	10,70	20,00	0,17	28,00	299,60	6,50	86,27	385,87
7'	7042,60	282,42	17,55	20,00	0,25	60,00	1053,00	8,50	252,81	1305,81
6'	9767,42	391,69	7,70	25,00	0,20	30,00	231,00	6,00	121,73	352,73
5'	13972,17	560,30	6,70	25,00	0,29	60,00	402,00	5,00	210,69	612,69
4'	18176,93	728,92	5,50	25,00	0,37	95,00	522,50	4,00	272,76	795,26
3'	19578,51	785,12	5,15	25,00	0,39	105,00	540,75	4,50	337,10	877,85
2'	23783,27	953,74	7,70	32,00	0,27	35,80	275,66	5,00	180,34	456,00
1'	23783,37	953,74	14,60	32,00	0,27	36,00	525,60	4,20	152,60	678,20
							Итого по контуру Т12/Т22, Па			11380,80
3 Контур Т13/Т23 (на спортзал)										
1,00	66006,16	2646,93	73,00	40,00	0,69	180,00	13140,00	6,20	1430,68	14570,68
2,00	63467,46	2545,13	3,60	40,00	0,67	170,00	612,00	3,70	804,88	1416,88
3,00	60928,77	2443,32	6,20	40,00	0,64	155,00	961,00	3,25	638,86	1599,86
4,00	55851,37	2239,71	6,80	40,00	0,60	130,00	884,00	3,76	648,93	1532,93
5,00	50773,97	2036,10	6,80	40,00	0,53	110,00	748,00	3,76	520,74	1268,74
6,00	45696,57	1832,49	6,80	40,00	0,50	95,00	646,00	3,76	460,08	1106,08
7,00	40619,18	1628,88	4,30	40,00	0,42	70,00	301,00	3,25	283,49	584,49
8,00	38080,48	1527,08	4,30	40,00	0,40	65,00	279,50	3,25	254,77	534,27
9,00	35541,78	1425,27	6,20	40,00	0,37	55,00	341,00	3,70	250,95	591,95

10,00	30464,38	1221,66	6,80	32,00	0,41	80,00	544,00	3,76	314,17	858,17
11,00	25386,99	1018,05	6,80	32,00	0,35	58,00	394,40	3,76	227,12	621,52
12,00	20309,59	814,44	6,80	32,00	0,28	38,00	258,40	3,76	144,74	403,14
13,00	15232,19	610,83	6,80	25,00	0,36	90,00	612,00	3,76	241,53	853,53
14,00	10154,79	407,22	6,80	20,00	0,40	150,00	1020,00	3,76	293,28	1313,28
15,00	5077,40	203,61	6,80	20,00	0,20	40,00	272,00	11,76	229,32	501,32
15'	5077,40	203,61	6,80	20,00	0,20	40,00	272,00	3,76	73,32	345,32
14'	10154,79	407,22	6,80	20,00	0,40	150,00	1020,00	3,76	293,28	1313,28
13'	15232,19	610,83	6,80	25,00	0,36	90,00	612,00	3,76	241,53	853,53
12'	20309,59	814,44	6,80	32,00	0,28	38,00	258,40	3,76	144,74	403,14
11'	25386,99	1018,05	6,80	32,00	0,35	58,00	394,40	3,76	227,12	621,52
10'	30464,38	1221,66	6,80	32,00	0,41	80,00	544,00	3,76	314,17	858,17
9'	35541,78	1425,27	6,20	40,00	0,37	55,00	341,00	3,70	250,95	591,95
8'	38080,48	1527,08	4,30	40,00	0,40	65,00	279,50	3,25	254,77	534,27
7'	40619,18	1628,88	4,30	40,00	0,42	70,00	301,00	3,25	283,49	584,49
6'	45696,57	1832,49	6,80	40,00	0,50	95,00	646,00	3,76	460,08	1106,08
5'	50773,97	2036,10	6,80	40,00	0,53	110,00	748,00	3,76	520,74	1268,74
4'	55851,37	2239,71	6,80	40,00	0,60	130,00	884,00	3,76	648,93	1532,93
3'	60928,77	2443,32	6,20	40,00	0,64	155,00	961,00	3,25	638,86	1599,86
2'	63467,46	2545,13	3,60	40,00	0,67	170,00	612,00	3,70	804,88	1416,88
1'	66006,16	2646,93	73,00	40,00	0,69	180,00	13140,00	6,20	1430,68	14570,68
							Итого по контуру Т13/Т23, Па			55357,67
4 Контур Т14/Т24										
1,00	59441,34	2383,67	4,50	32,00	0,68	200,00	900,00	2,20	495,92	1395,92
2,00	57486,37	2305,28	5,85	32,00	0,65	190,00	1111,50	3,90	795,88	1907,38
3,00	53576,43	2148,48	6,80	32,00	0,60	170,00	1156,00	4,40	777,36	1933,36
4,00	48363,18	1939,42	6,80	25,00	0,96	600,00	4080,00	5,80	2622,14	6702,14
5,00	43149,92	1730,37	6,80	25,00	0,86	482,00	3277,60	5,80	2100,96	5378,56
6,00	37936,67	1521,31	6,80	25,00	0,76	370,00	2516,00	5,80	1624,58	4140,58
7,00	32723,41	1312,25	6,80	25,00	0,63	280,00	1904,00	5,80	1129,37	3033,37
8,00	27510,16	1103,19	8,10	25,00	0,55	200,00	1620,00	5,10	749,36	2369,36
9,00	26206,84	1050,93	4,70	25,00	0,52	180,00	846,00	5,20	685,46	1531,46
10,00	20993,59	841,87	4,50	25,00	0,42	120,00	540,00	5,50	475,23	1015,23
11,00	15780,33	632,81	15,00	25,00	0,32	70,00	1050,00	6,00	295,79	1345,79
12,00	12164,35	487,81	6,80	25,00	0,24	42,00	285,60	3,80	110,29	395,89

13,00	8548,36	342,80	6,80	25,00	0,17	22,00	149,60	3,80	55,44	205,04
14,00	4932,38	197,79	15,80	20,00	0,17	28,00	442,40	6,80	90,25	532,65
15,00	3969,20	159,17	12,90	20,00	0,13	18,00	232,20	7,70	63,44	295,64
16,00	1854,27	74,36	14,50	20,00	0,06	4,00	58,00	11,60	21,04	79,04
17,00	592,03	23,74	9,50	20,00	0,02	0,70	6,65	13,00	2,29	8,94
17'	592,03	23,74	9,50	20,00	0,02	0,70	6,65	2,50	0,44	7,09
16'	1854,27	74,36	14,50	20,00	0,06	4,00	58,00	11,60	21,04	79,04
15'	3969,20	159,17	12,90	20,00	0,13	18,00	232,20	7,70	63,44	295,64
14'	4932,38	197,79	15,80	20,00	0,17	28,00	442,40	6,80	90,25	532,65
13'	8548,36	342,80	6,80	25,00	0,17	22,00	149,60	3,80	55,44	205,04
12'	12164,35	487,81	6,80	25,00	0,24	42,00	285,60	3,80	110,29	395,89
11'	15780,33	632,81	15,00	25,00	0,32	70,00	1050,00	6,00	295,79	1345,79
10'	20993,59	841,87	4,50	25,00	0,42	120,00	540,00	5,50	475,23	1015,23
9'	26206,84	1050,93	4,70	25,00	0,52	180,00	846,00	5,20	685,46	1531,46
8'	27510,16	1103,19	8,10	25,00	0,55	200,00	1620,00	5,10	749,36	2369,36
7'	32723,41	1312,25	6,80	25,00	0,63	280,00	1904,00	5,80	1129,37	3033,37
6'	37936,67	1521,31	6,80	25,00	0,76	370,00	2516,00	5,80	1624,58	4140,58
5'	43149,92	1730,37	6,80	25,00	0,86	482,00	3277,60	5,80	2100,96	5378,56
4'	48363,18	1939,42	6,80	25,00	0,96	600,00	4080,00	5,80	2622,14	6702,14
3'	53576,43	2148,48	6,80	32,00	0,60	170,00	1156,00	4,40	777,36	1933,36
2'	57486,37	2305,28	5,85	32,00	0,65	190,00	1111,50	3,90	795,88	1907,38
1'	59441,34	2383,67	4,50	32,00	0,68	200,00	900,00	2,20	495,92	1395,92
							Итого по контуру Т14/Т24, Па			64538,84
5 Контур Т15/Т25										
1,00	29746,51	1192,87	4,50	25,00	0,58	220,00	990,00	4,00	646,96	1636,96
1'	29746,51	1192,87	4,50	25,00	0,58	220,00	990,00	4,00	646,96	1636,96
							Итого, Па			3273,93
5 Контур Т15'/Т25', ответвление на помещения 2,7,8,9,10,11,13,22,24,25										
1,00	9398,18	376,88	9,00	20,00	0,31	90,00	810,00	4,00	182,59	992,59
2,00	9235,32	370,35	6,00	20,00	0,30	85,00	510,00	5,00	215,01	725,01
3,00	9072,46	363,82	2,70	20,00	0,30	82,00	221,40	6,00	254,55	475,95
4,00	8994,56	360,69	17,80	20,00	0,29	80,00	1424,00	7,00	283,05	1707,05
5,00	8340,62	334,47	10,10	20,00	0,27	70,00	707,00	8,00	280,11	987,11
6,00	7760,87	311,22	20,80	20,00	0,25	63,00	1310,40	9,00	278,62	1589,02
7,00	4243,14	170,16	6,10	20,00	0,14	20,00	122,00	10,00	92,84	214,84

8,00	1195,97	47,96	5,30	20,00	0,04	1,40	7,42	11,00	7,74	15,16
9,00	822,82	33,00	3,30	20,00	0,03	1,00	3,30	12,00	4,26	7,56
10,00	411,41	16,50	6,50	20,00	0,01	0,50	3,25	13,00	1,24	4,49
10'	411,41	16,50	6,50	20,00	0,01	0,50	3,25	16,00	1,53	4,78
9'	822,82	33,00	3,30	20,00	0,03	1,00	3,30	17,00	6,04	9,34
8'	1195,97	47,96	5,30	20,00	0,04	1,40	7,42	18,00	12,67	20,09
7'	4243,14	170,16	6,10	20,00	0,14	20,00	122,00	19,00	176,40	298,40
6'	7760,87	311,22	20,80	20,00	0,25	63,00	1310,40	20,00	619,16	1929,56
5'	8340,62	334,47	10,10	20,00	0,27	70,00	707,00	21,00	735,30	1442,30
4'	8994,56	360,69	17,80	20,00	0,29	80,00	1424,00	22,00	889,57	2313,57
3'	9072,46	363,82	2,70	20,00	0,30	82,00	221,40	23,00	975,77	1197,17
2'	9235,32	370,35	6,00	20,00	0,30	85,00	510,00	24,00	1032,05	1542,05
1'	9398,18	376,88	9,00	20,00	0,31	90,00	810,00	25,00	1141,19	1951,19
							Итого, Па			17427,24
5 Контур Т15"/Т25", ответвление на помещения 1,А,28,36,37,38,39										
1,00	20348,33	815,99	2,00	20,00	0,70	450,00	900,00	2,70	652,35	1552,35
2,00	19426,32	779,02	9,20	20,00	0,65	380,00	3496,00	3,76	764,94	4260,94
3,00	17534,56	703,16	9,50	20,00	0,57	300,00	2850,00	6,60	1052,71	3902,71
4,00	16449,88	659,66	3,60	20,00	0,55	280,00	1008,00	3,70	549,61	1557,61
5,00	14769,88	592,29	7,50	20,00	0,49	220,00	1650,00	4,26	492,54	2142,54
6,00	9975,69	400,04	15,50	20,00	0,35	110,00	1705,00	9,80	571,94	2276,94
7,00	5525,37	221,57	33,30	20,00	0,12	32,00	1065,60	34,00	226,90	1292,50
7'	5525,37	221,57	33,30	20,00	0,12	32,00	1065,60	12,00	80,08	1145,68
6'	9975,69	400,04	15,50	20,00	0,35	110,00	1705,00	9,80	571,94	2276,94
5'	14769,88	592,29	7,50	20,00	0,49	220,00	1650,00	4,26	492,54	2142,54
4'	16449,88	659,66	3,60	20,00	0,55	280,00	1008,00	3,70	549,61	1557,61
3'	17534,56	703,16	9,50	20,00	0,57	300,00	2850,00	6,60	1052,71	3902,71
2'	19426,32	779,02	9,20	20,00	0,65	380,00	3496,00	3,76	764,94	4260,94
1'	20348,33	815,99	2,00	20,00	0,70	450,00	900,00	2,70	652,35	1552,35
							Итого, Па			33824,38
							МАХ по контуру Т15/Т25, Па			37098,31

4.3 Гидравлический расчет системы подогрева пола

Для гидравлического расчета системы воспользуемся таблицами гидравлического расчета труб WIRSBO. Результаты представим в виде таблицы.

Таблица 7. Гидравлический расчет системы подогрева пола

Петля №	Длина петли, м	Расход воды, л/сек	Питери давления, кПа		
			В петле	В коллекторе	Суммарные
Коллектор на первом этаже					
1	96	0,056	3,84	5,2	9,04
2	94	0,056	3,76	2,5	6,26
3	140	0,01	0,56	3,2	3,76
4	120	0,01	0,48	3,6	4,08
Суммарный расход		0,132	Мах. потери		9,04
Коллектор на втором этаже					
1	116,5	0,025	4,3	2,7	7
2	98	0,025	3,43	1,8	5,23
3	135	0,025	4,73	0,9	5,63
4	128	0,025	4,74	0,9	5,64
Суммарный расход		0,1	Мах. потери		7

4.4 Выбор циркуляционного насоса.

Выбор насоса производится по величине потери напора на здании в целом который рассчитывается:

$$\Delta P_{\text{з\ddot{a}}} = \sum \Delta P_{\text{ó\ddot{z}}} = 64540, \text{ I } \ddot{\text{a}};$$

Расход воды на здание в целом – сумма расходов воды циркуляционных контуров.

$$G_{\text{з\ddot{ä}}} = \sum G_{\text{ó\ddot{z}}} = 10061 \text{ ê\ddot{ä}} / \ddot{\text{z}};$$

Зная потери напора и общий расход подбираем насос фирмы Grundfos модель MAGMA 40-100 F.

Насосы MAGMA серия 100 F оснащены электродвигателем с «мокрым ротором», насос и электродвигатель образуют единый узел без торцевого уплотнения вала, только с двумя неподвижными уплотнениями, подшипники смазываются перекачиваемой жидкостью.

Насосы MAGNA-D предназначены для циркуляции теплоносителя в системах отопления, где необходимо автоматическое регулирование напора

насоса при изменении потребного расхода, а также где необходим резервный насос на случай отказа или поломки.

ПРЕИМУЩЕСТВА:

Это 2 насоса MAGNA 40-100 с возможностью следующих видов работы: Переменный режим. Оба насоса работают поочередно. Переключение происходит каждые 24 часа. Если работающий насос выключается вследствие неисправности, включается другой насос. Резервный режим. Один насос работает постоянно. Другой насос через определенные отрезки времени (каждые 24 часа) запускается на короткое время, чтобы избежать блокировки при длительном простое. При этом оба насоса работают одновременно примерно 40 секунд. Если работающий насос выключается вследствие неисправности, включается другой насос. Переключение между этими режимами работы производится с помощью контакта, расположенного в каждом модуле. Контакты обоих модулей должны быть установлены одинаково. Если контакты установлены по-разному, выбирается «Резервный режим».

Параллельная работа. Чтобы обеспечить возможность параллельной работы сдвоенного насоса, необходимо удалить соединительный кабель между двумя насосами. При этом сдвоенный насос работает как два отдельных насоса. Мощность сдвоенного насоса не соответствует мощности двух отдельных насосов.

Страна-изготовитель: Германия

Технические данные:

Общий расход насоса: 11,2 м³/ч;

Измеряемый напор насоса: 10,9 м.вод.ст;

Минимальная t C, перекачиваемой жидкости: 15 град;

Максимальная t C, перекачиваемой жидкости: 95 град;

Перекачиваемая жидкость: вода в системе отопления;

Минимальная t C, окружающей среды: 0 град;

Максимальная t C, окружающей среды: 40 град;

Максимальное рабочее давление: 10 бар;

Класс защиты: IP44;

Класс изоляции: F;

Уровень шума: до 54 дБ(А);

Напряжение питания: 1x230-240 В, 50 Гц.

