

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

Томский политехнический университет

Кафедра ТПТ

Зав. кафедрой _____/Загромов Ю.А./

ЗАДАНИЕ

на выполнение квалификационной работы
(на соискание квалификации инженер)

Студенту гр.

1. Тема выпускной квалификационной работы «Проект отопления и
вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Мариинске»,

утверждена приказом ректора (распоряжением декана) от № _____

2. Срок сдачи студентом готовой работы _____

3. Исходные данные к проекту _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих
разработке вопросов) Введение; Реферат; 1 Исходные данные; 2 Расчет
тепловых потерь здания; 3 Расчет системы отопления; 4 Гидравлический
расчет; 5 Расчет системы вентиляции; 6 Аэродинамический расчет; 7 Подбор
оборудования для систем вентиляции; 8 Производственная и экологическая
безопасность; 9 Автоматическая система узла учета тепловой энергии; 10
Технико-экономическое обоснование проекта отопления и вентиляции СОК;
Заключение; Список использованной литературы; Приложения.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных
чертежей):

5.1 Отопление. Первый этаж. План

5.2 Отопление. Второй этаж. План

5.3 Система обогрева полов. Планы и аксанометрия

5.4 Аксанометрические схемы систем Т11/Т21, Т12/Т22, Т13/Т23

5.5 Аксанометрические схемы систем Т14/Т24, Т15'/Т25', Т15''/Т25'' 5.6

Вентиляция. Первый этаж. План

5.7 Вентиляция. Второй этаж. План

- 5.8 Аксанометрические схемы систем В1, В2, В3, В4, В5
- 5.9 Аксанометрические схемы систем В6, В7, В7', В9, В11, В12
- 5.10 Аксанометрии приточных систем
- 5.11 Аксанометрические схемы приточно-вытяжных систем плавательных бассейнов
- 5.12 Функциональная схема узла учета тепловой энергии
- 5.13 Технико-экономические показатели сравниваемых систем вентиляции

6. Консультации по разделам выпускной квалификационной работы:

- 6.1. по экономической части Л. А. Коршунова
- 6.2. по безопасности и экологичности проекта А. А. Сечин
- 6.3. по КИПиА Е. В. Иванова
- 6.4. по иностранному языку А. М. Коваленко

7. Дата выдачи задания: _____

Руководитель _____ (подпись)

Задание принял к исполнению _____ (подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная работа 211 страниц, 11 таблиц, 12 рисунков, 26 источников литературы, 13 листов 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. Мариинск.

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 и экологическая 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).

Содержание

Введение	7
1 Исходные данные	9
2 Расчет тепловых потерь	11
2.1 Определение основных тепловых потерь	11
2.2 Добавочные теплопотери	13
2.3 Определение потерь тепла через утепленный пол	14
2.4 Определение потерь тепла лестничными клетками	16
2.5 Расход тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха	31
2.6 Расчет теплопоступления в здание	38
3 Расчет системы отопления	44
3.1 Определение типа и размеров отопительных приборов	44
3.1.1 Определение количества напольных радиаторов Mini Canal	52
3.1.2 Определение количества воздушно-отопительных агрегатов	53
3.1.3 Расчет теплого пола	54
3.1.4 Подбор воздушно-отопительных завес	58
3.2 Размещение теплопроводов в здании	59
3.3 Прокладка труб	60
3.4 Регулирование теплоотдачи отопительных приборов	61
3.5 Компенсация удлинения труб	61
3.6 Арматура	62
4 Гидравлический расчет	63
4.1 Расчет гидравлических сопротивлений системы отопления	63
4.2 Определение потерь местных сопротивлений	64
4.3 Гидравлический расчет системы подогрева пола	71
4.4 Выбор циркуляционного насоса	71
4.5 Тепловой пункт здания	73
5 Расчет системы вентиляции	74
5.1 Выбор системы вентиляции	74
5.2 Выбор параметров наружного воздуха	74
5.3 Определение параметров внутреннего воздуха	75
5.4 Определение количества вредностей поступающих в помещение	76
5.5 Расчет воздухообменов	76
5.6 Расчет воздухообмена в помещениях бассейнов	77
5.6.1 Расчет воздухообмена в детском бассейне	78
5.6.2 Расчет воздухообмена в большом бассейне	82
5.6.3 Построение процессов вентиляции в H-d диаграмме	87
5.6.3.1 Построение процесса вентиляции в H-d диаграмме для детского бассейна	87
5.6.3.2 Построение процесса вентиляции в H-d диаграмме	91

для большого бассейна	
6 Аэродинамический расчет	100
7 Подбор оборудования для систем вентиляции	107
7.1 Подбор оборудования для приточных камер	107
7.2 Подбор оборудование для систем вытяжной вентиляции	107
7.3 Подбор приточно-вытяжных установок для плавательных бассейнов	109
8 Производственная и экологическая безопасность	110
8.1 Категорирование объекта по условиям пожаро - и взрывоопасности	110
8.2 Противопожарные профилактические мероприятия	110
8.3 Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы	111
8.4 Мероприятия по безопасности эксплуатации вентсистем	116
8.5 Расчет системы дымоудаления	117
9 Автоматическая система узла учета тепловой эне	119
9.1 Описание оборудования узла учета	119
9.2 Устройство автоматизированного теплового пункта	119
9.3 Выбор схемы регулирования объекта	121
9.4 Выбор средств измерения и аппаратуры для схемы узла учета тепловой энергии	123
10 Техничко-экономическое обоснование проекта отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса	127
в г. Мариинске	
Заключение	132
Списокиспользованной литературы	133
Приложения	136
Приложение 1	136
Le projet du chauffage et la ventilation de l'ensemble sportif-de salubrité dans la Mariinsk	
Приложение 2	159
Приточная установка для приточных систем П1 и П2	
Приложение 3	167
Приточная установка для приточных систем П3, П5, П9	
Приложение 4	175
Приточная установка для приточных систем П7 и П8	
Приложение 5	183
Приточная- вытяжная установка для детского бассейна	
Приложение 6	197
Приточная- вытяжная установка для большого бассейна	

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°C , а летние 29°C . В связи с этим, воздух кардинально меняет свой тепловлажностные характеристики и в особенности свое влагосодержание.

Говоря про отоплении 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 $+26^{\circ}\text{C}$, предусмотреть теплые полы в прилегающих к помещению бассейна раздевальнях, 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. Мариинск. 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. Мариинск.

Здание спортивно-оздоровительного комплекса предназначено для спортивных занятий. В нем размещен плавательный бассейн на 40 занимающихся. В здании так же размещены раздевални, тренерские, подсобные и иные вспомогательные помещения.

Район строительства: г. Мариинск;

Параметры наружного воздуха: $t = - 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

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

Ориентация фасада 1-7: ЮЗ;

фасада 7-1: СВ;

фасада А-Д: СЗ;

фасада Д-А: ЮВ;

Источник теплоснабжения: местные теплосети;

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

Здание 2-х этажное, из металлического каркаса, наружная отделка выполнена по системе вентилируемых фасадов.

Крыша дугообразная, покрытие кровли – арочный профнастил (кровельный) (в перевернутом положении) Н60х845х0,8 ГОСТ 24045-2010, покрытие козырьков арочный профнастил С21х1000-А.

Витражи выполнены алюминиевыми по ГОСТ22233-2001* с двухкамерными стеклопакетами (4М1х10 х 4М1х10 х 4М1) с сопротивлением теплопередаче = $0,52\text{м}^2\text{*C/Вт}$. Стеклопакеты с энергосберегающей светорассеивающей пленкой «Llumar-Silver», блокирующей более 99% УФ - излучении, также убирает до 87% бликов, защищает помещение от перегревов.

Окна выполнены из пятикомерного ПВХ профиля по ГОСТ 30673-99 с двухкамерными стеклопакетами (4М1 х 8 х 4М1 х 8 х 4М1) с сопротивлением теплопередаче = $0,58\text{м}^2\text{*C/Вт}$;

Декоративные рамные конструкции выполнены стальными по ТУ 36-228780 (применяемые в декоративных целях для имитации витражей).

Внутренние перегородки 4-х типов:

-из монолитного ж/б-120мм.

-из ГКЛ толщиной 75, 120мм. Серия 1.031.9-2.00. (тип перегородки - одинарный металлический каркас с заполнением минераловатными утеплителем «Лайнрок Лайт», $g=41\text{кг/м}^3$. Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Толщина звукоизоляции = 50, 100 мм. Выполнение в

соответствии с СП 55-101-2000. Крепления ГКЛ перегородок выполнено согласно СП 14.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП II -7-81*).

- из плит КНАУФ-Файерборд (120 мм). (тип перегородки - одинарный металлический каркас с заполнением минераловатными утеплителем «Лайнрок Лайт», $g=41\text{кг/м}^3$. Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Толщина звукоизоляции = 100 мм. Комплектная система КНАУФ С 131.1 с пределом огнестойкости EI-60

- перегородка с однослойными обшивками из плиты АКВАПАНЕЛЬ®Внутренняя (75, 120мм) на одинарном металлическом каркасе С 381с заполнением минераловатным утеплителем «Лайнрок Лайт», $g=41\text{кг/м}^3$, $g=41\text{кг/м}^3$. Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Толщина звукоизоляции = 50, 100 мм. Комплектная система КНАУФ. Выполнить в соответствии с СП 55-101-2000 "Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов.")