Из характеристик данного насоса следует, что при работе его на сеть нам необходимо установить 2 последовательно соединенных насоса. Данное решение было принято при суммировании характеристик по напору. В результате суммирования характеристик, теоретически получаем запас напора в 1 м.вод.ст.

4.5 Тепловой пункт здания

Выбираем зависимую схему присоединения тепловых сетей к зданию. Заполнение системы отопления водой в начальный период и подпитка ее в период эксплуатации производится деаэрированной водой очищенной магнитным устройством, установленным перед насосом подающей линии.

Присоединение с насосом на переемычке используется в том случае, когда для работы элеватора не хватает располагаемой разности давлений, а высота здания выходит за линию статического давления в системе теплоснабжения. Устанавливаем резервный насос на местном ответвлении, в случае отказа циркуляционного насоса, будет работать резервный.

Давление, которое должен создавать гидроаккумуляторный насос, определяется по наибольшему возможному перепаду давлений между подающим и обратным теплопроводами в узле, где устанавливается насос. Наличие грязевика на подающем теплопроводе при вводе от теплосети в тепловой пункт обязательно.

Вычерчиваем схему теплового пункта открытой системы теплоснабжения и наносим оборудование для работы выбранной системы отопления.

5. Расчет систем вентиляции.

5.1 Выбор систем вентиляции.

В административных, общественных и спортивных сооружениях проектируется естественная или механическая вытяжная вентиляция из всех помещений.

В рассматриваемом проекте вентиляции запроектированы две системы вентиляции: приточная и вытяжная с механическим побуждением. Приточные и вытяжные установки располагаются на отметках обслуживаемых помещений и на первом и втором этажах. Вытяжные вентиляторы приняты канальные и радиальные, для помещений с категорией пожароопасности В4 и В3 предусматриваются огнезадерживающие клапаны КПУ-1М, которые автоматически перекрывают сечения воздуховодов при возникновении пожара.

Количество приточных и вытяжных систем определено исходя из норм проектирования и конструктивных соображений.

Выброс воздуха от вентустановок производится в атмосферу через вытяжные шахты, выведенные выше уровня кровли на 2 метра.

5.2 Выбор параметров наружного воздуха

Воздух, находящийся внутри помещений, может изменять свой состав, температуру и влажность под действием самых разнообразных факторов: изменений параметров наружного (атмосферного) воздуха, выделения тепла, влаги, пыли и вредных газов от людей и технологического оборудования. В результате воздействия этих факторов воздух помещений может принимать состояния, неблагоприятные для самочувствия людей или препятствующие нормальному протеканию технологического процесса. Чтобы избежать чрезмерного ухудшения качества внутреннего воздуха, требуется осуществлять воздухообмен, то есть производить смену воздуха в помещении. При этом из помещения удаляется загрязненный внутренний воздух и взамен подается более чистый, как правило, наружный, воздух.

Таким образом, основной задачей вентиляции является обеспечение воздухообмена в помещении для поддержания расчетных параметров внутреннего воздуха.

Допускаемые и оптимальные параметры воздуха в помещениях должны обеспечиваться системами вентиляции и кондиционирования воздуха в зависимости от вида и назначения систем в пределах расчетных параметров наружного воздуха А и Б.

При расчете систем вентиляции и кондиционирования воздуха должны приниматься:

а) для естественной и механической общеобменной вентиляции, предназначенной для борьбы с избытками тепла, влаги и для удаления вредных веществ 4-го класса опасности, в том числе для расчета систем вентиляции с испарительным охлаждением воздуха путем распыления воды внутри помещений или в оросительных камерах, расчетные параметры наружного воздуха А;

б) для общеобменной вентиляции, предназначенной для удаления вредных веществ 1-, 2- и 3-го класса опасности или для компенсации воздуха, удаляемого местными отсосами и технологическим оборудованием (например пневмотранспорт, сушилки и т. п.), в том числе для вентиляции с испарительным охлаждением воздуха путем распыления воды внутри помещений или в оросительных камерах, а также для систем воздушного душирования наружным воздухом — расчетные параметры наружного воздуха Б для холодного периода и А для теплого периода года.

Для зданий и помещений, эксплуатируемых в течение части суток (например, только в вечерние часы) или в пределах отдельных месяцев года, допускаются обоснованные отступления от указанных в СНиП 2.04.05-86 расчетных параметров наружного воздуха. В этих случаях могут быть использованы таблицы СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика, по которым определяется продолжительность стояния температуры и энтальпии наружного воздуха.

Расчетные параметры наружного воздуха, а также географическая широта и барометрическое давление принимаются по [табл.1,5 11] в зависимости от положения объекта строительства для теплого и холодного периодов года. Выбор расчетных параметров наружного воздуха производим в соответствии с [п.1.4. 11], а именно: для холодного периода – по параметрам Б, для теплого – по параметрам А.

5.3 Определение параметров внутреннего воздуха

В рабочей зоне производственных помещений метеорологические условия устанавливают по указаниям «Санитарных норм микроклимата производственных помещений» Минздрава СССР (№ 4088—86 от 31 марта 1986 г.).

Рабочей зоной считается пространство высотой 2 м от уровня пола (или площадки), в котором находятся места постоянного или непостоянного пребывания работающих.

Постоянным считается рабочее место, на котором работающий находится большую часть (более 50 % или более 2 ч непрерывно) своего рабочего времени. Если обслуживание процессов осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, то постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Непостоянным считается рабочее место на котором работающий находится менее 50 % или менее 2 ч своего рабочего времени.

Обслуживаемой зоной в помещениях жилых и общественных зданий и во вспомогательных помещениях считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола, а в помещениях, где люди находятся главным образом в сидячем положении (например, залы театров, ресторанов, столовых, помещения учебных заведений), высотой до 1,5 м над уровнем пола.

Нормами установлены оптимальные и допустимые температуры, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне в зависимости от категории тяжести работ и периода года [табл. 1.1; 11].

Категории работ, в зависимости от затрат энергии, устанавливаются ведомственными нормативными документами исходя из тяжести работ, выполняемых 50 % работающих и более в помещении. Разграничение категорий работ на основе общих затрат энергии организмом принимается по «Санитарным нормам микроклимата производственных помещений» и для различных производств устанавливается ведомственными нормами, согласованными и утвержденными в установленном порядке.

Оптимальные и допустимые параметры воздуха в помещениях, регламентируемые [табл. 1.1; 11], должны соблюдаться в холодный период года при всех состояниях наружного воздуха в пределах от расчетных параметров А или Б (в зависимости от назначения систем вентиляции и кондиционирования воздуха) до среднесуточной температуры наружного воздуха 10°C .

Так как система вентиляции будет рассчитываться на холодный период года и зная что в среднем по зданию тяжесть работы «легкая 1б» то по [табл. 1.1; 11], выбираем температуру приточного воздуха во все помещения 20°C и скорость движения воздуха не более 2 м/с.

5.4 Определение количества вредностей, поступающих в помещение

В общественных и административных зданиях, связанных с пребыванием людей, к вредностям относятся: избыточное тепло и влага, углекислый газ, выделяемый людьми, а так же тепло от освещения и солнечной радиации. Так как тепло от освещения и солнечной радиации, избыточное тепло выделяемое людьми было использовано при составлении теплового баланса помещений для уменьшения мощности системы отопления [пункт 2.8], то для составления воздушного баланса при проектировании вентиляции будем учитывать только вредности отравляющего характера которые были заданы для проектирования системы вытяжной вентиляции [таблица 8 «Воздухообмен в помещениях»].

5.5 Расчет воздухообменов

Вентиляционные системы здания и их производительность выбирают в результате расчета воздухообмена. Последовательность расчета требуемого воздухообмена следующая:

- 1) определяются параметры приточного и удаляемого воздуха
- 2) определяют требуемый воздухообмен для заданного периода по вредным выделениям, людям и минимальной кратности.
- 3) выбирается максимальный воздухообмен из всех расчетов по разным факторам.

Воздухообмен по нормативной кратности на примере помещения 106 (гардеробная).

Определяется по формуле:

$$L = K_{\text{Dmin}} \cdot V_p, \text{ м}^3 / \text{ч};$$

где K_{Dmin} – минимальная кратность воздухообмена, 1/ч по [табл. 3.2; 11] или техническому заданию.

V_p – расчетный объем помещения, м^3 .

Рассмотрим расчет воздухообмена по нормативной кратности для помещения 106 (гардеробная).

$K_{\text{Dmin}} = 2$, 1/ч по техническому заданию.

$V_p = 3,8 \cdot 31,12 = 118,26 \text{ м}^3$.

$L = 118,26 \cdot 2 = 236,52 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Приток в данное помещение компенсируется из соседних помещений.

Таким же образом рассчитываем системы вентиляции, где возможен расчет по кратности. Результаты расчетов заносим в таблицу 8 «Воздухообмен в помещениях».

5.6 Расчет воздухообмена в помещениях бассейнов

Следует отметить, что помещения закрытых плавательных бассейнов относятся к категории помещений с влажным режимом, имеющим свои отличительные особенности при формировании в них тепловых и влажностных потоков, определяющих выбор того или иного технического решения по обеспечению требуемых санитарно-гигиенических условий. Процесс формирования тепло-влажностного режима в таких помещениях может быть описан следующей системой уравнений теплового и влажностного балансов:

$$\begin{aligned} Q_{\text{оа}} &= Q_{\text{е}} + Q_{\text{е}} + Q_{\text{и н а}} + Q_{\text{и а е}} + Q_{\text{и и е}}, \text{ кВт}; \\ W_{\text{оа}} &= W_{\text{е}} + W_{\text{и о е}} + W_{\text{и а е}}, \text{ г/с}; \end{aligned}$$

где $Q_{и}$ - количество теплоты, поступающее в помещение с испаряющимся потоком влаги, Вт;

$Q_{л}$ - теплопоступления в помещение бассейна от купающихся и зрителей составит, Вт;

$Q_{осв}$ - тепловыделения от освещения люминесцентными лампами составит, Вт;

$Q_{ог.л}$ - количество теплоты, поступающее в помещение через светопрозрачные ограждения, Вт (не учитывается в балансе для зимнего периода);

$Q_{пол}$ - тепловой поток, поступающий в помещение от источника обогрева пола, Вт;

$W_{л}$ - количество влаги, выделяемое людьми, кг/ч;

$W_{отк}$ - количество влаги, испаряющееся с открытой поверхности воды, кг/ч;

$W_{см}$ - количество влаги, испаряющееся со смоченной поверхности пола, кг/ч.

5.6.1 Расчет воздухообмена в детском бассейне

Общая площадь помещения бассейна - $F = 128.68 \text{ м}^2$, средняя высота $h = 3.65 \text{ м}$.

Размеры водного зеркала бассейна — $(6 \cdot 10) = 60 \text{ м}^2$. Вертикальное остекление направленное на Восток и Юг.

Количество одновременно находящихся людей в бассейне — 20 человек. Освещение осуществляется люминесцентными лампами по периметру бассейна. Общее количество теплоты, поступающее в помещение от искусственного освещения составляет 720 Вт (таблица 3). В проходах между чашей бассейна и душевыми кабинами, а так же в дорожках по периметру бассейна предусмотрены подогреваемые полы. Количество теплоты, поступающее от подогреваемых полов принято равным 2340 Вт, т.е. теплопотерям через утепленный пол на грунте в помещении детского бассейна.

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются [19]: — для холодного периода — $t_n = -40^\circ\text{C}$, $\phi_n = 80\%$, $I_n = -40,04 \text{ кДж/кг}$; $d_n = 0,088 \text{ г/кг}$; для теплого периода — $t_n = 26,2^\circ\text{C}$, $\phi_n = 74\%$; $I_n = 66,09 \text{ кДж/кг}$; $d_n = 15,59 \text{ г/кг}$. Нормируемая температура воды в бассейне — 28°C . Расчетные параметры воздуха в помещении бассейна — $t_b = 30^\circ\text{C}$; $\phi_b = 60\%$; $d_b = 15,77 \text{ г/кг}$, $I_b = 70,48 \text{ кДж/кг}$, $t_m = 23,77^\circ\text{C}$, $t_p = 21,37^\circ\text{C}$. Сопротивление теплопередачи через остекление $R_{ог} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

Необходимо проверить наружные остекления на соблюдение условий невыпадения конденсата на их внутренних поверхностях. Температурный перепад $(t_b - t_{ог})$, характеризующий возможность выпадения конденсата будет равен:

$$(t_b - t_{ог}) = n (t_b - t_n) / R_{ог} \cdot \alpha_б = 1 \cdot (30 - (-26.2)) / 0,54 \cdot 8,7 = 11.96^\circ\text{C};$$

где α_b — определяется по табл. 4 СНиП 11-3-79**.

Тогда температура внутренней поверхности остекления будет равна:

$$t_{oz} = t_g - 11.96 = 18.04^\circ\text{C}.$$

Температура точки росы внутреннего воздуха при заданных внутренних температурно-влажностных условиях определится по I-d диаграмме на пересечении линии постоянного влагосодержания $d_b = 15.77$ г/кг с кривой насыщения ($\varphi=100\%$), то есть $t_p = 21.37^\circ\text{C}$.

Для выполнения условий невыпадения конденсата температура на внутренней поверхности ограждения должна быть на $1-2^\circ\text{C}$ выше t_p , то есть $t_{ог} > 22.37^\circ\text{C}$, что значительно выше фактического значения $t_{ог.ф.} = 18.04^\circ\text{C}$.

Так как изменить строительное решение не представляется возможным, для обеспечения невыпадения конденсата необходимо в зону остекления подать сухой воздух с температурой выше температуры внутреннего воздуха равномерно распределенными настилающимися струями с относительно высокой скоростью, обеспечивая таким образом повышение температуры ограждения и низкую степень контакта внутреннего влажного воздуха с низкотемпературной поверхностью остекления.

В теплый период года количество теплоты, поступающее в помещение через светопрозрачные ограждения, определится по формуле:

$$Q_{i\bar{\alpha}} = (q_i^{\hat{\alpha}} \hat{E}_{\bar{e}i\bar{n},\bar{\alpha}} + q_d^{\hat{\alpha}} \hat{E}_{\bar{i}\bar{a}\bar{e}}) \hat{E}_{\bar{i}\bar{o}\bar{i}} \cdot \tau_2 \cdot F_i, \hat{\text{A}}\hat{\text{d}};$$

где $q_i^{\hat{\alpha}}$, $q_d^{\hat{\alpha}}$ - количество теплоты соответственно прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающее в помещение в июле через световые проемы (расчетный час 11–13, широта г. Мариинск 56°). Для восточной стороны они соответственно равны 37 Вт/м^2 и 67 Вт/м^2 , для южного направления – 398 Вт/м^2 и 92 Вт/м^2 .

$K_{отн}$ — коэффициент относительного проникания солнечной радиации для двойного остекления толщиной до 3,5 мм. принимаем равным 0,95;

τ_2 — коэффициент, учитывающий затенение переплетами и загрязнение атмосферы, принимаем равным — 0,85;

$\hat{E}_{\bar{e}i\bar{n},\bar{\alpha}}$ — коэффициент инсоляции, принимаем равным — 0,907;

$\hat{E}_{\bar{i}\bar{a}\bar{e}}$ — коэффициент облучения, принимается равным — 1.

С учетом всех вышеуказанных значений, тепловой поток от солнечной радиации в помещение бассейна составит:

С Востока:

$$Q_{i\bar{\alpha}} = (37 \cdot 0,907 + 67 \cdot 1) 0,95 \cdot 0,85 \cdot 12,38 = 703,35 \hat{\text{A}}\hat{\text{d}};$$

С Юга:

$$Q_{i\tilde{e}} = (398 \cdot 0,907 + 92 \cdot 1)0,95 \cdot 0,85 \cdot 13,68 = 1377,27 \text{ Вт};$$

Суммарный тепловой поток составит:

$$\sum Q_{i\tilde{e}} = 703,35 + 1377,27 = 2080,6 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от занимающихся составят:

$$Q_{\tilde{e}} = n \cdot q_{\tilde{e}} = 20 \cdot 132 = 2640 \text{ Вт};$$

где $q_{\tilde{e}}$ - количество теплоты от одного занимающегося при условии легкой работы, Вт/чел.

Тепловыделения от освещения $Q_{i\tilde{n}\tilde{a}} = 720 \text{ Вт}$.

Теплопоступления от теплого пола $Q_{i\tilde{t}\tilde{e}} = 2340 \text{ Вт}$.

Количество теплоты, поступающее в помещение с испаряющимся потоком влаги ($W_{и}$), определяется из выражения:

$$Q_{и} = 0,68 \cdot (W_{и} + W_{л}) \cdot 1000 = 0,68 \cdot (12,96 + 0,897 + 4,5) \cdot 1000 = 12482,76 \text{ Вт};$$

где $W_{и}$ — суммарное количество влаги (кг/ч), испаряющейся с открытой водной поверхности зеркала бассейна и со смоченных поверхностей, прилегающих к водному зеркалу определится из выражения:

$$W_{\tilde{e}} = W_{i\tilde{o}\tilde{e}} + W_{\tilde{m}}, \tilde{a} / \div.$$

Количество влаги, испаряющееся со смоченной поверхности пола $W_{см}$ определится по выражению:

$$W_{см} = 0,006 \cdot (t_{\tilde{e}} - t_{м}) F_{см} = 0,006 \cdot (30 - 23,77) \cdot 24 = 0,897 \text{ кг/ч}.$$

Количество влаги, испаряющееся с открытой поверхности воды:

$$W_{отк} = [e \cdot (P_{w} - P_1) / 1000] \cdot F_{отк} = 20 \cdot (38 - 27,2) \cdot 60 / 1000 = 12,96 \text{ кг/ч},$$

где «е» — эмпирический коэффициент для условий общественных бассейнов с нормальной активностью купающихся принимается равным «20»;

P_w — давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды, равной 28°C, составит 38 кПа;

P_1 — парциальное давление насыщенных водяных паров при температуре воздуха 30°C и относительной влажности 60% составит 27,2 кПа.

$W_{\text{л}}$ – количество влаги, выделяемое занимающимися, (кг/ч).

Количество влаги, выделяемое занимающимися составит:

$$W_{\text{г}} = n \cdot w_{\text{г}} = 20 \cdot 225 = 4,5 \text{ г/ч}.$$

Минимально требуемое количество наружного воздуха в холодный период года определится из условия удаления избытков влаги по выражению :

$$G_{\text{пр.з}} = ((W_{\text{и}} + W_{\text{л}}) / (d_{\text{в}} - d_{\text{н}})) \cdot 1000 = ((18,357) / (15,77 - 0,088)) \cdot 1000 = 1170,6 \text{ кг/ч}.$$

Максимальное количество воздуха требуется подать в теплый период года и это количество будет равно:

$$G_{\text{пр.л}} = (18,357 / (15,77 - 15,59)) \cdot 1000 = 101983 \text{ кг/ч}.$$

или

$$L_{\text{пр.л}} = 101983 / 1,2 = 84986 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Рассчитанная по влаге величина воздухообмена не должна быть ниже нормируемых минимальных значений по объему помещения закрытого бассейна, которая в соответствии со СНиП 2.08.02.89 принимается равной 3–5 кратному объему в час. Причем, большая величина относится к объему вытяжной системы вентиляции.

Объем помещения бассейна $V_{\text{б}} = 469,7 \text{ м}^3$, тогда минимально требуемый воздухообмен по объему помещения составит: $L_{\text{об}} = 469,7 \cdot 3 = 1409 \text{ м}^3/\text{ч}$. Максимально требуемое количество воздуха по объему составит: $L_{\text{об}} = 469,7 \cdot 5 = 2349 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Исходя из минимальной нормы воздухообмена $80 \text{ м}^3/\text{час}$ на одного занимающегося получаем минимальное количество наружного воздуха $L_{\text{пр.з}} = 80 \cdot 20 = 1600 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $G_{\text{пр.з}} = 1920 \text{ кг/ч}$ для зимнего режима. Данное значение и принимаем за расчетное в зимний период.

Исходя из полученных результатов по необходимому количеству воздуха для ассимиляции влаговыделений в зимний период, проектируем одну приточно-вытяжную установку на $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, которая будет работать в зимний период с 20%-ой рециркуляцией внутреннего воздуха, а летом полностью на наружном воздухе.

Из-за малой разности влагосодержания приточного и внутреннего воздуха в летний период, для ассимиляции влаговыделений требуется воздух в количестве $L_{\text{пр.л}} = 101983 / 1,2 = 84986 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для принятого решения необходимо снизить расход приточного воздуха с 84986 м³/ч до 2000 м³/ч. Это достигается путем осушения приточного воздуха в зале бассейна. Для ассимиляции влаги, влагосодержание приточного воздуха должно быть равно:

$$d_i^1 = d_a - \frac{(W_e + W_e) \cdot 1000}{G_{i\delta.e}} = 15,77 - \frac{18,357 \cdot 1000}{2400} = 8,12 \text{ г/кг}$$

Следовательно, приточный воздух необходимо осушать, удалив из него влагу в количестве:

$$W_{\zeta} = G_{i\delta.e} \cdot (d_a - d_i^1) / 1000 = 2400(15,77 - 8,12) / 1000 = 18,357 \text{ кг/ч}$$

Как видно из расчетов, подаваемый приточный воздух в летний период не будет поглощать влагу в помещении детского бассейна.

Удаление влаги производится зональными осушителями General Climate предназначенные для осушения воздуха в помещении бассейнов.

Технические характеристики осушителя:

Производительность по влаге: 90 л/сут;

Производительность вентилятора: 750 м³/час;

Параметры электросети: 220В, 50Гц;

Потребляемая мощность: 1,56 кВт;

Марка фреона: R22;

Уровень шума: <52 дБ(А);

Степень защиты: IP24.

По данным характеристикам, для удаления 18,357 кг/час влаги необходимо установить 5 осушителей указанной марки.

5.6.2 Расчет воздухообмена в большом бассейне

Общая площадь помещения бассейна - F= 754,42 м², средняя высота h= 7 м.

Размеры водного зеркала бассейна — (24•16) =384 м². Вертикальное остекление направленное на Восток и Север.

Количество одновременно находящихся людей в бассейне — 148 человек (48 занимающихся и 100 зрителей). Освещение осуществляется люминисцентными лампами по периметру бассейна. Общее количество теплоты, поступающее в помещение от искусственного освещения составляет 2957 Вт (таблица 3). В проходах между чашей бассейна и душевыми кабинами, а так же в дорожках по периметру бассейна предусмотрены подогреваемые полы. Количество теплоты, поступающее от подогреваемых полов принято равным 2196 Вт.

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются [19]: — для холодного периода — $t_n = -40^\circ\text{C}$, $\phi_n = 80\%$, $I_n = -40,04 \text{ кДж/кг}$; $d_n = 0,088 \text{ г/кг}$;

для теплого периода — $t_n = 26,2^\circ\text{C}$, $\phi_n = 74\%$; $I_n = 66,09$ кДж/кг; $d_n = 15,59$ г/кг. Нормируемая температура воды в бассейне — 28°C . Расчетные параметры воздуха в помещении бассейна — $t_b = 30^\circ\text{C}$; $\phi_b = 60\%$; $d_b = 15,77$ г/кг., $I_b = 70,48$ кДж/кг, $t_m = 23,77^\circ\text{C}$, $t_p = 21,37^\circ\text{C}$. Сопротивление теплопередачи через остекление $R_{ог} = 0,54$ м²·°C/Вт.

Необходимо проверить наружные остекления на соблюдение условий невыпадения конденсата на их внутренних поверхностях. Температурный перепад ($t_b - t_{ог}$), характеризующий возможность выпадения конденсата будет равен:

$$(t_b - t_{ог}) = n (t_b - t_n) / R_{ог} \cdot \alpha_в = 1 \cdot (30 - (-26,2)) / 0,54 \cdot 8,7 = 11,96^\circ\text{C};$$

где $\alpha_в$ — определяется по табл. 4 СНиП 11-3-79**.

Тогда температура внутренней поверхности остекления будет равна:

$$t_{ог} = t_b - 11,96 = 18,04^\circ\text{C}.$$

Температура точки росы внутреннего воздуха при заданных внутренних температурно-влажностных условиях определится по I-d диаграмме на пересечении линии постоянного влагосодержания $d_b = 15,77$ г/кг с кривой насыщения ($\phi = 100\%$), то есть $t_p = 21,37^\circ\text{C}$.

Для выполнения условий невыпадения конденсата температура на внутренней поверхности ограждения должна быть на $1-2^\circ\text{C}$ выше t_p , то есть $t_{ог} > 22,37^\circ\text{C}$, что значительно выше фактического значения $t_{ог.ф.} = 18,04^\circ\text{C}$.

Так как изменить строительное решение не представляется возможным, для обеспечения невыпадения конденсата необходимо в зону остекления подать сухой воздух с температурой выше температуры внутреннего воздуха равномерно распределенными настилающимися струями с относительно высокой скоростью, обеспечивая таким образом повышение температуры ограждения и низкую степень контакта внутреннего влажного воздуха с низкотемпературной поверхностью остекления.

В теплый период года количество теплоты, поступающее в помещение через светопрозрачные ограждения, определится по формуле:

$$Q_{i\alpha\epsilon} = (q_i^{\hat{a}} \hat{E}_{\epsilon i \hat{n}, \hat{a}} + q_{\delta}^{\hat{a}} \hat{E}_{i \delta \hat{a}\epsilon}) \hat{E}_{i \delta i} \cdot \tau_2 \cdot F_i, \text{А}\hat{o};$$

где $q_i^{\hat{a}}$, $q_{\delta}^{\hat{a}}$ - количество теплоты соответственно прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающее в помещение в июле через световые проемы (расчетный час 11–13, широта г. Новокузнецк 56°). Для Восточной стороны они соответственно равны 37 Вт/м² и 67 Вт/м², для Северного направления – 0 Вт/м² и 55 Вт/м².

$K_{отн}$ — коэффициент относительного проникания солнечной радиации для двойного остекления толщиной до $3,5$ мм. принимаем равным $0,95$;

τ_2 — коэффициент, учитывающий затенение переплетами и загрязнение атмосферы, принимаем равным — 0,85;

$\hat{E}_{\tilde{e}i\tilde{n},\tilde{a}}$ — коэффициент инсоляции, принимаем равным — 0,907;

$\hat{E}_{i\tilde{a}\tilde{e}}$ — коэффициент облучения, принимается равным — 1.

С учетом всех вышеуказанных значений, тепловой поток от солнечной радиации в помещение бассейна составит:

С Востока:

$$Q_{i\tilde{a}\tilde{e}} = (37 \cdot 0,907 + 67 \cdot 1) 0,95 \cdot 0,85 \cdot 26,97 = 1492,7 \text{ Вт};$$

С Севера:

$$Q_{i\tilde{a}\tilde{e}} = (0 \cdot 0,907 + 55 \cdot 1) 0,95 \cdot 0,85 \cdot 87,51 = 3886,54 \text{ Вт};$$

Суммарный тепловой поток составит:

$$\sum Q_{i\tilde{a}\tilde{e}} = 1492,7 + 3886,54 = 5379,24 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от занимающихся составит:

$$Q_{\tilde{e},\tilde{q}\tilde{a}i} = n \cdot q_{\tilde{e}} = 48 \cdot 132 = 6336 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от зрителей составит:

$$Q_{\tilde{e},\tilde{q}\tilde{o}} = n \cdot q_{\tilde{e}} = 100 \cdot 40 = 4000 \text{ Вт};$$

где $q_{\tilde{e}}$ - количество теплоты от одного занимающегося (зрителя) при условии легкой работы (состояния покоя), Вт/чел.

Тепловыделения от освещения $Q_{i\tilde{n}\tilde{a}} = 2957 \text{ Вт}.$

Теплопоступления от теплого пола $Q_{i\tilde{t}\tilde{e}} = 2196 \text{ Вт}.$

Количество теплоты, поступающее в помещение с испаряющимся потоком влаги ($W_{\text{и}}$), определяется из выражения:

$$Q_u = 0,68 \cdot (W_u + W_{\text{л}}) \cdot 1000 = 0,68 \cdot (89,944 + 5,74 + 18,3) \cdot 1000 = 77509 \text{ Вт};$$

где $W_{\text{и}}$ — суммарное количество влаги (кг/ч), испаряющейся с открытой водной поверхности зеркала бассейна и со смоченных поверхностей, прилегающих к водному зеркалу определится из выражения:

$$W_{\tilde{e}} = W_{i\tilde{o}\tilde{e}} + W_{\tilde{n}}, \tilde{a} / \div.$$

Количество влаги, испаряющееся со смоченной поверхности пола $W_{\text{см}}$ определится по выражению:

$$W_{см} = 0,006 \cdot (t_в - t_м) F_{см} = 0,006 \cdot (30 - 23,77) \cdot 0,4 \cdot 384 = 5,74 \text{ кг/ч.}$$

Количество влаги, испаряющееся с открытой поверхности воды:

$$W_{отк} = [e \cdot (P_w - P_1) / 1000] \cdot F_{отк} = 20 \cdot (38 - 27,2) \cdot 384 / 1000 = 89,944 \text{ кг/ч,}$$

где «е» — эмпирический коэффициент для условий общественных бассейнов с нормальной активностью купающихся принимается равным «20»;

P_w — давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды, равной 28°C, составит 38 кПа;

P_1 — парциальное давление насыщенных водяных паров при температуре воздуха 30°C и относительной влажности 60% составит 27,2 кПа.

$W_{л}$ — количество влаги, выделяемое занимающимися и зрителями, (кг/ч).

Количество влаги, выделяемое занимающимися составит:

$$W_{э.зр} = n \cdot w_{э} = 48 \cdot 225 = 10,8 \text{ г/ч.}$$

Количество влаги, выделяемое зрителями составит:

$$W_{э.зр} = n \cdot w_{э} = 100 \cdot 75 = 7,5 \text{ г/ч.}$$

Количество влаги, выделяемое людьми составит:

$$W_{э} = 10,8 + 7,51 = 18,3 \text{ г/ч.}$$

Минимально требуемое количество наружного воздуха в холодный период года определится из условия удаления избытков влаги по выражению :

$$G_{пр.з} = ((W_u + W_{л}) / (d_в - d_u)) \cdot 1000 = ((113,984) / (15,77 - 0,088)) \cdot 1000 = 7268,5 \text{ кг/ч.}$$

Или

$$L_{пр.л} = 7268,5 / 1,2 = 6057 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Максимальное количество воздуха требуется подать в теплый период года и это количество будет равно:

$$G_{пр.л} = (113,984 / (15,77 - 15,59)) \cdot 1000 = 633244 \text{ кг/ч.}$$

Или

$$L_{пр.л} = 633244 / 1,2 = 527704 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Рассчитанная по влаге величина воздухообмена не должна быть ниже нормируемых минимальных значений по объему помещения закрытого бассейна, которая в соответствии со СНиП 2.08.02.89 принимается равной 3–5

кратному объему в час. Причем, большая величина относится к объему вытяжной системы вентиляции.

Объем помещения бассейна $V_6=5288,5 \text{ м}^3$, тогда минимально требуемый воздухообмен по объему помещения составит: $L_{об}=5288,5 \cdot 3= 15865,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Максимально требуемое количество воздуха по объему составит: $L_{об}=5288,5 \cdot 5= 26442,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Исходя из полученных результатов, принимается приточная установка, рассчитанная на среднее по объему количество приточного воздуха, то есть $21200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Вытяжная установка принимается из расчета максимально требуемого количества воздуха по объему, то есть $26450 \text{ м}^3/\text{ч}$, обеспечивая таким образом 20% разряжение в помещении бассейна.

Исходя из минимальной нормы воздухообмена $80 \text{ м}^3/\text{час}$ на одного занимающегося и $20 \text{ м}^3/\text{час}$ на одного зрителя получаем минимальное количество наружного воздуха $L_{пр.з}=80 \cdot 48+20 \cdot 100=5840 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $G_{пр.з}=7008 \text{ кг/ч}$ для зимнего режима.