Наружные стены-сэндвич панели поэлементной сборки вентилируемой системы "Металлпрофиль", "Краспан",

В качестве утеплителя наружных стен применены минераловатные плиты "ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ" $d=100\text{мм}$, $g=72\text{кг/м}^3$ и "ТЕХНОВЕНТ Н35", $d=40\text{мм}$, $g=105\text{кг/м}^3$, горючесть - НГ, выполненные по ТУ 5762-002-59536983-06.

Ограждающая стены лестничных клеток в осях 6-7/Е-Д выполнены из монолитного ж/б,-350мм, утепление лестничных клеток выполнено минераловатными плитами "ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ" $d=100\text{мм}$, $g=72\text{кг/м}^3$, горючесть - НГ, выполненные по ТУ 5762-002-59536983-06, с применением наружной навесной фасадной системы с вентилируемым зазором 50мм. фирмы «Металлпрофиль», ограждающая стены лестничных клеток в осях 1-2/Е-Д выполнены из - сэндвич панелей поэлементной сборки вентилируемой системы, утепление лестничных клеток выполнено минераловатными плитами "ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ" $d=100\text{мм}$, $g=72\text{кг/м}^3$, горючесть - НГ, выполненные по ТУ 5762-002-59536983-06, с применением наружной навесной фасадной системы с вентилируемым зазором 50мм. фирмы «Краспан»

В качестве утеплителя кровли применены минераловатные плиты " ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ", $d=100+60=160\text{мм}$, $g=72\text{кг/м}^3$ (плиты укладывать в два слоя с разбежкой швов) и "ТЕХНОРУФ В60", $d=80+40=120\text{мм}$, $g=165\text{кг/м}^3$ (плиты укладывать в два слоя с разбежкой швов). горючесть - НГ, выполненные по ТУ 5762-002-59536983-06.

Стена между залом ванны и блоком вспомогательных помещений – выполнена из монолитного ж/б толщиной 200мм.

Объект запитан от частной котельной. Температурный график 95/70.

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. Лестничная клетка 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, Вт:

$$Q_{\text{огр}} = \frac{F}{R_{\text{огр}}} (t_e - t_n) n = k F (t_e - t_n) n \quad (2.1)$$

где F – расчетная площадь ограждающей конструкции (площадь, через которую происходят потери тепла), м^2 ;

$R_{\text{огр}}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

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

$t_в$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С;

$t_н$ – 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 Мариинск $t_{н.о} = -40$, °С;

n – поправочный коэффициент к расчетной разности температур ($t_в-t_н$), 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.

$$Q_{\text{опр}} \frac{F}{R_{\text{опр}}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) (1 + \sum \beta_i) n = k F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \psi n \quad (2.2)$$

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 теплотерь (в угловых помещениях жилых и подобных зданий повышают расчетную температуру внутреннего воздуха на 2° С и добавку 5% не вводят).

3. Коэффициенты добавки на высоту для помещений высотой более 4 м. равны $\beta_{\text{д.вып}} = 0,02$ на каждый метр высоты стен свыше 4 м, но не более 0,15. Эти добавки учитывают увеличение теплотерь 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 слоев 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 2м, 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.

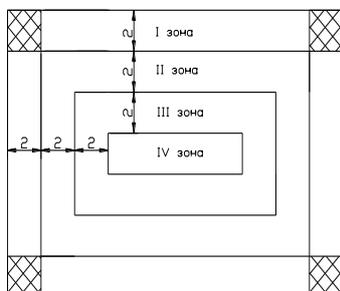


Рисунок 2.1 Разбивка поверхности пола на зоны на I—IV зоны

Сопrotивление теплопередаче полов, лежащих непосредственно на грунте, зависит от конструкции и расположения пола. В соответствии со СНиП2.04.05-91* приведенное сопротивление теплопередаче $R_{н.п}$ отдельных зон шириной 2 м холодных (неутепленных) полов на грунте : для I зоны $R_{1н.п} = 2,15, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для II зоны – $R_{2н.п} = 4,3, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для III зоны $R_{3н.п} = 8,6, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для IV – $R_{4н.п} = 14,2, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

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

Теплопотери через отдельные зоны пола определяются по формуле:

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

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

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

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

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

Сопrotивление теплопередаче конструкций для утеплённых полов имеет вид:

$$R_{ут.п} = R_{н.п} + \sum \frac{l_{ут.сл.}}{\lambda_{ут.сл.}}$$

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

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

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

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

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

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 (ГОСТ14632-79) , $\lambda=0,38 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, толщина слоя 15 мм; стяжка из легкого бетона марки 150, $\lambda=0,54 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, толщина плиты 20 мм; подстилающий слой бетон класса В7,5, $\lambda=1,86 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, толщина слоя 80 мм.

Рассчитаем сопротивление теплопередаче утепленных зон:

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

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

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

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

помещение 44 для инерного обслуживания ванны:

первая зона: $F_1 = 122,94 \text{ м}^2$;

вторая зона: $F_2 = 84,8 \text{ м}^2$;

третья зона: $F_3 = 68,8 \text{ м}^2$;

четвертая зона: $F_4 = 110,36 \text{ м}^2$.

$t_{\text{в}} = 16^\circ\text{C}$ и $t_{\text{н}} = -40^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{он}} = \left(\frac{122,94}{2,27} + \frac{84,8}{4,42} + \frac{68,8}{8,72} + \frac{110,36}{14,32} \right) \cdot (16 - (-40)) = 4980,68 \text{ Вт}.$$

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 и определяют теплопотери не по отдельным этажам, а сразу по всей высоте клеток.

Площадь окон на лестничной клетке А: 20 м^2 . В осях 7/Д-Е установлен витраж. Высоту рассматриваемой стены берем по высоте фасада. Полученная высота: 6,88 метров. Ширина стены – 13,2 м. Высота стены с противоположной стороны так же 6,88 метров, ширина – 7,4 м. Добавку на высоту не предусматривают. Далее расчет ведется как для обычной комнаты.

Рассмотрим пример расчета теплопотерь через ограждающие конструкции для помещения лестничной клетки А.

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

Теплопотери рассчитываются через ограждающие стены, через витраж, через пол и потолок.

Рассчитываем теплопотери ограждений:

Для стены 6,88x13,2 м, с вычетом окна, по формуле 2.2:

$$Q_{cm} = k F (t_e - t_n)n = 0,178 \cdot 81,6 \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 813,39 \text{ Вт}.$$

для стены 6,88x7,4 м по формуле 2.2:

$$Q_{cm} = k F (t_e - t_n)n = 0,178 \cdot 50,9 \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 507,37 \text{ Вт}$$

для окна по формуле 2.2:

$$Q_{ок} = k F (t_e - t_n)n = 1,724 \cdot 9 \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 769,87 \text{ Вт}.$$

для винтажа по формуле 2.2:

$$Q_{ок} = k F (t_e - t_n)n = 1,724 \cdot 11 \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 1061,98 \text{ Вт}.$$

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

$$Q_{on} = \left(\frac{25,7}{2,38} + \frac{6,5}{4,545} \right) \cdot (16 - (-40)) = 769,81 \text{ Вт}.$$

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

$$Q_{nл} = k F (t_e - t_n)n = 0,175 \cdot 43,6 \cdot (16 - (-40)) \cdot 1 = 427,28 \text{ Вт}.$$

Дополнительные потери для ограждающих конструкций лестничной клетки А: для стены и окна с восточной ориентацией – коэффициент 0,1, для стены с ЮВ ориентацией – 0,05, поправка на угловое помещение для все ограждающих конструкций лестничной клетки – 0,05.

Находим суммарные теплопотери для лестничной клетки:

$$Q_{огр.общ} = \sum Q_{огр} = 813,39 \cdot 1,15 + 507,37 \cdot 1,1 + 868,9 \cdot 1,15 + 769,87 \cdot 1,05 + 1061,98 \cdot 1,05 + 427,28 \cdot 1,05 = 4826,334 \text{ Вт}$$

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

Примечание:

Принятые обозначения наружных ограждений: НС – наружная стена, ок– окно с двойным остеклением, пл1,2,3,4 – пол по зонам, п – потолок, до – наружная дверь с остеклением, д – наружная глухая дверь.

Таблица 1. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции здания.