Минимальная норма приточного воздуха меньше требуемого количества приточного воздуха для ассимиляции влаги в зимний период. Дальнейшие расчеты будем вести по большей величине.

Исходя из полученных результатов по необходимому количеству воздуха для ассимиляции влаговыделений в зимний период, проектируем две приточные установки по $10600 \text{ м}^3/\text{ч}$ притока $13225 \text{ м}^3/\text{ч}$ вытяжки. В зимний период будут работать две установки с 20%-ой рециркуляцией. В летний период – полностью на наружном воздухе.

Из-за малой разности влагосодержания приточного и внутреннего воздуха в летний период, для ассимиляции влаговыделений требуется воздух в количестве $L_{пр.л}=633244/1,2=527704 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для принятого решения необходимо снизить расход приточного воздуха с $527704 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $21200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это достигается путем осушения приточного воздуха в зале бассейна. Для ассимиляции влаги, влагосодержание приточного воздуха должно быть равно:

$$d_i^1 = d_a - \frac{(W_{\dot{e}} + W_{\dot{e}}) \cdot 1000}{G_{i\dot{a},\dot{e}}} = 15,77 - \frac{113,984 \cdot 1000}{21200 \cdot 1,2} = 11,29 \text{ г/кг}$$

Следовательно, приточный воздух необходимо осушать, удалив из него влагу в количестве:

$$W_{\dot{c}} = G_{i\dot{a},\dot{e}} \cdot (d_a - d_a^1) / 1000 = 25440(15,77 - 11,29) / 1000 = 113,984 \text{ г/кг}$$

Как видно из расчетов, подаваемый приточный воздух в летний период не будет поглощать влагу в помещении детского бассейна.

Удаление влаги производится зональными осушителями General Climate предназначенные для осушения воздуха в помещении бассейнов.

Технические характеристики осушителя:

Производительность по влаге: 90 л/сут;

Производительность вентилятора: 750 м³/час;

Параметры электросети: 220В, 50Гц;

Потребляемая мощность: 1,56 кВт;

Марка фреона: R22;

Уровень шума: <52 дБ(А);

Степень защиты: IP24.

По данным характеристикам, для удаления 113,984 кг/час влаги необходимо установить 30 осушителей указанной марки.

5.6.3 Построение процесса вентиляции в Н-d диаграмме.

Построение процесса в Н-d диаграмме необходимо для качественной оценки процесса вентиляции в помещении. Из графического изображения процесса в Н-d диаграмме снимаем параметры наружного и внутреннего воздуха, а так же промежуточные состояния воздуха при его обработке и транспортировке по воздуховодам.

5.6.3.1 Построение процесса вентиляции в Н-d диаграмме для детского бассейна.

Зимний период (рисунок 5.1)

На Н-d диаграмме наносим точки с параметрами наружного (Н) и внутреннего воздуха (В).

Определяем направление луча процесса ε, характеризующего процесс ассимиляции тепла и влаги в помещении приточным воздухом:

$$\varepsilon = 3,6 \frac{Q_e + Q_{i\ddot{n}\ddot{a}} + Q_{\ddot{e}}}{W_{\ddot{n}\ddot{i}} + W_{i\ddot{o}\ddot{e}} + W_{\ddot{e}}} = 3,6 \frac{2640 + 720 + 12482,76}{0,896 + 12,96 + 4,5} = 3107 \text{ г/кг} / \text{г/кг}$$

Как уже отмечалось, в зимний период система вентиляции будет с 20-ти % рециркуляцией. Во избежание выпадения конденсата, при охлаждении ниже точки росы, в процессе рециркуляции внутреннего воздуха и его смешения с наружным второй подогревается до безопасной температуры. По данным [11,12] данная температура определяется 10...15°C. Принимаем температуру после первой ступени подогрева 10 °C.

i-d диаграмма влажного воздуха

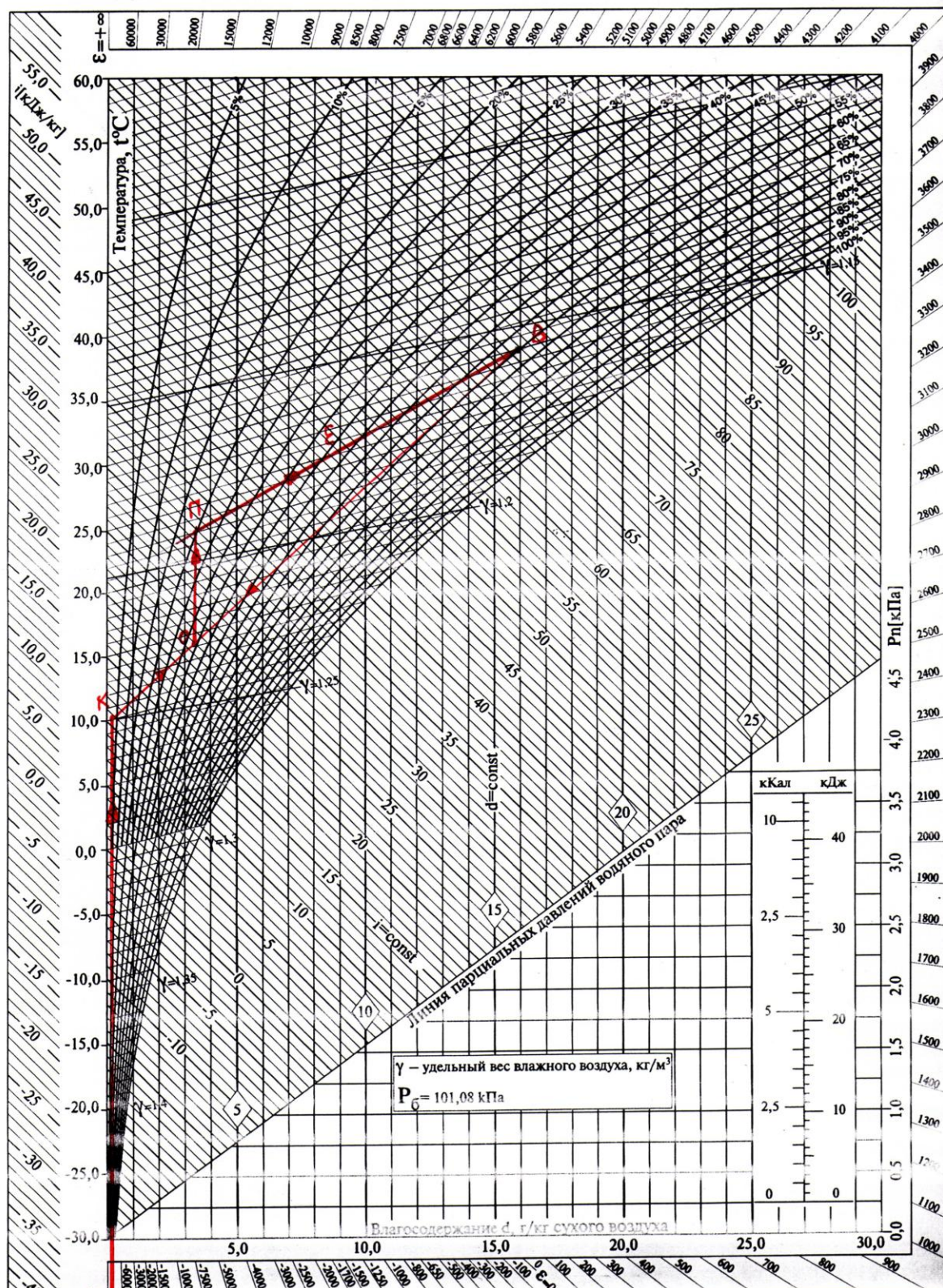


Рис. 5.1 Процесс вентиляции для детского бассейна (зима)

Из точки В проводим луч процесса ε. Из точки Н проводим прямую параллельную постоянным линиям влагосодержания до пересечения с изотермой 10 °С (точка К). В процессе смешения внутреннего и наружного воздуха точки К и В соединяются прямой и на этой прямой откладываются отрезки равные процентному содержанию того или иного воздуха в смеси. В данном случае откладываем 0,8 длины соединяющего отрезка от точки В и 0,2 длины отрезка от точки К. полученная точка О является точкой смешения потоков наружного и внутреннего воздуха. Смесь потоков поступает на калорифер второго подогрева. Данный процесс изображается линией из точки О параллельно линиям постоянного влагосодержания до пересечения с лучом процесса (точка П). Воздух в состоянии точки П поступает в помещение. Аналогичным образом будут построены процессы обработки воздуха в приточных установках для помещения 221 (большой бассейн) в режиме присутствия в нем зрителей и без них.

Количество тепла, затрачиваемое в подогревателе первой ступени равно:

$$Q_1 = L \cdot \rho \cdot c \cdot (10 - (40)) / 3600 = 1600 \cdot 1.25 \cdot 1005 \cdot 50 / 3600 = 27.92 \text{ кВт}.$$

Количество тепла, затрачиваемое в подогревателе второй ступени равно:

$$Q_2 = L \cdot \rho \cdot (i_i - i_r) / 3600 = 2000 \cdot 1.25 \cdot (32000 - 23000) / 3600 = 6.25 \text{ кВт}.$$

Суммарная потребляемая тепловая мощность приточной установки для детского бассейна равна:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 = 27.92 + 6.25 = 34.17 \text{ кВт}.$$

Количество теплоносителя с параметрами 95/70 для систем приточной вентиляции детского бассейна равно:

$$G = \frac{\sum Q}{c \Delta t} = \frac{34170}{4187 \cdot (95 - 70)} = 0.326 \text{ м}^3/\text{с} = 1175.2 \text{ л/с}.$$

Летний период (рисунок 5.2)

Определяем направление луча процесса ε, характеризующего процесс ассимиляции тепла и влаги в помещении приточным воздухом:

$$\varepsilon = 3.6 \frac{Q_e + Q_{i \text{ н} \text{ а}} + Q_e + Q_{i \text{ в} \text{ е}} + Q_{i \text{ в} \text{ е}}}{W_{\text{н} \text{ а}} + W_{i \text{ в} \text{ е}} + W_e} = 3.6 \frac{2640 + 720 + 12482.76 + 2080.6 + 2340}{0.896 + 12.96 + 4.5} = 3974 \text{ г/кг}.$$

i-d диаграмма влажного воздуха

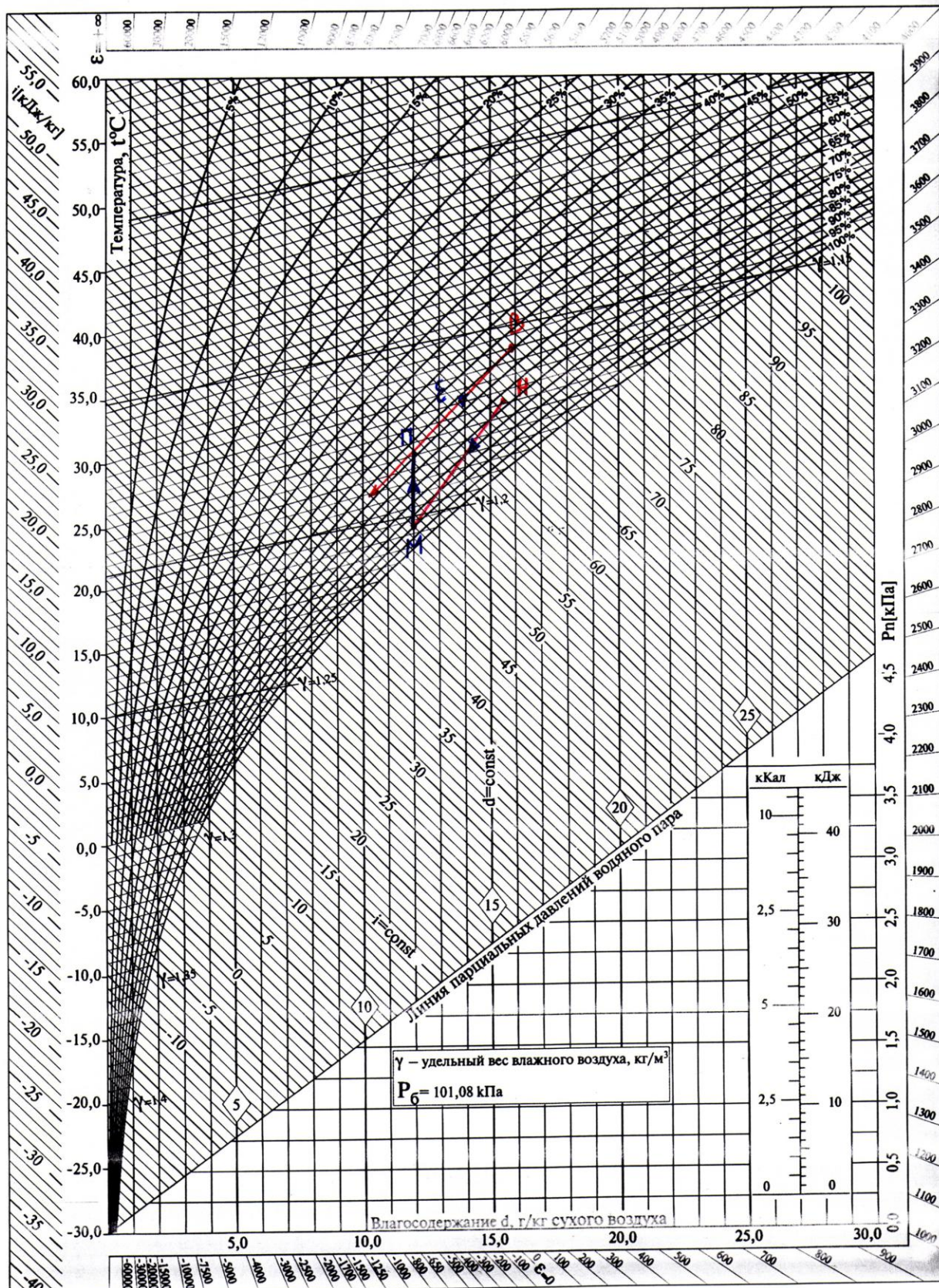


Рис. 5.2 Процесс вентиляции для детского бассейна (лето)

Летом в помещении бассейна ведется зональное осушение приточного воздуха до $d=11,95$ г/кг. Процесс идет политропно от точки Н до точки М ($\phi=90\%$). От точки М до точки П по $d=\text{const}$ нагрев воздуха проходит в осушителях воздуха.

Аналогичным образом будут построены процессы обработки воздуха в приточных установках для помещения 221 (большой бассейн) в режиме присутствия в нем зрителей и без них.

Таблица 8. Воздухообмен в помещениях

№ Помещения	Наименование помещения	Строительный объем, м3	Метод определения воздухообмена	Вытяжка					Приток			Примечания
				По вредностям		По кратности		Кратность м³/ч	Кол-во, м3/ч	№ сист.	Кратность м³/ч	
				Кол-во, м³/ч	№ сист.	Кол-во, м³/ч	№ сист.					
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Первый этаж												
101	Вестибюль	768,02	По кратности						1536,04	П5	2,0	
104	Помещение охраны	43,89	По кратности			87,78	В5	2,0	131,67	П5	3,0	
105	Касса	28,42	По кратности			56,85	В5	2,0	85,27	П5	3,0	
106	Гардеробная	118,26	По кратности			236,51	В1	2,0				
107	Раздевальная	131,93	По кратности			263,85	В1	2,0	263,85	П1	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	21,27	По кратности			212,72		10,0	106,36		5,0	
	С/У	22,10	50 м. куб. на унитаз			100,00		4,2				
108	Раздевальная	107,70	По кратности			215,39	В1	2,0	215,39	П1	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	21,27	По кратности			212,72		10,0	106,36		5,0	
	С/У	22,10	50 м. куб. на унитаз			100,00		4,2				
110	Раздевальная	107,70	По кратности			215,39	В1	2,0	215,39	П1	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	21,27	По кратности			212,72		10,0	106,36		5,0	
	С/У	22,10	50 м. куб. на унитаз			100,00		4,2				
112	Раздевальная	131,93	По кратности			263,85	В1	2,0	263,85	П1	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	21,27	По кратности			212,72		10,0	106,36		5,0	
	С/У	22,10	50 м. куб. на унитаз			100,00		4,2				
115	Инвентарная	159,18	По кратности			159,18	В11	1,0				
116	Зал. Индив. Силовой пдготовки	356,32	80 м. куб. на чел			800,00	В11		800,00	П2		
117	Инвентарная	57,54	По кратности			57,54	В11	1,0				
118	Венткамера	198,00	По кратности			594,00	В11	3,0	396,00	П2	2,0	
119	Тренерская М	66,36	По кратности			132,73	В4	2,0	199,09	П1	3,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душ	15,41	По кратности			154,11		10,0	77,06		5,0	
	С/У	6,72	50 м. куб. на унитаз			50,00						

121	Эл. Щитовая	20,10	По кратности			40,19	B9	2,0				Естественно
122	Кабинет врача	52,47	По кратности			52,47	B4	1,0	52,47	П1	1,0	
123	Мастерская	40,26	По кратности			120,78	B4	3,0	80,52	П1	2,0	
124	Венткамера	235,03	По кратности			705,08	B4	3,0	470,05	П1	2,0	
125	Тренерская Ж	84,55	По кратности			169,09	B3	2,0	253,64	П1	3,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душ	15,33	По кратности			153,30		10,0	76,65		5,0	
	С/У	6,72	50 м. куб. на унитаз			50,00						
126	Быт помещ Ж	78,47	По кратности			235,42	B3	3,0	156,95	П5	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душ	15,33	По кратности			153,30		10,0	76,65		5,0	
	С/У	6,72	50 м. куб. на унитаз			50,00						
127	Быт помещ М	78,87	По кратности			236,61	B3	3,0	157,74	П5	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душ	15,33	По кратности			153,30		10,0	76,65		5,0	
	С/У	6,72	50 м. куб. на унитаз			50,00						
128	Венткамера	175,30	По кратности			525,89	B6	3,0	350,59	П3	2,0	
129	Тех помещение	46,53	По кратности			46,53	B6	1,0				
130	Водоподготовка	144,34	По кратности			433,03	B6	3,0	288,68	П3	2,0	
131	Насосная	95,63	По кратности			286,90	B6	3,0	191,27	П3	2,0	
132	Теплоузел	99,53	По кратности			298,58	B6	3,0	199,06	П3	2,0	
136	Склад реагентов	32,70	По кратности			65,40	B7	2,0				
137	Инвентарная	67,72	По кратности			67,72	B2	1,0				
138	Тренерская	64,41	По кратности			128,82	B2	2,0	193,23	П3	3,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душ	13,47	По кратности			134,69		10,0	67,35		5,0	
	С/У	6,72	50 м. куб. на унитаз			50,00						
139	Водоподготовка	100,13	По кратности			300,39	B6	3,0	200,26	П3	2,0	
140	Лаборатория	35,72	По кратности			107,16	B6	3,0	71,44	П3	2,0	
			400 м.куб.местн отсос	400,00	B7	400,00						Зонт 800x800
141	Регистратура	45,60	По кратности			45,60	B6	1,0				
142	С/У для посетите	43,89	100 м.куб. на 1 унит			200,00	B6	4,2				
143	Комната убор инвен	18,35	По кратности			18,35	B6	1,0				Вытяжка через душ
	Душ		25 м.куб на кабинку			25,00						
144	Комната убор инвен	18,01	По кратности			18,01	B6	1,0				Вытяжка через душ
	Душ		25 м.куб на кабинку			25,00						
145	Гардероб	242,21	По кратности			484,42	B6	2,0				
147	Раздевальная	111,30	По кратности			222,60	B2	2,0	222,60	П5	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	29,60	По кратности			296,02		10,0	148,01		5,0	

	С/У	11,70	50 м. куб. на унитаз			100,00						
148	Раздевальная	111,64	По кратности			223,29	B2	2,0	223,29	П5	2,0	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	29,60	По кратности			296,02		10,0	148,01		5,0	
	С/У	11,70	50 м. куб. на унитаз			100,00						
149	Детский бассейн	488,98	По вредностям		B8	2000			2000	П4		
150	Зал ожидания	183,73	По кратности			183,73	B6	1,0				
151	Спортзал	12938,43	80 м. куб. на за-ся		B12	5120,00			5120,00	П8		
			20 м. куб. на зрителя			4000,00			4000,00			
Второй этаж												
201	Фойе с зоной отдыха	1125,28	По кратности						2250,56	П9	2,00	
202	Буфет	350,92	По кратности			1754,60	B5	5,00				
203	Регистратура	43,04	По кратности			43,04	B1	1,00				
204	Подсобная буфета	35,92	По кратности			35,92	B1	1,00				
205	С/У М	24,64	100 м.куб. на 1 унитаз			100,00	B1					
206	С/У Ж	24,64	100 м.куб. на 1 унитаз			100,00	B1					
207	Раздевальная	398,59	По кратности			797,18	B3	2,00	797,18	П7	2,00	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	74,64	По кратности			746,36		10,00	373,18		5,00	
	С/У	35,79	100 м.куб. на 1 унитаз			200,00		6,57				
208	Раздевальная	398,59	По кратности			797,18	B3	2,00	797,18	П7	2,00	Вытяжка ч/з душевую
	Душевая	74,64	По кратности			746,36		10,00	373,18		5,00	
	С/У	35,79	100 м.куб. на 1 унитаз			200,00		6,57				
210	Подсобное помещ	81,64	По кратности			81,64	B4	1,00				
211	Инвентарная	77,69	По кратности			77,69	B4	1,00				
212	Помещ. Убор. Инвен	30,55	По кратности			61,10	B4	2,00	61,10	П7	2,00	Вытяжка через душ
	Душ		25 м.куб.ч на 1 душ			25,00						
213	Инвентарная	99,55	По кратности			99,55	B4	1,00				
214	Кабинет тренера	62,65	По кратности			125,30	B4	2,00	187,95	П6	3,00	
215	Лаборотория	95,08	По кратности			285,24	B4	3,00	190,16	П6	2,00	
			400 м.куб.местн отсос	400,00	B7'	400,00						
216	Зал подготов занятия	911,95	80 м.куб. на чел			800,00	B4	1,00	800,00	П7	1,00	
217	Венткамера	270,00	По кратности			810,00	B11	3,00	540,00	П2	2,00	
218	Помещение для отдыха	144,54	По кратности			433,62	B11	3,00	433,62	П2	3,00	
219	Методическая	102,10	По кратности			204,19	B11	2,00	306,29	П2	3,00	
220	Кладовая	47,63	По кратности			47,63	B11	1,00				
221	Бассейн	5280,94	По вредностям		B10	26450,00			21200,00	П6		
222	Тех помещение	31,07	По кратности			31,07	B2	1,00				

223	Помещ. Убор. Инвен	18,14	По кратности		36,29	B2	2,00	36,29	П9	2,00	Вытяжка через душ
	Душ		25 м.куб.ч на 1 душ		25,00						
224	Тренеская	134,17	По кратности		268,34	B2	2,00	402,52	П9	3,00	Вытяжка ч/з душевую
	С/У		50 м. куб. на унитаз		50,00						
	душ		25 м.куб.ч на 1 душ		25,00						
225	Тренеская	134,17	По кратности		268,34	B2	2,00	402,52	П9	3,00	Вытяжка ч/з душевую
	С/У		50 м. куб. на унитаз		50,00						
	душ		25 м.куб.ч на 1 душ		25,00						
226	С/У для персонала		50 м. куб. на унитаз		100,00	B2					
227	Нач спасат служб	66,46	По кратности		132,91	B2	2,00	199,37	П9	3,00	
228	Медсестра	75,46	По кратности		75,46	B2	1,00	75,46	П9	1,00	
230	Буфет	177,70	По кратности		888,51	B5	5,00				
231	Кладовка хоз	28,19	По кратности		56,38	B5	2,00	56,38	П9	2,00	
232	Подсобная буф	36,79	По кратности		36,79	B5	1,00				
233	Комната коменды	65,48	По кратности		130,97	B5	2,00	196,45	П9	3,00	
234	Кабинет инженер	67,82	По кратности		135,65	B5	2,00	203,47	П9	3,00	
235	Бухгалтерия	67,82	По кратности		135,65	B5	2,00	203,47	П9	3,00	
236	Кабинет директора	136,80	По кратности		273,60	B5	2,00	410,40	П9	3,00	
237	Приемная	67,18	По кратности		161,22	B5	2,40	201,53	П9	3,00	
238	Гл. инженер	65,95	По кратности		131,90	B5	2,00	197,86	П9	3,00	
239	Галерея	216,00	По кратности		648,00	B5	3,00	648,00	П9	3,00	
								Итого приточного воздуха, м³/ч	64019,00		
								Итого вытяжного воздуха, м³/ч	55778,25		

6. Аэродинамический расчет

Воздуховоды и каналы необходимо проектировать в соответствии с требованиями СНиП, учитывая возможности максимальной индустриализации строительно-монтажных работ и применение при этом сборных конструкций из унифицированных деталей, изготавливаемых на заводах или в заготовительных мастерских.

Расчет проводят с целью определения размеров поперечного сечения участков сети. В системах с механическим побуждением движения воздуха потери давления определяют выбор вентилятора. В этом случае подбор размеров поперечного сечения воздуховодов проводят по допустимым скоростям движения воздуха.

Потери давления ΔP , Па, на участке воздуховода длиной l м определяют по формуле:

$$\Delta P = R\beta l + Z, \text{ Па}$$

где R – удельные потери давления на 1 м воздуховода, Па/м определяются по табл. 12.17 [12]

β -коэффициент, учитывающий фактическую шероховатость стенок воздуховода, определяем по табл. 12.14 [12]

Z -потери давления в местных сопротивлениях, Па, определяем по формуле:

$$Z = \sum \xi \cdot P_g, \text{ Па}$$

где P_g – динамическое давление воздуха на участке, Па, определяем по табл. 12.17 [12]

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Аэродинамический расчет состоит из 2 этапов:

- 1) расчета участков основного направления;
- 2) увязка ответвлений.

Последовательность расчета.

1. Определяем нагрузки расчетных участков, характеризующихся постоянством расхода воздуха;
2. Выбираем основное направление, для чего выявляем наиболее протяженную цепь участков;
3. Нумеруем участки магистрали и ответвлений, начиная с участка, наиболее удаленного с наибольшим расходом.

4. Размеры сечения воздуховода определяем по формуле:

$$F^{iD} = \frac{L}{3600 \cdot g_D}, \text{ м}^2;$$

где L –расход воздуха на участке, м³/ч;

g_D - рекомендуемая скорость движения воздуха м/с, определяем по табл. 11.3 [12].

5. Зная ориентировочную площадь сечения, определяем стандартный воздуховод и рассчитываем фактическую скорость воздуха:

$$g_o = \frac{L}{3600 \cdot F_o}, \text{ м} / \text{с};$$

6. Определяем R, P_g по табл. 22.15 [12].

7. Определяем коэффициенты местных сопротивлений.

8. Общие потери давления в системе равны сумме потерь давления в воздуховодах по магистрали и в вентиляционном оборудовании:

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2g}, \text{ Па};$$

9. Методика расчета ответвлений аналогична.

10. Далее производим увязку всех остальных участков системы, которую проводят, начиная с самых протяженных ответвлений. Методика увязки ответвлений аналогична расчету участков основного направления. Разница состоит лишь в том, что при увязке каждого ответвления известны потери в нем. Потери от точки разветвления до конца ответвления должны быть равны потерям от той же точки до конца главной магистрали, т.е. $(R \cdot l + Z)_{отв} = (R \cdot l + Z)_{парал.уч.}$. Для расчета ответвления применяется способ последовательного подбора. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15%:

$$\frac{(R \cdot l + Z)_{отв} - (R \cdot l + Z)_{паралуч}}{(R \cdot l + Z)_{паралуч}} \cdot 100\% \leq 15\%$$

Рассмотрим пример расчета аэродинамики общего для всех ответвлений, последнего участка воздуховода и увязку следующих за ним ответвлений. Расчет на примере приточной системы ПЗ с ответвлением на помещение 138.

Длина воздуховода составляет L=4 метра, расход через участок G=290 м³/ч, размеры воздуховода 250х250мм, живое сечение S=0,06 м².

Так как этот участок магистральный то предельно-допустимая скорость воздуха для общественных зданий 8 м/с, зная это по таблице 22.15 [12] находим скорость, линейное сопротивление воздухопровода и динамическое давление воздуха для эквивалентного диаметра 250мм. Затем находим линейные потери давления на участке.

$$Rl = 0,12 \cdot 4 = 0,48 \text{ Па}.$$

Находим местные потери, умножая динамическое давление на участке на сумму местных сопротивлений.

$$Z = P_g \cdot \sum \zeta = 1,57 \cdot 2,4 = 3,77 \text{ Па}.$$

Произведем увязку на ответвлениях и магистрали при помощи дроссель-клапана. По суммарным потерям давления найденных при помощи аэродинамического расчета одного ответвления и магистрали, уравниваем систему приточной вентиляции. Чтобы на двух ответвления с разными расходами были одинаковые сопротивления. Сделаем это при помощи местного сопротивления используя дроссельный клапан. Суммарные сопротивления на магистрали - 67 Па, возьмем их за эталон. Рассматриваем конечный участок магистрали как ответвление. Потери давления на данном ответвлении равны 15,8 Па.

Ответвление на помещение 138 имеет сумму линейных сопротивление равную 3 Па, сумму местных сопротивлений без исследуемого участка – 4,4 Па. Следовательно нужно сопротивление на этом участке:

$$15,8 - (3 + 4,4) = 8,4 \text{ Па};$$

Зная что динамическое давление на этом участке $P_g = 2,2 \text{ Па}$, то коэффициент нужного местного сопротивления :

$$x = \frac{8,4}{2,2} = 3,82.$$

Создаем этот коэффициент при помощи дроссельного клапана.

Результаты аэродинамического расчета воздухопроводов сводим в таблицу 9 «Расчет аэродинамики систем вентиляции».