№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Характеристика ограждения					Коэф. т/передачи k, Вт/(м²·°С)	Коэффициент n	Температура в помещении	Температура наружная	Разность температур, (t _{int} – t _{ext}), °С	Основные тепло-потери Q _o , Вт	Добавки к т/потерям			Общие потери тепла Q _{огр} , Вт	Мощность отопительных приборов, Вт
		наименование	сторона света	размеры, м		площадь, м²							на сторону света	прочие	коэффициент (1+Σβ)		
				Н	Л												
этаж 1																	
2	Вестибюль	нс	В	3,2	3,44	8	0,158	1	18	-40	58	73,31	0,1		1,1	80	
		д	В	1,47	2,07	3	1,149	1	18	-40	58	199,93	0,1		1,1	219	
		плI				5,3	0,476	1	30	-40	70	176,6			1	177	
		плII				10	0,233	1	30	-40	70	163,1			1	163	
		плIII				7,4	0,116	1	30	-40	70	60,09			1	60	
															700		
5	Кабинет инженерно-технического персонала	нс	СВ	3,47	3,44	11,9	0,158	1	18	-40	58	109,05	0,1		1,1	120	
		плI				14	0,476	1	30	-40	70	466,48			1	466	
		плII				1,5	0,233	1	30	-40	70	24,47			1	24	
															610		
6	Кабинет гл.инженера	нс	СВ	3,44	4,4	13,5	0,158	1	18	-40	58	123,71	0,1		1,1	136	
		ок	СВ	1,31	1,23	1,6	1,724	1	18	-40	58	159,99	0,1		1,1	176	
		плI				12,2	0,476	1	30	-40	70	406,5			1	407	
		плII				3,6	0,233	1	30	-40	70	58,72			1	59	
															775		
7	Приемная	нс	В	3,44	2,98	6,9	0,158	1	18	-40	58	63,23	0,1		1,1	70	
		ок	В	1,23	2,79	3,4	1,724	1	18	-40	58	339,97	0,1		1,1	374	
		плI				8	0,476	1	30	-40	70	266,56			1	267	
		плII				2,4	0,233	1	30	-40	70	39,14			1	39	
															750		
8	Кабинет директора	нс	В	3,44	3,47	8,5	0,158	1	18	-40	58	77,89	0,1		1,1	86	

		ок	В	2,79	1,23	3,4	1,724	1	18	-40	58	339,97	0,1		1,1	374
		плІ				12,7	0,476	1	30	-40	70	423,16			1	423
		плІІ				3,7	0,233	1	30	-40	70	60,35			1	60
																945
9	Кабинет гл.бухгалтера	нс	В	3,44	2,93	8,5	0,158	1	18	-40	58	77,89	0,1		1,1	86
		ок	В	1,31	1,23	1,6	1,724	1	18	-40	58	159,99	0,1		1,1	176
		плІ				8,7	0,476	1	30	-40	70	289,88			1	290
		плІІ				2,6	0,233	1	30	-40	70	42,41			1	42
																595
10	Касса	нс	В	3,44	2,03	5,4	0,158	1	18	-40	58	49,49	0,1		1,1	54
		ок	В	1,31	1,23	1,6	1,724	1	18	-40	58	159,99	0,1		1,1	176
		плІ				6,1	0,476	1	30	-40	70	203,25			1	203
		плІІ				1,5	0,233	1	30	-40	70	24,47			1	24
																460
13	Венткамера	нс	ЮВ	3,44	5,69	19,6	0,158	1	16	-40	56	173,42	0,05		1,05	182
		плІ				13,6	0,476	1	30	-40	70	453,15			1	453
		плІІ				10,5	0,233	1	30	-40	70	171,26			1	171
																805
44	Помещение для инженерного обслуживания ванны	нс	Ю	5,1	12,1	52,8	0,158	1	16	-40	56	467,17		0,05	1,05	491
		ок	Ю	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-40	56	106,2		0,05	1,05	112
		ок	Ю	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-40	56	106,2		0,05	1,05	112
		ок	Ю	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-40	56	106,2		0,05	1,05	112
		д	Ю	2,56	2,17	5,6	1,149	1	16	-40	56	360,33		0,05	1,05	378
		нс	ЮЗ	5,1	30,96	154,7	0,158	1	16	-40	56	1368,79		0,05	1,05	1437
		ок	ЮЗ	1,16	0,56	0,6	1,724	1	16	-40	56	57,93		0,05	1,05	61
		ок	ЮЗ	1,16	0,56	0,6	1,724	1	16	-40	56	57,93		0,05	1,05	61
		д	ЮЗ	2,07	0,97	2	1,149	1	16	-40	56	128,69		0,05	1,05	135
		нс	СЗ	5,1	8,82	41,7	0,158	1	16	-40	56	368,96	0,1	0,05	1,15	424
		ок	СЗ	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-40	56	106,2	0,1	0,05	1,15	122

		ок	СЗ	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-40	56	106,2	0,1	0,05	1,15	122	
		ок	СЗ	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-40	56	106,2	0,1	0,05	1,15	122	
		плI				108,4	0,476	1	16	-40	56	2889,51		0,05	1,05	3034	
		плII				78	0,233	1	16	-40	56	1017,74		0,05	1,05	1069	
		плIII				62	0,116	1	16	-40	56	402,75		0,05	1,05	423	
		плIV				112,3	0,07	1	16	-40	56	440,22		0,05	1,05	462	
																8675	
этаж 2																	
30	Коридор	нс	СВ	3,44	1,99	5	0,158	1	18	-40	58	45,82	0,1		1,1	с	
		нс	В	3,44	2	5,4	0,158	1	18	-40	58	49,49	0,1		1,1	54	
		ок	СВ			1,8	1,724	1	18	-40	58	179,99	0,1		1,1	198	
		ок	В			1,5	1,724	1	18	-40	58	149,99	0,1		1,1	165	
																470	
30	Методический кабинет	нс	В	3,44	8,43	16,1	0,158	1	21	-40	61	155,17	0,1		1,1	171	
		ок	В			7,1	1,724	1	21	-40	61	746,66	0,1		1,1	821	
		ок	В			5,8	1,724	1	21	-40	61	609,95	0,1		1,1	671	
																1665	
31	Подсобное помещение	нс	СВ	3,44	3,08	7,8	0,158	1	18	-40	58	71,48	0,1		1,1	79	
		ок	СВ			1,5	1,724	1	18	-40	58	149,99	0,1		1,1	165	
		ок	СВ			1,3	1,724	1	18	-40	58	129,99	0,1		1,1	143	
																390	
32	Лаборатория химического бактериологического анализа воды	нс	СВ	3,44	2,3	6,6	0,158	1	18	-40	58	60,48	0,1		1,1	67	
		ок	СВ			1,3	1,724	1	18	-40	58	129,99	0,1		1,1	143	
																210	
33	Кабинет врача	нс	СВ	3,44	3,952	7,8	0,158	1	18	-40	58	71,48	0,1		1,1	79	
		ок	СВ			5,8	1,724	1	18	-40	58	579,95	0,1		1,1	638	
																720	
34.1	Раздевальная	нс	ЮВ	3,44	8,115	21	0,158	1	25	-40	65	215,67	0,05		1,05	226	

		ок	ЮВ	1,64	2,21	3,6	1,724	1	25	-40	65	403,42	0,05		1,05	424	
		ок	ЮВ	1,26	2,635	3,3	1,724	1	25	-40	65	369,8	0,05		1,05	388	
																1040	
34.2	Раздевальная	нс	с	3,44	5,99	17,3	0,158	1	25	-40	65	177,67	0,1		1,1	195	
		ок	с	1,26	2,635	3,3	1,724	1	25	-40	65	369,8	0,1		1,1	407	
																600	
43	Зал ванны	нс	ЮВ	5,3	12,94	64,6	0,158	1	27	-40	67	683,86	0,05	0,05	1,1	752	
		нс	ЮЗ			84,4	0,158	1	27	-40	67	893,46		0,05	1,05	938	
		нс	ЮЗ	5,3	12,94	68,6	0,158	1	27	-40	67	726,2		0,05	1,05	763	
		нс	ЮЗ			38,4	0,158	1	27	-40	67	406,5		0,05	1,05	427	
		нс	СЗ			38,4	0,158	1	27	-40	67	406,5	0,1	0,05	1,15	467	
		до	ЮЗ	2,07	0,97	2	1,724	1	27	-40	67	231,02		0,05	1,05	243	
		до	ЮЗ	2,07	0,97	2	1,724	1	27	-40	67	231,02		0,05	1,05	243	
		ок	ЮЗ	9,52	17,6	167,6	1,449	1	27	-40	67	16271,11		0,05	1,05	17085	
		п		30,96	12,94	400,6	0,152	1	27	-40	67	4079,71		0,05	1,05	4284	
																25200	
А	Лестничная клетка	нс лк	В	6,88	13,175	81,6	0,178	1	16	-40	56	813,39	0,1	0,05	1,15	935	
		нс лк	ЮВ	6,88	7,4	50,9	0,178	1	16	-40	56	507,37	0,05	0,05	1,1	558	
		ок	В	4,26	1,23	9	1,724	1	16	-40	56	868,9	0,1	0,05	1,15	999	
		плІ				25,7	0,476	1	16	-40	56	685,06			1	685	
		плІІ				6,5	0,233	1	16	-40	56	84,81			1	85	
		ок	Ю			11	1,724	1	16	-40	56	1061,98		0,05	1,05	1115	
		п				43,6	0,175	1	16	-40	56	427,28		0,05	1,05	449	
																4825	

1.5 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:

$$Q_{и.в.} = 0,28 \sum G_i c (t_g - t_n) \beta, \text{ Вт}; (2.4)$$

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 отдельных 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_v — 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:

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

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 у наружной и внутренней, поверхностей ограждающих конструкций вычисляют в центре рассматриваемого элемента (окна, двери, стены, ворот, фонаря).

Фактические значения 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 $R_{u1} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$, 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 с отличается более чем на 4⁰С $R_{u1} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$.

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:

$$\Delta p_i = (H - h_i) g (\rho_n - \rho_e) + 0,5 \rho_n v_n^2 (c_n - c_z) K - p_0, \text{Па} \quad (2.6)$$

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;

$\rho_n - \rho_e$ — 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 на, 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.

$$p_0 = 0,5 H g (\rho_n - \rho_e) + 0,25 \rho_n v_n^2 (c_n - c_z) K, \text{Па} \quad (2.7)$$

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 30 (методический кабинет):

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

$$p_0 = 0,5Hg(\rho_n - \rho_в) + 0,25\rho_n v_n^2 (c_n - c_з)K$$

$$p_0 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 16,91 \cdot (1,52 - 1,2) + 0,25 \cdot 1,52 \cdot 5,7^2 (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,75 = 37,33 \text{ Па};$$

$$\Delta p_i = g(H - h)(\rho_n - \rho_в) + 0,5\rho_n v_n^2 (c_n - c_з)K - p_0,$$

$$\Delta p_i = 9,81(16,91 - 8,8)(1,52 - 1,21) + 0,5 \cdot 1,52 \cdot 5,7^2 (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,7 - 37,33 = 31,92 \text{ Па}.$$

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

$$G_i = 0,21 \sum \frac{(\Delta p_i^{2/3} \cdot A_i)}{R_{u,1}} = 0,21 \cdot \frac{(30,91^{2/3} \cdot 7,1)}{1} = 54,15 \text{ кг / ч}.$$

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

$$Q_{и.в.} = 0,28 \sum G_i c (t_в - t_n) \beta = 0,28 \cdot 54,15 \cdot 1 \cdot (21 - (-40)) \cdot 0,75 = 693,66 \text{ Вт}.$$

4. Так как в рассматриваемом помещении находится 2 оконных блока то полные потери тепла через оконные блоки находим следующим образом :

$$Q_{инф}^{116} = 693,66 + 566,71 = 1260,4 \text{ Вт}.$$

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 теплопотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха

№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Характеристика ограждения					Расчетная высота от уровня земли до верха проёма	Высота здания	Коэф. т/передачи К, Вт/(м²·°С)	Температура в помещении	Температура наружная	Разность температуры, (t _{int} – t _{ext}), °С	Скорость ветра	аэродинамический коэффициент наветренной стороны, Сн	аэродинамический коэффициент заветренной стороны, Сз	коэффициент для учета изменения скоростного давления ветра К	Плотность наружного воздуха ρн,Н/м³	Плотность внутреннего воздуха ρв,Н/м³	Сопротивление воздухопроницанию	Условно-постоянное давление в помещении, P _{int}	Расчетная разность давлений ΔP	Расход инфильт. воздуха L _{инф} , кг/ч	Потери тепла на нагрев инф. возд. Q _{инф} , Вт
		наименование	размеры, м			площадь, м²																	
			ориентация	Н	Л																		
этаж 1																							
2	Вестибюль	д	В	1,47	2,07	3		16,91	1,149	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,3	36,5	33,01	12,41	151
																							151
6	Кабинет гл.инженера	ок	СВ	1,31	1,23	1,6	4,68	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	12,08	147
																							147
7	Приемная	ок	В	1,23	2,79	3,4	4,68	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	25,66	312
																							312
8	Кабинет директора	ок	В	2,79	1,23	3,4	4,72	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	25,66	312
																							312
9	Кабинет гл.бухгалтера	ок	В	1,31	1,23	1,6	4,72	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	12,08	147
																							147
10	Касса	ок	В	1,31	1,23	1,6	4,74	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	12,08	147
																							147

44	Помещение для инженерного обслуживания ванны	ок	Ю	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	8,21	96
		ок	Ю	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	8,21	96
		ок	Ю	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	8,21	96
		д	Ю	2,56	2,17	5,6		16,91	1,149	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,3	35,67	32,29	22,91	269
		ок	ЮЗ	1,16	0,56	0,6	2,265	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	4,48	52
		ок	ЮЗ	1,16	0,56	0,6	2,265	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	4,48	52
		д	ЮЗ	2,07	0,97	2		16,91	1,149	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,3	35,67	32,29	8,18	96
		ок	СЗ	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	8,21	96
		ок	СЗ	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	8,21	96
		ок	СЗ	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	-14,09	80,36	13,31	156
																					1110		
Всего по этажу:																					2325		
этаж 2																							
30	Коридор	ок	СВ			1,8	8,78	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	13,59	165
		ок	В			1,5	8,86	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	11,32	137
																					303		
30	Методический кабинет	ок	В			7,1	8,8	16,91	1,724	21	-40	61	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,2	0,16	37,33	31,92	54,15	693
		ок	В			5,8	8,83	16,91	1,724	21	-40	61	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,2	0,16	37,33	31,92	44,24	566
																					1260		
31	Подсобное помещение	ок	В			1,5	8,77	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	11,32	137
		ок	В			1,3	8,78	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	9,81	119
																					257		

32	Лаборатория химического бактериологического анализа воды	ок	СВ			1,3	8,74	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	9,81	119																					
																								119																				
33	Кабинет врача	ок	СВ			5,8	8,78	16,91	1,724	18	-40	58	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,21	0,16	36,5	31,26	43,78	533																					
																								533																				
34.1	Раздевальная	ок	ЮВ	1,64	2,21	3,6	9	16,91	1,724	25	-40	65	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,18	0,16	38,99	33,24	28,02	382																					
		ок	ЮВ	1,26	2,64	3,3	9	16,91	1,724	25	-40	65	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,18	0,16	38,99	33,24	25,68	350																					
																								733																				
34.2	Раздевальная	ок	С	1,26	2,64	3,3	8,58	16,91	1,724	25	-40	65	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,18	0,16	38,99	33,24	25,68	350																					
																								350																				
43	Зал ванны	до	ЮЗ	2,07	0,97	2	7,95	16,91	1,724	27	-40	67	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,18	0,3	38,99	33,24	8,3	116																					
		до	ЮЗ	2,07	0,97	2	7,63	16,91	1,724	27	-40	67	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,18	0,3	38,99	33,24	8,3	116																					
		ок	ЮЗ	9,52	17,6	168	14,93	16,91	1,449	27	-40	67	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,18	0,16	38,99	34,16	1322	18606																					
																								18840																				
Всего по этажу:																																												22395

А	Лестничная клетка	ок	В	4,26	1,23	9	4,68	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	67,21	790																					
		ок	Ю			11	10,9	16,91	1,724	16	-40	56	5,7	0,8	-0,6	0,75	1,52	1,22	0,16	35,67	30,6	82,15	966																					
																								1755																				
Всего по зданию:																																												29475

1.6 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:

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

где n – количество постоянно пребывающих людей;

q – явно выделенное людьми тепло, Вт/чел.

Для помещения 34,1 (зал подготовительных занятий) теплоступления от людей равны:

$$Q_{л} = 10 \cdot 145 = 1450 \text{ Вт.}$$

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

$$Q_{осв} = F \cdot q, \text{ Вт}$$

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 2 (вестибюль):

$$Q_{осв} = 24,72 \cdot 5,89 = 145,6 \text{ Вт.}$$

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

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

Таблица 2. Расчет теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха									
№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Количество постоянно пребывающих людей	Тепловыделение одним человеком, q, Вт	Qполное, Вт	№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Количество постоянно пребывающих людей	Тепловыделение одним человеком, q, Вт	Qполное, Вт
этаж 1					этаж 2				
6	Кабинет гл.инженера	1	145	145	30	Методический кабинет	1	123,5	123,5
7	Приемная	2	123,5	247	32	Лаборатория химического бактериологического анализа воды	1	123,5	123,5
8	Кабинет директора	1	145	145	33	Кабинет врача	1	123,5	123,5
9	Кабинет гл.бухгалтера	1	123,5	123,5	34.1	Раздевальная	10	145	1450

10	Касса	1	123,5	123,5		34,2	Раздевальная	10	123,5	1235
----	-------	---	-------	-------	--	------	--------------	----	-------	------

Таблица 4. Тепловой баланс здания

№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Теплопоступления			Потери теплопередачей, Вт	Потери инфильтрацией, Вт	Общие потери, Вт
		от людей	от освещения	итого			
этаж 1							
2	Вестибюль	0	145,6	145,6	700,354	151,15	705,904
5	Кабинет инженерно-технического персонала	0	55,75	55,75	610,905	0	555,155
6	Кабинет гл.инженера	145	63,12	208,12	777,29	147,13	716,3
7	Приемная	247	81,8	328,8	749,22	312,54	732,96
8	Кабинет директора	145	66,11	211,11	943,156	312,54	1044,586
9	Кабинет гл.бухгалтера	123,5	58,1	181,6	593,958	147,13	559,488
10	Касса	123,5	67,4	190,9	458,148	147,13	414,378
13	Венткамера	0	0	0	806,501	0	806,501
44	Помещение для инженерного обслуживания ванны	0	0	0	8675,837	1110,3	9786,137
этаж 2							
30	Коридор	0	527,15	527,15	467,819	303,41	244,079
30	Методический кабинет	123,5	102,5	226	1662,958	1260,4	2697,358
31	Подсобное помещение	0	0	0	386,606	257,37	643,976
32	Лаборатория химического бактериологического анализа воды	123,5	123,1	246,6	209,517	119,49	82,407
33	Кабинет врача	123,5	150,53	274,03	716,573	533,24	975,783
34.1	Раздевальная	1450	180,1	1630,1	1038,335	733	141,235
34.2	Раздевальная	1235	186,23	1421,23	602,217	350,53	-468,483
43	Зал ванны	0	2892,15	892,15	25200,69	18840	43148,54
А	Лестничная клетка	0	0	0	4826,334	1756,5	6582,834

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.