Таблица 9. Расчет аэродинамики систем вентиляции

Номер участка	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$I, \text{ м}$	$A, \text{ м ширина воздуховода}$	$B, \text{ м высота воздуховода}$	$d, \text{ м}$	$S, \text{ Жив. сеч. воздуховода, м}^2$	$v, \text{ м/с}$	$R, \text{ мм. вод. ст./м}$	Линейные потери уч-ка, Па	Сумма коэф. Местных сопротивлений участка	$P_d, \text{ Динамическое давление, Па}$	$Z=P_d*\text{Сумму Местн. Сопрот., Па}$	Сумма аэродинамических и местных потерь участка, Па	Сумма потерь, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Магистраль приточной вентиляции П1														
1	370,21	3,30	0,15	0,10	0,12	0,02	6,86	0,50	16,19	1,10	2,87	3,16	19,35	86,38
2	691,96	6,40	0,20	0,20	0,20	0,04	4,81	0,09	5,65	1,00	1,41	1,41	7,06	
3	1013,71	6,40	0,20	0,20	0,20	0,04	7,04	0,17	10,67	1,00	3,03	3,03	13,70	
4	1383,92	4,60	0,25	0,25	0,25	0,06	6,15	0,18	8,12	1,10	2,31	2,55	10,67	
5	1714,21	2,25	0,25	0,25	0,25	0,06	7,62	0,26	5,74	3,80	3,55	13,49	19,23	
6	2593,40	14,20	0,50	0,25	0,33	0,13	5,76	0,10	13,93	1,20	2,03	2,44	16,37	
Ответвление магистрали П1														
1	439,59	4,30	0,25	0,25	0,25	0,06	1,95	0,04	1,48	1,00	0,23	0,23	1,71	9,57
2	879,19	5,50	0,25	0,25	0,25	0,06	3,91	0,08	4,32	3,80	0,93	3,55	7,87	
Магистраль приточной вентиляции П2														
1	306,29	4,30	0,15	0,10	0,12	0,02	5,67	0,30	12,65	3,50	1,97	6,89	19,54	41,16
2	739,91	0,60	0,25	0,15	0,19	0,04	5,48	0,18	1,06	3,50	1,84	6,43	7,49	
3	1279,91	4,20	0,40	0,25	0,31	0,10	3,56	0,05	1,85	4,20	0,77	3,25	5,10	
4	2475,91	12,00	0,40	0,40	0,40	0,16	4,30	0,05	5,30	3,30	1,13	3,73	9,03	
Магистраль приточной вентиляции П3														
1	1139,84	10,25	0,25	0,25	0,25	0,06	5,07	0,12	12,07	2,40	1,57	3,77	15,83	66,77
2	1561,88	20,05	0,25	0,25	0,25	0,06	6,94	0,22	43,27	2,60	2,95	7,66	50,93	
Магистраль приточной вентиляции П4														
1	2000,00	8,70	0,30	0,25	0,27	0,08	7,41	0,22	18,78	3,90	3,36	13,09	31,86	97,28
2	4000,00	8,15	0,40	0,40	0,40	0,16	6,94	0,12	9,59	1,40	2,95	4,13	13,72	

3	4000,00	38,40	0,40	0,40	0,40	0,16	6,94	0,12	45,20	2,20	2,95	6,49	51,69	
Магистраль приточной вентиляции П5														
1	370,61	2,60	0,25	0,15	0,19	0,04	2,75	0,07	1,79	3,40	0,46	1,57	3,35	164,51
2	741,23	3,00	0,25	0,15	0,19	0,04	5,49	0,20	5,89	1,40	1,84	2,58	8,47	
3	958,17	17,20	0,25	0,15	0,19	0,04	7,10	0,35	59,06	1,80	3,08	5,55	64,60	
4	2494,21	21,00	0,40	0,25	0,31	0,10	6,93	0,20	41,20	4,90	2,94	14,39	55,59	
5	2962,20	6,50	0,40	0,25	0,31	0,10	8,23	0,22	14,03	4,46	4,14	18,47	32,50	
Магистраль приточной вентиляции П6														
1	8000,00	22,75	0,80	0,40	0,53	0,32	6,94	0,08	17,85	4,30	2,95	12,68	30,54	86,66
2	16000,00	17,40	1,25	0,60	0,81	0,75	5,93	0,04	6,32	2,70	2,15	5,80	12,11	
3	20800,00	14,30	1,25	0,60	0,81	0,75	7,70	0,06	8,42	3,46	3,63	12,56	20,98	
4	24000,00	26,80	1,80	0,60	0,90	1,08	6,17	0,03	7,89	6,50	2,33	15,15	23,04	
Магистраль приточной вентиляции П7														
1	1170,36	5,70	0,25	0,25	0,25	0,06	5,20	0,14	7,83	3,50	1,65	5,79	13,62	113,34
2	2340,71	16,70	0,40	0,25	0,31	0,10	6,50	0,14	22,94	1,90	2,59	4,91	27,85	
3	2401,81	1,00	0,40	0,25	0,31	0,10	6,67	0,15	1,47	2,00	2,72	5,44	6,92	
4	3201,81	18,70	0,50	0,25	0,33	0,13	7,12	0,16	29,35	11,50	3,10	35,61	64,96	
Магистраль приточной вентиляции П8														
1	0,00	59,40	0,50	0,40	0,44	0,20	0,00	0,09	52,44	3,90	0,00	0,00	52,44	64,54
2	0,00	20,55	0,80	0,50	0,62	0,40	0,00	0,06	12,10	3,20	0,00	0,00	12,10	
Магистраль приточной вентиляции П9														
1	1449,28	5,00	0,50	0,25	0,33	0,13	3,22	0,04	1,72	8,10	0,63	5,14	6,86	70,39
2	2898,56	16,60	0,50	0,25	0,33	0,13	6,44	0,12	19,54	10,50	2,54	26,64	46,19	
3	5484,26	6,85	0,60	0,40	0,48	0,24	6,35	0,09	6,05	1,50	2,46	3,70	9,74	
4	5484,26	18,00	0,50	0,80	0,62	0,40	3,81	0,03	4,59	3,40	0,89	3,02	7,61	
Вытяжная система В1														
1	576,57	11,60	0,15	0,15	0,15	0,02	7,12	0,40	45,52	6,10	3,10	18,90	64,42	108,79
2	1004,68	2,40	0,30	0,25	0,27	0,08	3,72	0,07	1,65	1,15	0,85	0,97	2,62	
3	1632,79	9,60	0,30	0,25	0,27	0,08	6,05	0,16	15,07	2,10	2,24	4,70	19,77	
4	2109,36	1,70	0,30	0,25	0,27	0,08	7,81	0,24	4,00	2,40	3,73	8,96	12,96	
5	2445,87	4,50	0,40	0,40	0,40	0,16	4,25	0,06	2,43	1,50	1,10	1,65	4,08	
6	2724,83	5,20	0,40	0,50	0,44	0,20	3,78	0,04	1,79	3,60	0,88	3,15	4,94	
Вытяжная система В2 (ответвление на первый этаж)														
1	519,31	3,20	0,30	0,25	0,27	0,08	1,92	0,02	0,69	4,00	0,23	0,91	1,60	26,80
2	1237,93	12,20	0,30	0,25	0,27	0,08	4,58	0,08	9,57	1,80	1,29	2,31	11,89	

3	1501,44	1,50	0,30	0,25	0,27	0,08	5,56	0,12	1,77	3,90	1,89	7,38	9,14	
4	1619,16	5,00	0,40	0,40	0,40	0,16	2,81	0,03	1,47	5,60	0,48	2,71	4,18	
Вытяжная система В2 (ответвление на второй этаж)														
1	92,36	6,00	0,15	0,10	0,12	0,02	1,71	0,06	3,53	3,50	0,18	0,63	4,16	25,35
2	435,70	6,00	0,25	0,15	0,19	0,04	3,23	0,08	4,71	1,90	0,64	1,21	5,92	
3	779,04	3,53	0,25	0,15	0,19	0,04	5,77	0,20	6,93	4,10	2,04	8,35	15,28	
Вытяжная система В2														
1	2706,57	5,20	0,40	0,40	0,40	0,16	4,70	0,07	3,57	6,15	1,35	8,31	11,88	11,88
Вытяжная система В3 (ответвление на первый этаж)														
1	322,39	1,70	0,25	0,15	0,19	0,04	2,39	0,05	0,83	6,80	0,35	2,37	3,21	42,47
2	761,12	1,80	0,25	0,15	0,19	0,04	5,64	0,18	3,18	5,40	1,94	10,50	13,68	
3	811,12	6,70	0,25	0,15	0,19	0,04	6,01	0,20	13,15	3,65	2,21	8,06	21,20	
4	1251,03	4,50	0,40	0,25	0,31	0,10	3,48	0,05	1,99	3,25	0,74	2,40	4,39	
Вытяжная система В3 (ответвление на второй этаж)														
1	1543,54	3,60	0,30	0,25	0,27	0,08	5,72	0,14	4,94	3,70	2,00	7,40	12,34	49,30
2	1843,54	7,50	0,30	0,25	0,27	0,08	6,83	0,20	14,72	7,80	2,85	22,24	36,96	
Вытяжная система В3														
1	4738,10	5,50	0,80	0,40	0,53	0,32	4,11	0,04	1,89	8,15	1,03	8,43	10,32	10,32
Вытяжная система В4 (ответвление на первый этаж)														
1	336,84	17,75	0,15	0,10	0,12	0,02	6,24	0,40	69,65	2,60	2,38	6,19	75,84	90,50
2	510,09	6,00	0,25	0,15	0,19	0,04	3,78	0,10	5,89	4,00	0,87	3,49	9,38	
3	1215,16	6,20	0,40	0,25	0,31	0,10	3,38	0,05	2,74	3,66	0,70	2,55	5,29	
Вытяжная система В4 (ответвление на второй этаж)														
1	167,74	1,82	0,15	0,10	0,12	0,02	3,11	0,12	2,14	3,80	0,59	2,24	4,39	82,39
2	267,29	3,95	0,15	0,10	0,12	0,02	4,95	0,30	11,62	3,25	1,50	4,87	16,49	
3	470,28	3,10	0,15	0,15	0,15	0,02	5,81	0,30	9,12	3,55	2,06	7,32	16,44	
4	755,52	3,90	0,25	0,15	0,19	0,04	5,60	0,20	7,65	1,70	1,92	3,26	10,91	
5	1555,52	12,40	0,25	0,25	0,25	0,06	6,91	0,24	29,19	1,70	2,92	4,97	34,16	
Вытяжная система В4														
1	2770,69	8,10	0,40	0,50	0,44	0,20	3,85	0,04	3,18	6,50	0,91	5,89	9,07	9,07
Вытяжная система В5														
1	144,63	16,70	0,15	0,10	0,12	0,02	2,68	0,10	16,38	4,10	0,44	1,80	18,18	86,63
2	1899,23	10,70	0,30	0,25	0,27	0,08	7,03	0,20	20,99	1,55	3,03	4,69	25,68	
3	2584,02	15,80	0,40	0,25	0,31	0,10	7,18	0,20	31,00	1,70	3,15	5,36	36,36	
4	4497,90	5,50	0,60	0,60	0,60	0,36	3,47	0,03	1,62	6,50	0,74	4,79	6,41	
Вытяжная система В6														

1	668,15	10,00	0,25	0,25	0,25	0,06	2,97	0,06	5,89	2,20	0,54	1,19	7,07	105,61
2	754,52	6,85	0,25	0,25	0,25	0,06	3,35	0,07	4,70	1,90	0,69	1,31	6,01	
3	1407,67	6,10	0,25	0,25	0,25	0,06	6,26	0,18	10,77	1,50	2,39	3,59	14,36	
4	1980,09	11,12	0,25	0,25	0,25	0,06	8,80	0,30	32,73	1,70	4,74	8,05	40,78	
5	2413,11	8,50	0,50	0,25	0,33	0,13	5,36	0,10	8,34	1,30	1,76	2,29	10,62	
6	2700,02	6,20	0,50	0,25	0,33	0,13	6,00	0,11	6,69	1,00	2,20	2,20	8,89	
7	2998,60	6,55	0,50	0,25	0,33	0,13	6,66	0,14	9,00	1,70	2,72	4,62	13,61	
8	2998,60	10,44	0,50	0,50	0,50	0,25	3,33	0,03	2,56	2,50	0,68	1,70	4,26	
Вытяжная система В7														
1	400,00	21,00			0,16	0,02	5,53	0,25	51,50	3,20	1,87	5,98	57,49	94,67
2	465,40	5,20			0,16	0,02	6,43	0,35	17,85	1,80	2,53	4,56	22,41	
3	465,40	10,44			0,20	0,03	4,12	0,12	12,29	2,40	1,04	2,49	14,78	
Вытяжная система В7 (из лаборатории 2-го этажа)														
1	400,00	4,20			0,16	0,02	5,53	0,25	10,30	2,10	1,87	3,93	14,23	14,23
Вытяжная система В8														
1	1333,33	6,70	0,30	0,25	0,27	0,08	4,94	0,12	7,89	5,10	1,49	7,61	15,49	96,08
2	2000,00	4,40	0,30	0,25	0,27	0,08	7,41	0,22	9,50	3,55	3,36	11,91	21,41	
3	4000,00	40,00	0,40	0,40	0,40	0,16	6,94	0,12	47,09	4,10	2,95	12,09	59,18	
Вытяжная система В9 (естественная)														
1	40,19	19,94			0,16	0,02	0,56	0,00	0,39	4,30	0,02	0,08	0,47	0,47
Вытяжная система В10														
1	4898,15	10,60	0,50	0,50	0,50	0,25	5,44	0,06	6,24	1,60	1,81	2,90	9,14	74,95
2	8816,67	17,00	0,80	0,50	0,62	0,40	6,12	0,06	10,01	3,66	2,29	8,39	18,40	
3	17633,33	6,10	1,25	0,60	0,81	0,75	6,53	0,04	2,39	3,66	2,61	9,55	11,94	
4	26450,00	38,10	1,80	0,60	0,90	1,08	6,80	0,04	14,95	7,25	2,83	20,52	35,47	
Вытяжная система В11														
1	1016,73	19,95	0,25	0,25	0,25	0,06	4,52	0,10	19,57	2,20	1,25	2,75	22,32	62,74
2	1610,73	6,00	0,25	0,25	0,25	0,06	7,16	0,22	12,95	1,70	3,13	5,33	18,28	
3	1610,73	5,20	0,40	0,25	0,31	0,10	4,47	0,07	3,57	4,10	1,22	5,02	8,59	
4	3106,17	3,80	0,40	0,40	0,40	0,16	5,39	0,07	2,61	6,15	1,78	10,94	13,55	
Вытяжная система В12														
1	0,00	18,15	0,50	0,50	0,50	0,25	0,00	0,03	5,34	6,61	0,00	0,00	5,34	7,81
2	0,00	4,20	0,80	0,50	0,62	0,40	0,00	0,06	2,47	9,76	0,00	0,00	2,47	

7. Подбор оборудования для систем вентиляции.

7.1 Подбор оборудования для приточных камер.

Подбор приточных установок проводился в программе RemakAeroCad. Выбранные установки типа AeroMaster XP, произведенный фирмой Remak (Чехия). Они включают в себя комплекс оборудования: вентилятора, нагреватель воздуха, фильтр, заслонки, шумоглушитель, проходные и концевые камеры, сервисные камеры, гибкие вставки, а так же систему автоматического регулирования и контроля процесса обработки воздуха.

В соответствии с конструкциями систем в данном проекте необходимо установить одну приточную установку для обеспечения систем П1 и П2, одну для приточных систем П3, П5, П9, а так же для приточных систем П7 и П8. Система П4 (в детском бассейне) будет присоединена к приточно-вытяжной установке для малого бассейна, а система П6 к приточно-вытяжной установке для большого бассейна.

7.2 Подбор оборудования для систем вытяжной вентиляции.

В данном проекте расчета систем вентиляции запроектировано одиннадцать систем канальной вытяжной вентиляции с радиальными и канальными вентиляторами. Одна из них (B9) с естественным побуждением. Две системы (B8 и B10) будут присоединены к приточно-вытяжным установкам бассейнов.

Вентиляторы VRS

Предварительный подбор вентилятора по заданной производительности Q и оптимальному значению полного давления P_v производится по сводным графикам аэродинамических характеристик, причем величина P_v уточняется по ближайшей характеристике сводного графика. Полученная точка со значениями Q и P_v принимается «рабочей точкой» вентилятора. Окончательный подбор вентилятора осуществляется по графикам индивидуальных характеристик.

Выбор типоразмера вентилятора сводится, как правило, к подбору машины, потребляющей наименьшее количество энергии, т. е. имеющей наибольший КПД в данной «рабочей точке».

На сводных графиках характеристики показаны в границах, рекомендуемых по энергетическим показателям. В графиках индивидуальных характеристик эти участки выделены утолщенными линиями.

На графиках индивидуальных характеристик над кривыми давления указаны частоты вращения вентиляторов n , об/мин, а справа — окружные скорости рабочих колес v , м/с. На этих графиках приведены линии постоянного КПД а также линии установочных мощностей K , кВт.

По выбранной «рабочей точке» на графиках индивидуальных характеристик находят полное условное обозначение индивидуальной характеристики вентилятора.

По полученному условному обозначению рабочей характеристики вентилятора находят тип и установочную мощность двигателя, а также массу вентилятора.

Системы местных отсосов вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности следует предусматривать с одним резервным вентилятором для каждой системы или для двух систем, если при остановке вентилятора не может быть установлено технологическое оборудование и концентрация вредных веществ в помещении превысит ПДК в течение рабочей смены. [СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»]

Выбираем вентиляторы фирмы ООО «ТД ОВИК» Москва на системы вытяжной вентиляции В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В7', В11, В12.

Клапан дымоудаления ДКС-1

Жилые, общественные, административные здания, а также сооружения производственного, складского, гражданского и другого назначения должны быть оборудованы специальными системами пожарной безопасности и удаления дымогазовоздушных смесей, возникающих при пожаре. Основные требования к элементам воздухопроводов противопожарных систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования, а также к аварийным противодымным вентиляционным системам изложены в СНиП 2.04.05-91*.