2. 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 возможное прямое 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 в 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 SaharaPlus. В целях точного регулирования теплоотдачи отопительными приборами проектируем двухтрубную горизонтальную систему водяного отопления. Прокладка теплопроводов по всему зданию открытая.

Для выбора типоразмера прибора находим расход воды через прибор:

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

где: $Q_{потери}$ - 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_{ex} – температура воды на входе в прибор 95 °С;

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

Температурный напор определяемый по формуле:

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

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

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

$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{норм} \cdot 0,95}{\varphi_k}, \text{ Вт} \quad (3.3)$$

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

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p b \psi c \quad (3.4)$$

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 SaharaPlus, причем при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора.

Рассмотрим пример выбора отопительных приборов для помещения 8 (кабинет директора):

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

$$G_{np} = \frac{Q_{on} \beta_1 \beta_2}{c(t_{ex} - t_{вх})} = 0,86 \cdot \frac{1044,586 \cdot 1,04 \cdot 1,1}{(95 - 70)} = 41,1 \text{ кг / ч};$$

Температурный напор определяемый по формуле (3.2):

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

Определяем номинальный тепловой поток по формуле (3.3):

$$Q_{н.т.} = \frac{1044,586 \cdot 0,95}{0,76} = 1305,73 \text{ Вт};$$

где

$$\varphi_{\kappa} = \left(\frac{64,5}{70}\right)^{1+0,3} \left(\frac{28,84}{360}\right)^{0,02} 1,039 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,76.$$

Используя значение $Q_{н.у.}$ одной секции радиатора SaharaPlus (201 Вт) определяем ориентировочное число секций:

$$N = \frac{Q_{н.т.}}{Q_{н.у.}} = \frac{1305,73}{201} = 6,5 \text{ секций.}$$

Ориентировочное число секций 7.

Вычисляем коэффициент учета числа секций в приборе β_3 по формуле:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N \cdot Q_{н.у.}} = 0,97 + \frac{34}{7 \cdot 201} = 0,97.$$

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

$$N = \frac{Q_{н.т.} \cdot \beta_4}{Q_{н.у.} \cdot \beta_3} = \frac{1305,73 \cdot 1,05}{201 \cdot 0,97} = 4,53 \text{ секции.}$$

Так как, полученное число не целое, при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора и принимаем 5 секций для одного устанавливаемого алюминиевого радиатора SaharaPlus в помещении 8.

Для остальных помещений производим аналогичный расчет, полученные результаты сводим в таблицу 5 «Определение типоразмеров отопительных приборов SaharaPlus».

Таблица 5. Определение типоразмеров отопительных приборов Sahara Plus (201 Вт)

№ помещения	QпотерьВт	G пр кг/ч	tср,С'	t внутр. Расч. С'	Δtср,С'	φк	Qн.т.,Вт	N	βз	Nмин	N принимаем	примечание
Первый этаж												
2	705,904	27,77	82,5	18	64,5	0,75	894,14	4,44	0,97	4,53	5	
5	555,155	21,84	82,5	18	64,5	0,75	703,19	3,49	0,97	3,56	4	
6	716,3	28,18	82,5	18	64,5	0,75	907,31	4,51	0,97	4,59	5	
7	732,96	28,84	82,5	18	64,5	0,75	928,41	4,61	0,97	4,70	5	
8	1044,586	41,10	82,5	18	64,5	0,76	1305,73	6,49	0,97	6,61	7	
9	559,488	22,01	82,5	18	64,5	0,75	708,68	3,52	0,97	3,59	4	
10	414,378	16,30	82,5	18	64,5	0,75	524,87	2,61	0,97	2,65	3	
13	806,501	31,73	82,5	16	66,5	0,79	969,84	4,82	0,97	4,91	5	
44	9786,137	385,11	82,5	16	66,5	0,83	11201	55,72	0,97	56,75	57	
Второй этаж												
30	244,079	9,60	82,5	18	64,5	0,74	313,34	1,55	0,97	1,58	2	
30	2697,358	106,15	82,5	21	61,5	0,73	3510,26	17,46	0,97	17,78	18	
31	643,976	25,34	82,5	18	64,5	0,75	815,70	4,05	0,97	4,13	5	
32	82,407	3,24	82,5	18	64,5	0,72	108,73	0,54	0,98	0,55	1	
33	975,783	38,4	82,5	18	64,5	0,76	1219,72	6,06	0,97	6,18	7	
34.1	141,235	5,55	82,5	25	57,5	0,63	212,97	1,05	0,97	1,07	1	
34.2	-468,483	-18,43	82,5	25	57,5			0		0	0	
43	43148,54	1698,05	82,5	27	55,5	0,67	61180,76	304,38	0,97	310,01	310	
A	6582,83	259,05	82,5	16	66,5	0,82	7626,45	37,94	0,97	38,64	39	

3.1.1 Расчет теплого пола

Техническим заданием на проектирование отопления, а так же СП 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".

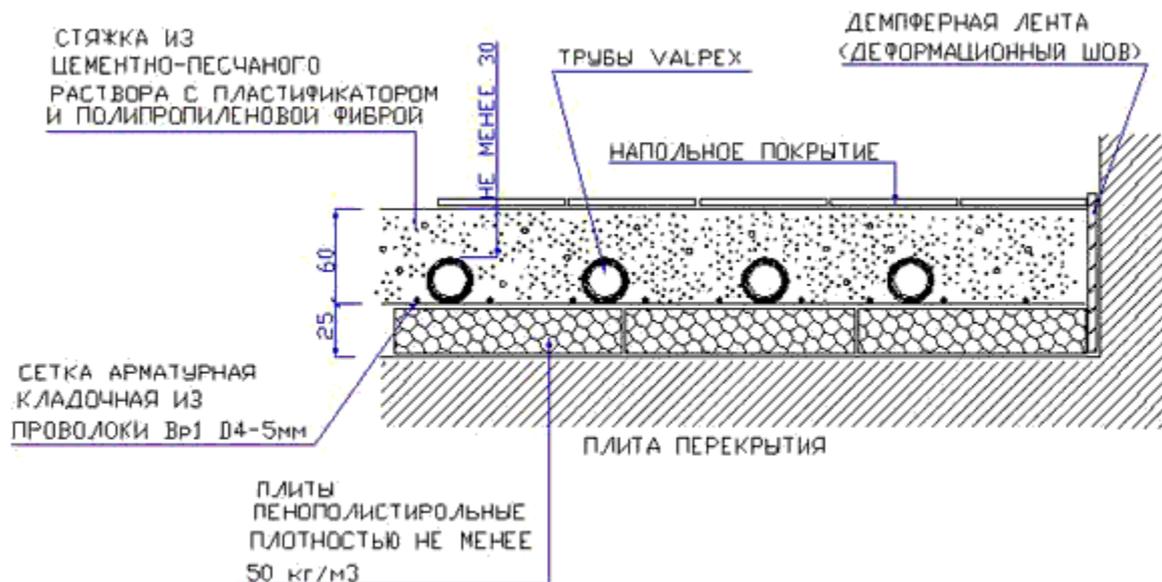


Рис. 3.2 Разрез проложенных труб теплого пола

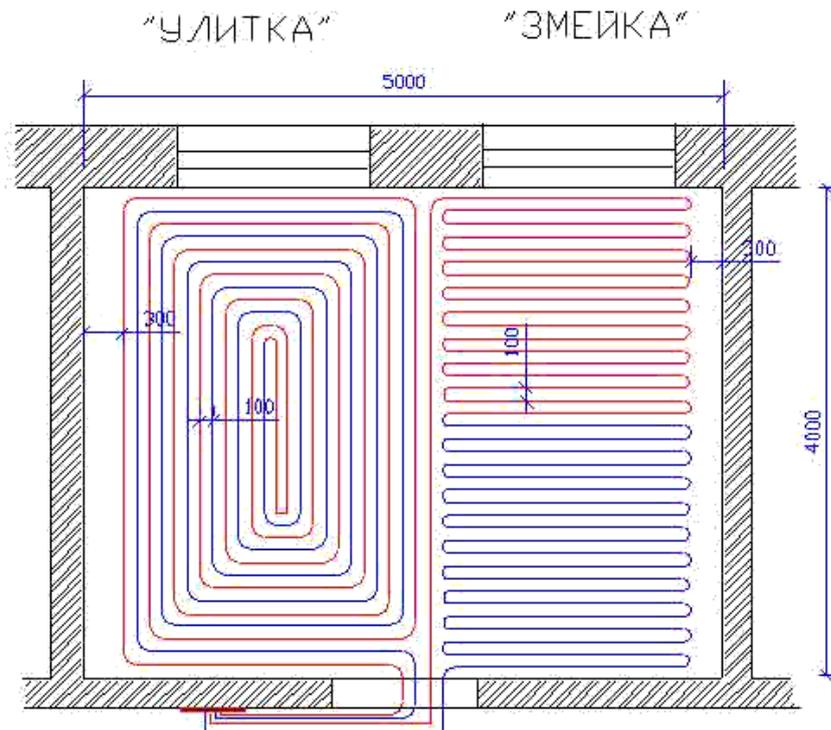


Рис. 3.3 Способы прокладки петель теплого пола

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 SaharaPlus, 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 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 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 43 (плавательный бассейн). Для зала большого бассейна принимаем тепловую нагрузку на теплый пол в размере 5% от суммарных теплопотерь помещения, т.е. $0,05 \cdot 43149 = 2157\text{ Вт}$.

Тепловая нагрузка пола равна:

$$q = \frac{Q_{\text{пола}}}{F_{\text{пола}}} = \frac{2157}{379,5} = 5,68\text{ Вт} / \text{м}^2;$$

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

$F_{\text{иä}}$ - площадь пола, включающая площадь под бассейном, м^2 .

По диаграмме для данной тепловой нагрузке квадратного метра пола соответствует необходимо применить трубы внешним диаметром 16 мм, шаг прокладки 200 мм.

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

Средняя температура воды равна:

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

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:

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

на выходе из петли:

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

Полученные значения так же справедливы для всех помещений.

Суммарный расход воды для помещения 43 равен:

$$G = \frac{Q_{\text{пола}} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{2157,4 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,103 \text{ л / сек.}$$

Предусматриваем 2 петли по $0,0515$ л/сек.

Соединение петель при подающем и обратном потоке предусмотрено через коллектора.

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 оболочкой. Кроме стальных иногда применяют медные трубыпластмассовой, 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 (штробах) 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 в 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 однотрубных и двухтрубных систем путем изгиба подводок (добавления уток) с тем, чтобы напряжение на изгиб в отводах труб не превышало 80МПа (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:

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

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

d_e – 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 колица.

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 №7 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 задаем 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

I контур T11/T21										
№	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+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
I Контур T11/T21, ответвление на помещения 13,34,2, 9,10,11,30										
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
I Контур T11/T21, ответвление на помещения 30,31,32,33,34.1,2,26,27,5,6,7,8										
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
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										
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

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
1	310	0,052	6,22	6,4	12,62
2	350	0,052	5,57	5,1	10,67
Суммарный расход		0,132	Мах. потери		12,62

4.4 Выбор циркуляционного насоса.

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

$$\Delta P_{зд} = \sum \Delta P_{уч} = 64538, Па;$$

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

$$G_{зд} = \sum G_{уч} = 9950 кг / ч;$$

Зная потери напора и общий расход подбираем насос фирмы Grundfos модель MAGNA 32-120F.

Насосы MAGNA серия 120 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 32-120 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: 10,2 м³/ч;

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

Минимальная t C, перекачиваемой жидкости: 2 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 переключке 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. 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 устанавливаются 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 также 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 3 (гардероб).

Определяется по формуле:

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

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

V_p – расчетный бъем помещения, м^3 .

Рассмотрим расчет воздухообмена по нормативной кратности для помещения 3 (гардероб).

$K_{P_{\min}} = 2$, 1/ч по техническому заданию.

$V_p = 30,19 \text{ м}^3$.

$L = 30,19 \cdot 2 = 60,38$, $\text{м}^3/\text{ч}$.

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:

$$Q_{уд} = Q_{и} + Q_{л} + Q_{осв} + Q_{огл} + Q_{пол}, \text{ Вт}$$

$$W_{уд} = W_{л} + W_{отк} + W_{см}, \text{ кг / ч}$$

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

$Q_{л}$ - тепlopоступления 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.

5.6.2 Расчет воздухообмена в большом бассейне

Общая площадь помещения бассейна - $F = 363,79 \text{ м}^2$, средняя высота $h = 7 \text{ м}$.

Размеры водного зеркала бассейна — $(25 \cdot 8,5) = 112,5 \text{ м}^2$. Вертикальное остекление направленное на Юго-Запад.

Количество одновременно находящихся людей в бассейне — 40 человек (40 занимающихся). Освещение осуществляется люминисцентными лампами по периметру бассейна. Общее количество теплоты, поступающее в помещение от искусственного освещения составляет 2889 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 2258 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 — $t_n = 26,2^\circ\text{C}$, $\phi_n = 74\%$; $I_n = 66,09 \text{ кДж/кг}$; $d_n = 15,59 \text{ г/кг}$. Нормируемая температура воды в бассейне — 26°C . Расчетные параметры воздуха в помещении бассейна — $t_b = 27^\circ\text{C}$; $\phi_b = 60\%$; $d_b = 15,77 \text{ г/кг}$., $I_b = 70,48 \text{ кДж/кг}$, $t_m = 23,77^\circ\text{C}$, $t_p = 21,37^\circ\text{C}$. Сопротивление теплопередачи через остекление $R_{ог} = 0,58 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

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:

$$(t_b - t_{ог}) = n (t_b - t_n) / R_{ог} \cdot \alpha_g = 1 \cdot (27 - (-40)) / 0,58 \cdot 8,7 = 13,28^\circ\text{C};$$

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

Тогда температура внутренней поверхности остекления будет равна:

$$t_{ог} = t_b - 11,96 = 13,72^\circ\text{C}.$$

Температура точки росы внутреннего воздуха при заданных внутренних температурно-влажностных условиях определится по I-d диаграмме на пересечении линии постоянного влагосодержания $d_v = 15.77$ 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 $t_{ог.ф.} = 13.72^\circ\text{C}$.

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:

$$Q_{огл} = (q_n^a K_{инс.с} + q_d^a K_{обл}) K_{отн} \cdot \tau_2 \cdot F_n, \text{Bm}$$

где q_n^a , q_d^a - количество теплоты соответственно прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающее в помещение в июле через световые проемы (расчетный час 11–13, широта г. Мариинск 54°). Для Восточной стороны они соответственно равны 37 Вт/м^2 и 67 Вт/м^2 , для Северного направления – 0 Вт/м^2 и 55 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;

$\hat{E}_{ин.а}$ — коэффициент инсоляции, принимаем равным — 0,907;

$\hat{E}_{обл}$ — коэффициент облучения, принимается равным — 1.

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

С Востока:

$$Q_{огл} = (37 \cdot 0,907 + 67 \cdot 1) 0,95 \cdot 0,85 \cdot 26,97 = 1492,7 \text{Bm}$$

С Севера:

$$Q_{огл} = (0 \cdot 0,907 + 55 \cdot 1) 0,95 \cdot 0,85 \cdot 87,51 = 3886,54 \text{Bm}$$

Суммарный тепловой поток составит:

$$\sum Q_{огл} = 1492,7 + 3886,54 = 5379,24 \text{Bm}$$

Теплопоступления от занимающихся составит:

$$Q_{л.зан} = n \cdot q_{л} = 40 \cdot 132 = 5280 \text{ Вт}.$$

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

Тепловыделения от освещения $Q_{осв} = 2889 \text{ Вт}.$

Теплопоступления от теплого пола $Q_{пол} = 2258 \text{ Вт}.$

Количество теплоты, поступающее в помещение с испаряющимся потоком влаги (W_u), определяется из выражения:

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

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

$$W_u = W_{отк} + W_{см}, \text{ кг/ч}$$

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

$$W_{см} = 0,006 \cdot (t_{в} - t_{м}) F_{см} = 0,006 \cdot (26 - 23,77) \cdot 0,4 \cdot 363,79 = 1,95 \text{ кг/ч}.$$

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

P_w — давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды, равной 26°C, составит 38 кПа;

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

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

Количество влаги, выделяемое занимающимися составит:

$$W_{л.зан} = n \cdot w_{л} = 40 \cdot 225 = 9 \text{ кг/ч}.$$

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

$$G_{пр.з} = ((W_u + W_{л}) / (d_{в} - d_{н})) \cdot 1000 = ((119,12) / (15,77 - 0,088)) \cdot 1000 = 7596 \text{ кг/ч}.$$

Или

$$L_{np.l} = 7596 / 1,2 = 6330 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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

$$G_{np.l} = (119,12 / (15,77 - 15,59)) \cdot 1000 = 661777 \text{ кг/ч}.$$

Или

$$L_{np.l} = 661777 / 1,2 = 551480 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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 по расчету, но не менее 80 м^3 на одного занимающегося.