В соответствии с этими требованиями для предотвращения распространения в смежные помещения огня и продуктов горения из очага пожара рекомендуется устанавливать в сборных воздуховодах огнезадерживающие клапаны, которые автоматически перекрывают сечения воздухопроводов при возникновении пожара.

КПУ-1М предназначен для автоматического блокирования распространения огня и дыма по вентиляционным воздуховодам и каналам при пожаре в зданиях и сооружениях. Клапан может устанавливаться непосредственно в проёмах технологических и ограждающих строительных конструкций и перекрытий.

По функциональному назначению клапан может применяться в качестве огнезадерживающего или в системах дымоудаления согласно требованиям СНиП 2.04.05-91, СНиП 2.01.02-89 и СНиП 21.01-97.

Клапан состоит из корпуса, изготовленного из стали, установленных в нём лопаток створчатого (поворотного) типа и исполнительного устройства.

Корпус является несущей конструкцией клапана и снабжён присоединительными фланцами. Во внутренней полости корпуса установлены планки, образующие опоры для лопатки (одной или нескольких), которая выполнена из термостойкой плиты, облицованной аналогичными стальными листами. На боковых торцевых поверхностях лопатки закреплены профильные уплотнители из силиконовой резины, а на корпусе - вспучивающиеся ленты из огнезащитного материала. Лопатка установлена в корпусе на осях в подшипниках скольжения. Одна из осей выступает из корпуса и через неё передаётся вращающий момент от исполнительного механизма. В закрытом

положении клапан обеспечивает плотное прилегание лопатки к поверхностям корпуса.

В соответствии с требованиями для систем вытяжной вентиляции изложенными выше принимаем установку ДКС-1 для систем: В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В7', В11, В12.

Заслонки избыточного давления РК

Заслонки предназначены для установки на вытяжных системах вентиляции после вентилятора. Изготавливаются из пластмассовых профилей серого цвета. Жалюзи стандартно предназначены для монтажа длинной стороной в горизонтальном положении.

Гибкие вставки FH

Вставки гибкие предназначены для ограничения переноса вибрации от агрегата вентиляционной системы к воздуховоду, а также для частичной компенсации температурной деформации в трассе воздуховода, и применяются в вентиляционных установках, перемещающих воздух в интервале температур от -40°С до +80°С. Вставки гибкие также служат для обеспечения герметичного гибкого стыка, который выдерживает высокое давление и абразивно-устойчив.

Гибкие вставки представляют собой два фланца, соединенных между собой изолирующим материалом. Фланцы изготавливаются из оцинкованной стали толщиной 1мм и соединены между собой токопроводящим многожильным проводом ПВ-3 диаметром 10мм. В качестве изолирующего материала стандартно используется винил, а в случае специального заказа возможно применение неопрена.

7.3 Подбор приточно-вытяжных установок для плавательных бассейнов

Подбор приточно-вытяжных установок для плавательных бассейнов проводилось в среде AeroCad. Оборудование Чешской фирмы Remak? Которое включает в себя комплекс основного и вспомогательного оборудования для приточно-вытяжных установок.

Группа	ФИО
3-5Б13	Гайфуллин Кирилл Фаильевич

Институт		Кафедра	ТПП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Промышленная теплоэнергетика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В данном проекте будут рассмотрены вопросы экологической и производственной безопасности инженерно-технических работников спортивно оздоровительно комплекса, их рабочих помещений, а так же посетителей и помещений для занятий.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – 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); – предлагаемые средства защиты;	Возможные вредные производственные факторы: - климатические условия -освещенность Возможные опасные производственные факторы: -опасность поражения электрическим током
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	– Утилизация отходов

– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Возможные ЧС на объекте: техногенного характера - производственные аварии и пожары;
4. 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.	Мероприятия по безопасности эксплуатации вентсистем. СНиПП-2-80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. СНиП2.01.02-85 Противопожарные нормы. СНиПП-3-79* "Строительная теплотехника. Нормы проектирования". СНиПП-4-80* "Техника безопасности в строительстве". СНиП3.04.01-87 "Изоляционные и отделочные покрытия" СНиП3.04.03-85 "Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии"

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Доцент	Гусельников М.Э.	К.т.н., доцент		
--------	------------------	-------------------	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
35Б-13	Гайфуллин К. Ф.		

8 Социальная ответственность

Введение

Не смотря на высокий научно технический прогресс в области производства, обслуживания и эксплуатации различного вида технического и бытового оборудования, а так же пересмотру норм безопасности человека и охраны окружающей среды, до сих пор полностью не удается решить вопросы связанные с производственной и экологической безопасностью работающих и отдыхающих.

В данном проекте будут рассмотрены вопросы экологической и производственной безопасности инженерно -технических работников спортивно - оздоровительно комплекса, их рабочих помещений, а так же посетителей и помещений для занятий.

8.1 Производственная безопасность.

Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке технического состояния

Утепление шестиэтажного жилого здания

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1)Монтажные работы; 2)Разметку фасада; 3)Сверление отверстий под опорные элементы; 4)Монтаж опорных элементов; 5)Монтаж мин-плит 6)установка фасонных и прочих элементов 7) Стropальные работы	1. повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны 2. раздражение слизистой оболочки носа, полости рта и глаз	3. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 4. Электрический ток 5. Высотные работы	СНиП II-2-80. Противопожарные Нормы проектирования зданий и сооружений. СНиП 2.01.02-85 Противопожарные нормы. СНиПП-3-79* "Строит. теплотехника. Нормы проектирования". СНиПП-4-80* "Техника безопасности в строительстве". СНиП 3.04.01-87 "Изоляционные и отделочные покрытия". СНиП 3.04.03-85 "Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии"

8.1.1 Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

Состояние воздушной среды.

Отклонение показателей микроклимата на рабочих местах от норм, устанавливаемых НТД (СНиП 41-01-2003), анализируется отдельно на открытых площадках и в закрытых помещениях. В помещениях спортивно-оздоровительных комплексов зачастую возникают вопросы обеспечения микроклимата. Из-за большого количества разнородных помещений как по взрыво - и пожаробезопасности, так и по нормам качества воздуха в помещении, его температуре и кратности замены его в помещении. В помещениях плавательных бассейнов данный вопрос стоит очень остро, так как микроклимат в данного рода помещений строго регламентирован в диапазоне температур $+25$ - $+30$ °C и влажность 60-65%. Из –за высокой активности в плавательных бассейнах довольно таки сложно поддерживать данные параметры только за счет приточной и вытяжной вентиляции. Избытки влаги удаляются с помощью зональных осушителей воздуха, которые наряду с политропным осушением воздуха с его охлаждением до 10 °C от нормируемых температур выполняет и роль подогревателя воздуха.

Из-за большого объема помещений плавательных бассейнов, так же возникают вопросы связанные с нормами и кратностями обмена воздуха, обеспечивающего приемлемые. В современной практике для данного вида помещений чаще всего проектируют системы приточно-вытяжной вентиляции работающие в режиме полной рециркуляции, частичной рециркуляции или полностью на наружном воздухе. В данном проекте для помещений плавательных бассейнов приняты к установке приточно-вытяжные установки с 20% рециркуляцией внутреннего воздуха в зимний период и по 100% приточной схеме, без рециркуляции в летний период. По результатам расчета данные установки обеспечат в максимальной степени условия микроклимата и норму обмена воздуха в помещениях. В административных, бытовых, и

подсобных помещениях спортивно-оздоровительного комплекса требования к качеству внутреннего воздуха значительно отличаются от требований к качеству воздуха для бассейнов [10]. Поэтому условия микроклимата обеспечиваются только за счет общеобменной приточно-вытяжной вентиляции.

Состояние воздушной среды характеризуется также уровнем *запыленности или загазованности воздуха* рабочей зоны. Выполнение различных производственных работ нередко сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека. Для воздуха рабочей зоны производственных помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. № 1 от 2000 г.) установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ.

Определение концентрации загрязнителей возможно путем замеров или расчетными методами. В случае превышения нормативов концентрации вредных веществ в воздухе следует указать методы и средства обеспечения безопасной концентрации вредных веществ – коллективные и индивидуальные средства защиты (герметизация оборудования и нейтрализация вредных веществ, дистанционное управление, вентиляция, и т. д.).

В помещениях спортивно-оздоровительного комплекса к помещениям данной категории можно отнести только лаборатории химического анализа воды. Данная проблема решается посредством установки зонтов местных отсосов над оборудованием, выделяющим пыли газы и аэрозоли.

Нагревательные приборы и трубопроводы в спортивных залах не должны, как правило, выступать из плоскости стен на высоту до 2 м от пола. Кроме того, во всех помещениях для пребывания людей с обнаженным телом размещение нагревательных приборов и трубопроводов отопления должно исключать возможность получения ожогов. В помещениях с влажным и мокрым режимами ниши в наружных стенах для размещения нагревательных приборов не устраиваются. В случаях, когда элементы вентиляционных систем (воздуховоды, решетки, а также нагревательные приборы и трубопроводы)

выступают из плоскости стен или вынужденно устанавливаются на высоте до 2 м от пола, они закрываются щитами или иными средствами, исключаящими ожоги и другие возможные травмы занимающихся, при этом конструкция защитных устройств выполняется так, чтобы не снижать функциональные качества отопительно-вентиляционных систем.

В остальных помещениях трубопроводы проходят в слое изоляции ЭНЕРГОФЛЕКС.

Освещенность.

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». Реальная освещенность на рабочем месте может быть взята из паспорта производственного помещения, материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, измерена при помощи люксметра, или определена путем расчета, изложенного в соответствующей литературе.

По СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, для плавательных бассейнов и спортивных залов норма освещенности составляет 100 лк. При технико-экономическом обосновании допускается повышать освещенность до 150 лк.

Для освещения спортивных, оздоровительных и учебных бассейнов следует применять, как правило, газоразрядные лампы. При этом максимально допустимый коэффициент пульсации освещенности не должен превышать 15 %.

При необходимости плавного регулирования светового потока, а также в случаях невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных источников света допускается, а при уровнях освещенности менее 30 лк следует использовать лампы накаливания.

В зданиях бассейнов следует предусматривать эвакуационное освещение в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95. При этом на поверхности воды

ванн крытых, а также открытых бассейнов, оборудованных осветительными установками, должна быть обеспечена освещенность не менее 5 лк.

На освещаемых открытых бассейнах следует предусматривать верхнебоковое освещение. Осветительные приборы верхнебокового освещения устанавливаются на высоте не менее 10 м, обеспечивая условие, по которому перпендикуляр, опущенный из оптического центра прибора на продольную ось ванны, составит с ее поверхностью угол не менее 27° .

При прожекторном освещении прожекторные мачты располагаются по продольным сторонам ванны.

При наличии трибун для зрителей, прожекторные мачты размещаются позади трибун.

Конструкции мачт прожекторного освещения должны исключать возможность попадания на них посторонних лиц.

Для освещения залов ванн (с местами для зрителей или без них) при высоте зала 8 м и менее рекомендуется применять систему верхнебокового освещения с установкой светильников на боковых стенах и потолке за пределами зеркала воды. Наиболее качественной системой освещения является система отраженного света, но она наименее экономична. При установке светильников на потолке зала необходимо обеспечивать защитный угол не менее 40° в продольной и поперечной плоскостях.

Шум исследуются при наличии в проекте источников шума и вибрации.

На промышленных предприятиях большое внимание уделяется обеспечению санитарно-гигиенических условий труда, устранению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Одним из важнейших среди этих вопросов является снижение шума. Шум в производственных, служебных и жилых помещениях, в местах отдыха трудящихся наносит большой ущерб, вредно влияя на организм человека, снижает работоспособность и производительность труда.

Основным источником шума от систем вентиляции являются вентагрегаты приточных камер, вытяжные вентиляторы, элементы сети воздуховодов. Для

снижения уровня шума от вентиляционных устройств проектом предусмотрены следующие мероприятия:

- все центробежные вентиляторы устанавливаются на пружинных виброизоляторах;
- до и после вентагрегатов предусмотрены гибкие вставки;
- предусмотрены плавные подводы воздуха к входному патрубку вентилятора;
- все вентиляторы подобраны либо с максимальным к.п.д., либо с отклонением меньше чем на 10%;
- сечение воздухопроводов в обслуживаемых помещениях выбирались исходя из скоростей воздуха, обеспечивающих допустимый уровень шума.

Уровни шума, создаваемого вентиляционной установкой, зависят от шумовых характеристик вентилятора. Аэродинамические параметры вентиляторов, а следовательно, и уровни их шума определяются составом, протяженностью, разветвленностью и качеством выполнения вентиляционной системы. В проекте было принято к установке оборудование с уровнем звукового давления до 35 дБ(А). По СНиП 41-01-2003 норма шум а в помещениях бассейнов составляет 50-60 дБ(А).

8.1.2 Электробезопасность.

Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т. е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках. При этом повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, является опасным фактором. В зависимости от условий производственной среды, в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», рассматриваются следующие вопросы: а) выбор и обоснование категории помещения по степени опасности поражения электрическим током (в нашем случае все помещения *без* повышенной опасности поражения людей электрическим током, характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность. К ним

относятся жилые помещения, лаборатории, конструкторские бюро, заводууправление, конторские помещения и другие); б) требования к электрооборудованию; в) анализ соответствия реального положения на производстве перечисленным требованиям; г) мероприятия по устранению обнаруженных несоответствий; д) обоснование мероприятий и средств защиты работающих от поражения электрическим током.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Технические средства защиты от поражения электрическим током делятся на *коллективные и индивидуальные*.

Основные *коллективные* способы и средства электрозащиты: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль; установка оградительных устройств; предупредительная сигнализация и блокировки; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; применение малых напряжений; защитное заземление; зануление; защитное отключение. При необходимости производится расчет защитного заземления, зануления, выбор устройств автоматического отключения.

8.1.3 Категорирование объекта по условиям пожаро - и взрывоопасности.

Для оценки пожарной опасности того или иного технологического процесса необходимо знать, какие огнеопасные вещества или смеси используются или получаются или могут образовываться в процессе производства, при каких условиях и по каким причинам они могут оказаться вне их.

Проектирование и эксплуатация всех промышленных предприятий регламентируются «Строительными нормами и правилами», «Правилами устройства электроустановок», а также «Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий». По НПБ 105-2003 все

производства по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности делят на следующие категории: А, Б, В (1, 2, 3, 4), Г, Д.

Согласно этой классификации, проектируемое здание спортивно-оздоровительного комплекса по условиям пожарной опасности относится к категории В т.к. в помещениях здания находятся горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

8.1.4 Противопожарные профилактические мероприятия.

Профилактические противопожарные мероприятия могут быть подразделены на следующие группы:

1. Устранение причин пожаров.

К этой группе относятся меры по надлежащему выбору, устройству и обслуживанию отопительных и вентиляционных установок, силовой и осветительной электросети и электрооборудования.

2. Локализация очагов пожара, т.е. меры против распространения возникшего пожара. К ним относятся, преимущественно, проектно-строительные меры, связанные с планировкой и расположением зданий на территории промышленного предприятия.

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

4. Развертывание тактических действий по тушению пожара. Эти меры включают правильное проектирование и устройство автомобильных и других

подъездных дорог к производственным зданиям и подходов к пожарным водоемам, устройство наружных пожарных лестниц. Компановка производственного корпуса 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. В данном проекте предусмотрены 4 эвакуационных выхода.

8.2 Экологическая безопасность

Для сбора (сортировки) и временного хранения (складирования) отходов строительства и сноса на территории строительной площадки или в непосредственной близости от нее на участке арендованном под указанные цели у собственника (пользователя) такого участка оборудуются специальные места.

Размер (площадь) места хранения определяется расчетным путем, позволяющим распределить весь объем временного хранения отходов строительства и сноса на площади места хранения с нагрузкой не более 3 т/м². При этом срок временного хранения не должен превышать семи календарных дней. Отходы строительства и сноса должны храниться отдельно: подлежащие переработке и дальнейшему использованию - по группам, подлежащие захоронению - по классам опасности. Объем и номенклатура отходов, их распределение по группам и классам принимается в соответствии с Проектом организации строительства и Технологическим регламентом процесса обращения с отходами строительства и сноса.