На 40 занимающихся объем воздуха составит $V_6 = 3200 \text{ м}^3$.

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 $6330 \text{ м}^3/\text{ч}$ притока $6330 \text{ м}^3/\text{ч}$ вытяжки.

Для ассимиляции влаги, влагосодержание приточного воздуха должно быть равно:

$$d_n^1 = d_6 - \frac{(W_u + W_l) \cdot 1000}{G_{np.l}} = 15,77 - \frac{119,12 \cdot 1000}{7596 \cdot 1,2} = 2,72 / \text{кг}.$$

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

$$W_z = G_{np.l} \cdot (d_6 - d_n^1) / 1000 = 6330(15,77 - 2,7) / 1000 = 82,73 \text{ кг/ч}.$$

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

Удаление влаги производится зональными осушителями Calorex DH 110 АХ предназначенные для осушения воздуха в помещении бассейнов.

Технические характеристики осушителя:

Производительность по влаге: 108 л/сут;

Производительность вентилятора: $1180 \text{ м}^3/\text{час}$;

Параметры электросети: 220В, 50Гц;

Потребляемая мощность: 2,1 кВт;

Уровень шума: <53 дБ(А);

Степень защиты: IP24.

По данным характеристикам, для удаления влаги необходимо установить 4 осушителя указанной марки.

5.6.3 Построение процесса вентиляции в H-d диаграмме

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

5.6.3.2 Построение процесса вентиляции в i-d диаграмме для большого бассейна

Зимний период (рисунок 5.1)

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

$$\varepsilon = 3,6 \frac{Q_l + Q_{осв} + Q_u}{W_{см} + W_{отк} + W_l} = 3,6 \frac{6336 + 2957 + 77509}{5,74 + 89,944 + 10,8} = 2935 \text{кДж / кг}$$

Количество тепла, затрачиваемое в подогревателе первой ступени равно:

$$Q_1 = L \cdot \rho \cdot c \cdot (10 - (40)) / 3600 = 8480 \cdot 1.25 \cdot 1005 \cdot 50 / 3600 = 147,96 \text{кВт}$$

Количество тепла, затрачиваемое в подогревателе второй ступени равно:

$$Q_2 = L \cdot \rho \cdot (i_n - i_o) / 3600 = 10600 \cdot 1.25 \cdot (36000 - 25000) / 3600 = 40,49 \text{кВт}$$

Суммарная потребляемая тепловая мощность приточной установки для детского бассейна равна:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 = 147,96 + 40,49 = 188,45 \text{кВт}$$

Как мы видим, по результатам графического построения процесса вентиляции для зимнего периода со зрителями и без нет возможности оценить потребляемую мощность установки с достаточной степенью точность. Очевидно, что для данного помещения второй вариант менее энергоемок. Следовательно, за расчетный принимает первый вариант.

Летний период (рисунок 5.2)

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

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 3,6 \frac{Q_l + Q_{осв} + Q_u + Q_{огл} + Q_{пол}}{W_{см} + W_{отк} + W_l} = \\ &= 3,6 \frac{6336 + 4000 + 2957 + 77509 + 5379,24 + 2196}{5,74 + 89,944 + 10,8 + 7,5} = 3107 \text{кДж / кг}\end{aligned}$$

Летом в помещении бассейна ведется зональное осушение приточного воздуха до $d=11,8$ г/кг. Процесс идет политропно от точки Н до точки М ($\varphi=90\%$). От точки М до точки П по $d=\text{const}$ нагрев воздуха проходит в осушителях воздуха.

i-d диаграмма влажного воздуха

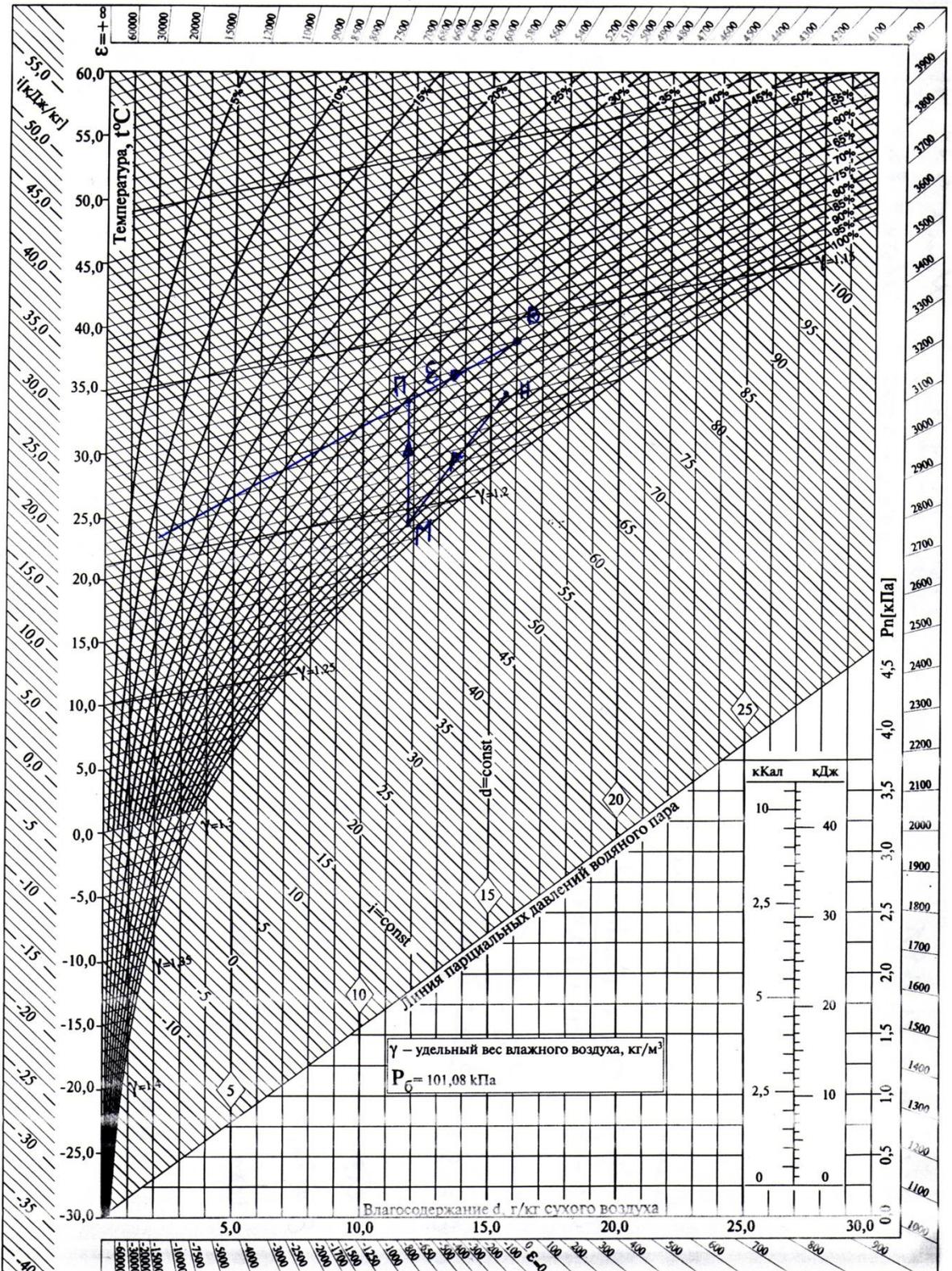


Рис. 5.2 Процесс вентиляции для большого бассейна (лето)

Таблица 8. Воздухообмен в помещениях

№ Помещения	Наименование помещения	Строительный объем, м ³	Метод определения воздухообмена	Вытяжка					Приток			Примечания
				По вредностям		По кратности		Кратность м ³ /ч	Кол-во, м ³ /ч	№ сист.	Кратность м ³ /ч	
				Кол-во, м ³ /ч	№ сист.	Кол-во, м ³ /ч	№ сист.					
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Первый этаж												
1	Входные тамбуры	73,28	-			-	-	-	-	-	-	
2	Вестибюль	76,63	По кратности			-	-	-	490	П1	6,0	
3	Гардероб	30,19	По кратности			74	В2	2,0	-	-	-	
4	Коридор	176,82	-			-	-	-	-	-	-	
5	Кабинет инженерно-технического персонала	38,53	По кратности			-	-	-	112	П1	2,0	
6	Кабинет главного инженера	41,69	По кратности			81	В2	2,0	112	П1	3	
7	Приемная	27,34	По кратности			82	В2	2,0	80	П1	3	
8	Кабинет директора	42,50	По кратности			82	В2	2,0	124	П1	2	
9	Кабинет главного бухгалтера	28,64	По кратности			39	В2	1,5	83	П1	3	
10	Касса	19,87	По кратности			39	В2	2	58	П1	3	
11	Лестничная клетка	75,33	-			-	-	-	-	-	-	
12	Электрощитовая	32,55	-			-	-	-	-	-	-	
13	Венткамера	66,98	-			-	-	-	-	-	-	
14	Техпомещение	46,38	По кратности			116	В3	3,0	90	П2	2,0	
15.1	Бытовое помещение	19,90	По кратности			-	-	-	39	П1	2,0	
15.2	Бытовое помещение	19,90	По кратности			-	-	-	39	П1	2,0	
16.1	Душевые	8,00	По кратности			100	В5	10	-	-	-	
16.2	Душевые	8,00	По кратности			100	В5	10	-	-	-	
17	Регистратура	18,48	По кратности			36	В2	2,0	51	П1	3	
18	Коридор	36,52	-			-	-	-	-	-	-	
18.1	Тамбур-шлюз	8,71	По расчету						90	П5		
18.2	Тамбур-шлюз	10,42	По расчету						110	П5		