Для отдельного складирования габаритных отходов строительства и сноса (по позициям, классам опасности и последующему назначению: переработка, захоронение или обезвреживание) места хранения должны быть оборудованы бункерами - накопителями, объемом не менее 2,0 м³ в необходимом количестве.

Раздельное хранение негабаритных отходов, не относящихся к опасным, осуществляется на открытых площадях мест хранения.

Места хранения должны иметь ограждение по периметру площадки в соответствии с **ГОСТ 23407-78** «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ». К местам хранения должен быть исключен доступ посторонних лиц, не имеющих отношения к процессу обращения с отходами или контролю за указанным процессом.

Закапывание в грунт или сжигание мусора и отходов не допускается.

8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Наиболее типичной ЧС являются пожары. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием, а легковоспламеняемые материалы хранить по возможности в подземных складах.

Для повышения устойчивости объекта к пожарам необходимо использовать огнеупорные материалы, а также ознакомить персонал с режимом работы объекта в случае возникновения ЧС и обучить выполнению конкретных работ по ликвидации очагов поражения. Основными мероприятиями, обеспечивающими успешную эвакуацию людей и имущества из горящего здания, являются: составление планов эвакуации; назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц; ознакомление работающих в лаборатории сотрудников с планом эвакуации, который должен висеть на видном месте. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

В случае возникновения пожара спасательные формирования гражданской обороны ГО должны как можно быстрее приступить к работам по спасению людей, действуя совместно с формированиями ГО медицинской службы. Спасатели ГО немедленно начинают эвакуацию, обеспечивают работников средствами индивидуальной защиты, оказывают при необходимости первую медицинскую помощь, вызывают противопожарную

охрану. При недостатке сил своего объекта для спасательных работ распоряжением старшего начальника могут привлекаться территориальные формирования ГО и другие силы. До прибытия пожарной охраны возгорание ликвидируется по возможности первичными средствами пожаротушения.

8.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

В правилах ПОТ РМ-012-2000, к работам на высоте допускаются работники, прошедшие медицинский осмотр без противопоказаний к выполнению работ на высоте. В Новых правилах четко указывается, что работники, выполняющие работы на высоте должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры.

Правила работнику, занятому на работах на высоте, недостаточно иметь профессиональные навыки. Теперь он должен иметь квалификацию, уровень которой подтверждается документом о профессиональном образовании (обучении) и (или) о квалификации.

При повреждении здоровья или в случае смерти работника вследствие несчастного случая на производстве либо профессионального заболевания работнику (его семье) возмещаются его утраченный заработок (доход), а также связанные с повреждением здоровья дополнительные расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию либо соответствующие расходы в связи со смертью работника. Статья 184 ТК РФ. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональном заболевании

Виды, объемы и условия предоставления работникам гарантий и компенсаций в указанных случаях определяются федеральными законами, (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 N 90-ФЗ).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б13	Гайфуллин Кирилл Фаильевич

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Промышленная теплоэнергетика

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1.Перспективы развития котельных агрегатов. Прочие расходы: Проектировщик – инженер Руководитель – доцент, к.т.н.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2.Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3.Отчисления на собственные нужды 30% Районный коэффициент 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1.Расчет затрат на проектирование.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2.Эксплуатационные расходы.
3. Техничко-экономические показатели сравниваемых систем	3.Оценка экономической эффективности (если нужна)

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Гайфуллин Кирилл Фаильевич		

9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

9.1 Расчет сметы затрат на разработку проекта.

За последние годы выросли темпы строительства культурно-зрелищных, административных, а так же зданий спортивно-оздоровительного назначения. Зачастую на стадии проектирования и строительства таких зданий возникает масса вопросов связанных с выбором того или иного оборудования, обеспечивающего полноценное функционирование здания с минимальными затратами энергии и материальных ресурсов.

Что касается инженерной части, включающей в себя отопление и вентиляцию, то можно сказать, что она является самой энергоемкой частью среди всех частей энергопотребляющего оборудования. Поэтому при проектировании данных систем тщательно прорабатывают вопросы технико-экономического обоснования выбор того или иного варианта установки отопительного и вентиляционного оборудования.

Так как части отопления и вентиляции являются самыми энергоемкими, на стадии проектирования всегда сравнивают как минимум два варианта выбора оборудования. В следствии того, что на часть вентиляции приходится примерно 80% а на отопление лишь 20% потребляемой энергии, то сравнительные расчеты проводят опираясь в большинстве своем на вентиляционную часть.

Таблица 9.1 – Перечень работ и оценки времени их выполнения

	Наименование работ	Исполнитель	Продолжительность дней
1	Составление задания	Руководитель, инженер	1
2	Подборка данных: ▪ по тепловому потреблению ▪ по нормативным потерям тепла ▪ о теплообменниках ▪ о котельных агрегатах ▪ о системах водоочистки	Инженер	23
3	Анализ информации.	Инженер	10
4	Составление плана работы: ▪ расчет тепловых нагрузок ▪ расчет температуры сетевой воды ▪ гидравлический расчет тепловой сети ▪ подбор сетевых насосов ▪ расчет нормативных потерь ▪ расчет и выбор теплообменников ▪ выбор основного оборудования ▪ подбор системы водоочистки ▪ тепловой расчет	Инженер	25
5	Проверка руководителем проделанной работы	Руководитель, инженер	2
6	Исправление замечаний	Инженер	9
7	Проверка исправлений и замечаний	Руководитель, инженер	2
8	Утверждение ВКР руководителем	Руководитель, инженер	1
9	Итого	Руководитель (не больше 6 дней)	73

Расчет сметы затрат на разработку проекта.

Затраты на проект:

$$K_{\text{пр}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{со}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{нр}} \quad (9.1)$$

где $I_{\text{мат}}$ - затраты на материал;

$I_{\text{ам}}$ - амортизационные отчисления;

$I_{\text{зп}}$ - затраты на заработную плату;

$I_{\text{со}}$ - социальные отчисления;

$I_{\text{пр}}$ - прочие затраты;

$I_{\text{нр}}$ - накладные расходы

Материальные затраты:

Материальные затраты на канцелярские товары равны 1600 руб.

Амортизация основных фондов и нематериальных актив:

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, нотубук) и печатающее устройство (принтер), данные сведены в таблицу 9.2

Таблица 9.2 – Основные фонды.

Вид техники	Кол-во	Стоимость техники, Ц _{к.т.}	Норма амортизации, T _{ам}	Амортизационные отчисления, I _{ам}
2. Компьютер	1	30000	20%	1335,61
3. Принтер	1	15000	20%	678,77

Амортизационные отчисления:

$$I_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.к.т.}}}{T_{\text{кал.дн.}}} \cdot Ц_{\text{к.т.}} \cdot \frac{1}{T_{\text{ам}}} \quad (9.2)$$

где $T_{\text{ам}}$ - срок службы (для компьютера, ноутбука и принтера

принимаям $T_{\text{ам}} = 4 \text{ года}$;

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

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

$$I_{\text{АМ.Комп.}} = \frac{65}{365} \cdot 30000 \cdot \frac{1}{4} = 1335,61 \text{ руб.}$$

$$I_{\text{АМ.Принт.}} = \frac{65}{365} \cdot 15000 \cdot \frac{1}{4} = 678,77 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$\sum I_{\text{ам.осн.}} = I_{\text{АМ.Комп.}} + I_{\text{АМ.Ноут.}} + I_{\text{АМ.Принт.}} \quad (9.3)$$

$$\sum I_{\text{ам.осн.}} = 1335,61 + 678,77 = 2014,38 \text{ руб.}$$

Размер основной заработной платы.

Среднедневная заработная плата:

$$I_{\text{факт.ЗП}} = \frac{I_{\text{мес.ЗП}}}{T} \cdot n \quad (9.4)$$

где T - число рабочих дней в месяце;

n – количество фактических дней.

Зарплата инженера:

$$I_{\text{мес.ЗП}}^{\text{инж}} = ЗПо \cdot K1 \cdot K2 \quad (9.5)$$

Зарплата руководителя:

$$I_{\text{мес.ЗП}}^{\text{рук}} = (ЗПо \cdot K1 + Д) \cdot K2 \quad (9.6)$$

где $K1=1,1(10\%)$ – коэффициент учитывающий отпуск;

$K2=1,3(30\%)$ – районный коэффициент;

$ЗПо=14500$ руб. – зарплата инженера;

$Д=2000$ руб. – доплата за интенсивность труда;

$ЗПо=16750$ – зарплата научного руководителя.(зависит от

должности)

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

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

$$I_{\text{мес.ЗП}}^{\text{рук}} = (16750 \cdot 1,1 + 2000) \cdot 1,3 = 26552 \text{ руб.}$$

Расчет фактической заработной платы за проведенную работу, принять п согласно таблице 7.1.

- Инженер

$$I_{\text{факт.ЗП}} = \frac{20735}{21} \cdot 73 = 72141,38 \text{ руб.}$$

- Руководитель

$$I_{\text{факт.ЗП}} = \frac{26552}{21} \cdot 6 = 7586,28 \text{ руб.}$$

Социальные отчисления.

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

$$\Phi ЗП = I_{рук.ЗП} + I_{инж.ЗП} = 72141,38 + 7586,28 = 79727,66 \text{ руб.} \quad (9.7)$$

$$I_{CO} = \Phi ЗП \cdot 30\% = 79727,66 \cdot 0,3 = 23918,29 \text{ руб.} \quad (9.8)$$

Прочие затраты.

Прочие затраты это 10% от суммы всех предыдущих затрат:

$$I_{ПП} = 0,1 \cdot (I_{МАТ} + I_{АМ} + I_{ЗП} + I_{CO}) \quad (9.9)$$

$$I_{ПП} = 0,1 \cdot (1600 + 2014,38 + 79727,66 + 23918,29) = 10726,03 \text{ руб.}$$

Накладные расходы.

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

$$I_{НР} = 2 \cdot \sum I_{ЗП} = 2 \cdot 79727,66 = 159455,32 \text{ руб.} \quad (9.10)$$

Затраты на проект:

$$\begin{aligned} K_{ПП} &= 1600 + 2014,38 + 79727,66 + 23918,29 + 10726,03 + 159455,32 = \\ &= 277441,68 \text{ руб.} \end{aligned}$$

9.2 Техничко-экономическое обоснование проекта отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Новокузнецке.

Таблица 11. Техничко-экономические показатели сравниваемых систем

В проекте предусмотрены вентиляционные установки с рекуперацией тепла		В проекте не предусмотрены вентиляционные установки с рекуперацией тепла	
Фирма, производитель оборудования			
Remak, Чехия		Remak, Чехия	
1 Технические показатели оборудования систем			
1.1 Режим работы			
1.1.1 Отопление			
Отопительный сезон, 24 час/сутки		Отопительный сезон, 24 час/сутки	
1.1.2 Вентиляция			
Круглогодично, 2 смены в сутки		Круглогодично, 2 смены в сутки	
1.2 Потребление тепловой энергии			
1.2.1 Отопление кВт			
Расчетная нагрузка 235		Расчетная нагрузка 235	
1.2.2 Вентиляция кВт			
Расчетная нагрузка 726		Расчетная нагрузка 1088	
1.3 Потребление электрической энергии			
1.3.1 Отопление			
N=1,5 кВт		N=1,5 кВт	
8352	кВт·час/год	8352	кВт·час/год
1.3.2 Вентиляция			
42	кВт·час	42	кВт·час
245280	кВт·час / год	245280	кВт·час / год
1.4 Средний срок эксплуатации			
20 лет		20 лет	
2 Экономические показатели			
2.1 Капитальные вложения, руб			
Проект, Кпр	500000	Проект, Кпр	500000
Оборудование, Коб	4655000	Оборудование, Коб	4240000

Монтаж, К _{монтаж}	1546500	Монтаж, К _{монтаж}	1422000
Суммарные	6701500	Суммарные	6162000
Разность капитальных вложений $\Delta K=539500$ руб			
2.1.1 Стоимость приточно-вытяжных установок(учтено в кап. вложениях)			
647900		332250	
Разность стоимостей установок $\Delta K_{уст}=315650$ руб			
2.2 Эксплуатационные расходы, руб/год			
201045		184860	
Разность эксплуатационных расходов $\Delta I_{эксп}=16185$ руб/год			
2.3 Издержки на электроэнергию, руб/год			
2.3.1 Отопление (перекачка теплоносителя)			
23986,944		23986,944	
2.3.2 Вентиляция (привод вентиляторов)			
704444,16		704444,16	
2.4 Издержки на тепловую энергию руб/год			
2.4.1 Отопление			
438363,3018		438363,3018	
2.4.2 Вентиляция			
631989,3049		947113,4487	
2.4.3 Сэкономленная энергия в денежном эквиваленте, руб/год			
315124,144		0	
2.4.4 Срок окупаемости, года			
1,8		-	

В результате технико-экономического обоснования, выбираем первый вариант.

Заключение

В ходе проведения настоящей дипломной работы, были рассчитаны теплотери для всех помещений выбранного здания, рассмотрены потери тепла на нагревание инфильтрирующегося воздуха проникающего через неплотности оконных блоков, сведен тепловой баланс здания с учетом тепlopоступлений, на основании указанных величин осуществили подбор отопительных приборов для всех помещений, и расчет теплого пола для плавательных бассейнов.

Выбрали для проектирования горизонтальную двухтрубную систему отопления, с нижней разводкой. Рассчитали гидравлические и местные сопротивления для нахождения величины потери давления в системе и определения диаметров трубопроводов. На основании найденной величины подобрали циркуляционный насос фирмы Grundfos модель MAGMA 40-100 F .

Был рассчитан воздухообмен в помещениях спортивно-оздоровительного комплекса, проведен аэродинамический расчет приточных и вытяжных систем. Подобрано оборудование для приточных и вытяжных установок.

Произведен анализ системы приточно-вытяжной вентиляции в соответствии с аэродинамической организацией воздухообмена в помещении. В целях энергосбережения при проектировании использовалось современное экономическое оборудование: вентиляционные установки с рекуперацией тепла.

Выбрана схема и оборудование для теплового пункта здания. В целях энергосбережения предложена автоматическая система учета тепловой энергии.

Цель работы считаю выполненной.

Список использованной литературы

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. ч1. Отопление/В.Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г.Старовойтова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
2. Сканава А. Н. Конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления зданий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1983. – 304 с., ил.
3. Андреевский А. К. Отопление: [Учеб. пособие для вузов по спец. 1208 "Теплогазоснабжение и вентиляция"]/Под ред. М. И. Курпана. – 2-е изд., перераб. И доп. – Мн.: Высшая школа, 1982. – 364 с., ил.
4. Архитектурные конструкции / З. А. Казбек-Казиев, В. В. Беспалов, Ю. А. Дыховичный и др.; Под ред. З. А. Казбек-Казиева: Учеб. для вузов по спец. Архитектура.-М.: Высш. шк., 1989. – 342 с.: ил.
5. Кострюков В.А. Примеры расчета по отоплению и вентиляции. Часть II, вентиляция. – Москва, 1966. – 188с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. ч2. Вентиляция/В.Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г.Старовойтова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
7. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Под ред. Щекина Р. В., Кореневский С. М. ч1. Отопление. Изд-во "Будтвельник", 1968 г.
8. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Под ред. Щекина Р. В., Кореневский С. М. ч2. Вентиляция. Изд-во "Будтвельник", 1968 г.

9. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
10. СНиП 2.04.05.91 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха /Госстрой СССР. – М.: ГУП ЦПП, 1991.
11. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч3 книга 3. Вентиляция и кондиционирование /В.Н. Богословский, Б. А. Пирумов, А.Н. Посохин и др.; Под ред. И.Г.Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 326 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
12. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч3 книга 4. Вентиляция и кондиционирование /В.Н. Богословский, Б. А. Пирумов, А.Н. Посохин и др.; Под ред. И.Г.Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 326 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
13. Расчет искусственного освещения. Методическое указание к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск. Изд. ТПУ. 1997. – 28с.
14. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
15. СНиП II. 3-79** Строительная теплотехника /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001.
16. СНиП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999.
17. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1987.
18. СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1985.

19. СНиП 23-01-99 Строительная климатология /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999.
20. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1993.
21. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1988.
22. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания/Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1987.
25. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1996.
26. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие. – М.: Пантори, 2003.