19	Озонаторная	40,05	По кратности			136	В3	3	78	П2	2	
20	Коридор	16,52	-			-	-	-	-	-	-	
21	Помещение КИПиА	41,04	По кратности			80	В2	2	120	П1	3	
22	Помещение уборочного инвентаря	26,28	По кратности			26	В3	1				
23	Сан.узел для инвалидов	7,97	По кратности			50	В6		-	-	-	
24	Санузел	8,74	По кратности			50	В6	-	-	-	-	
25	Тамбур-шлюз	27,31	По расчету						280	П5		
26	Помещение для приготовления дезинфицирующих и коагулирующих веществ	25,23	По кратности			73	В3	3	73	П1	3	
27	Помещение для хранения дезинфицирующих и коагулирующих веществ	19,75	По кратности			27	В8	1				
44	Помещение для инженерного обслуживания ванны	110,52	По кратности			3675	В1		2450	П2		
Второй этаж												
28	Лестничная клетка	77,76	-			-	-	-	-	-	-	
30	Коридор	278,91	По балансу						853	П4		
30	Методкабинет	80,58	По кратности			185	В4	2	277	П4	3	
31	Подсобное помещение	14,56	По кратности			17	В4	1	-	-	-	
32	Лаборатория хим. Бактер. Анализа воды	31,14	По кратности			107	В4	3	72	П4	2	
33	Кабинет врача	51,42	По кратности			118	В4	2	117	П4	2	
34.1	Раздевальная	96,0	По балансу			-	-	-	341	П4		
34.2	Раздевальная	20,06	По балансу						331	П4		
35.1	Преддушевая	11,2	-			-	-	-	-	-	-	
35.2	Преддушевая	11,52	-			-	-	-	-	-	-	
36.1	Санузел	9,93	По кратности			100	В6					
36.2	Санузел	9,6	По кратности			25	В6					
36.3	Санузел	17,28	По кратности			100	В5					
37.1	Душевая	59,42	По кратности			737	В6					
37.2	Душевая	57,76	По кратности			662	В5					

38	Комната тренеров и инструкторов	50,88	По кратности			124	В4	2	186	П4	3	
39	Душевая	7,04	По кратности			25	В6	3				
40	Кабинет для переодевания	3,2	-									
41	Инвентарная	58,82	По кратности			58	В4	1				
42	Комната дежурной мед.сестры	50,86	По кратности			116	В4	2	174	П4	3	
43	Зал Ванны	3145,05	По балансу			6330	В7		6330	В7		

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 1 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:

$$F^{OP} = \frac{L}{3600 \cdot g_p}, m^2$$

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

g_p - 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:

$$g_\phi = \frac{L}{3600 \cdot F_\phi}, m/c$$

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:

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

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 П4 с ответвлением на помещение 34,1.

Длина воздуховода составляет L=5 метра, расход через участок G=340 м³/ч, диаметр воздуховода 160мм, живое сечение S=0,02 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 воздуховода и динамическое давление воздуха для диаметра 160мм. 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 34.1 имеет сумму линейных сопротивлений равную 3 Па, сумму местных сопротивлений без исследуемого участка – 4,4 Па. Следовательно нужное сопротивление на этом участке:

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

Зная что динамическое давление на этом участке $P_g = 2,2$ 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	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ м ширина воздуховода}$	$B, \text{ м высота воздуховода}$	$d, \text{ м}$	$S, \text{ Жив. сеч. воздуховода, м}^2$	$v, \text{ м/с}$	$R, \text{ мм.вод.ст/м}$	Линейные потери уч-ка, Па	Сумма коэф. Местных сопротивлений участка	$P_g, \text{ Динамическое давление, Па}$	$Z = P_d * \text{Сумму Местн. Сопрот.}, \text{ Па}$	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
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	95,95
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	
7	2639,59	4,30	0,25	0,25	0,25	0,06	1,95	0,04	1,48	1,00	0,23	0,23	1,71	
8	2879,19	5,50	0,25	0,25	0,25	0,06	3,91	0,08	4,32	3,80	0,93	3,55	7,87	
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	107,86
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	
5	2539,84	10,25	0,25	0,25	0,25	0,06	5,07	0,12	12,07	2,40	1,57	3,77	15,83	
5	2661,88	20,05	0,25	0,25	0,25	0,06	6,94	0,22	43,27	2,60	2,95	7,66	50,93	
П5														
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	
П4														
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	
П3														
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	
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	86,66
П6														
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	
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	113,34
П7														
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	
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	64,54
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	
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	108,79
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	
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	26,80
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	
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	25,35
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
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	
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	42,47

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	
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	49,30
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														
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	
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 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 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 ВЕ1 (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
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 В9														
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	
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	7,81

7. Подбор оборудования для систем вентиляции

7.1 Подбор оборудования для приточных камер

Системы приточной вентиляции запроектированы на оборудовании фирм OSTBERG (Швеция), АРКТОС, Мовен и Тайра (Россия).

7.2 Подбор оборудования для систем вытяжной вентиляции

В данном проекте расчета систем вентиляции запроектировано 9 систем канальной вытяжной вентиляции с радиальными и канальными вентиляторами. Одна из них (ВЕ1) с естественным побуждением.

Вентиляторы РКВ

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 «АРКТИКА» Россия на системы вытяжной вентиляции В1, В2, В3, В4, В5, В6, В8, В9

Заслонки избыточного давления PSK

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°C до +80°C. 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.

8. Производственная и экологическая безопасность

8.1 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, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

8.2 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.

8.3 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 помещениях, 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 °С 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 °С 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, исключающими 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 II-4-79. 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 вентиляторные агрегаты 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 вентиляторных агрегатов 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 воздуховодов 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).

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, заводоуправление, 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.

Индивидуальные основные изолирующие электрозащитные средства способны длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановок, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей под напряжением. В установках до 1000 В – это диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками, указатели напряжения. *Индивидуальные дополнительные* электрозащитные средства обладают недостаточной электрической прочностью и не могут самостоятельно защитить человека от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, с которыми они должны применяться. В установках до 1000 В – диэлектрические боты, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки. В работе необходимо провести обоснование выбора индивидуальных основных и дополнительных изолирующих электрозащитных средств данного рабочего места. Также обосновываются организационные мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок.

8.4 Мероприятия по безопасности эксплуатации вентсистем

При обслуживании вентсистем необходимо руководствоваться;

- действующими на предприятии инструкциями по ТБ, электробезопасности и пожаробезопасности.
- ПТЭ электроустановок потребителей и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей;
- ПТБ при эксплуатации теплосилового оборудования;
- действующими распоряжениями по предприятию по технике безопасности.

К обслуживанию установок вентиляции допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж, инструктаж на рабочем месте, обучение по безопасному обслуживанию вентустановок и стажирование в течении двух недель. Сдавшие экзамены по технике безопасности.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ, являются:

- оформление работы нарядом;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление переводов на другую работу;
- оформление окончания работы и закрытие наряда.

При выполнении каких-либо работ внутри отсеков приточных систем, двери отсеков должны быть открыты и застопорены. На них должен быть вывешен плакат с надписью « Не закрывать- работают люди.»

После окончания ремонта вентсистемы необходимо убедиться в отсутствии посторонних предметов внутри вентиляторов и воздуховодов. Перед подготовкой к пуску вентсистемы после ремонта или после случайного увлажнения электроприводов пусковой аппаратуры необходимо проверить сопротивление изоляции электроприемников, а также наличие и целостность заземления электродвигателей и пусковой аппаратуры.

При обслуживании вентсистем запрещается:

- нахождение людей в действующих венткамерах и вентцентре (кроме оперативного персонала) ;
- допуск посторонних лиц в помещение вентцентров, щитов управления и к действующему оборудованию;
- выворачивание пробок, штуцеров, снятие заглушек с пневматических лючков на действующем оборудовании и воздуховодах;
- пуск вентилятора без защитных ограждений;
- снятие защитных ограждений во время работы вентилятора;
- применять спецодежду, имеющую свисающие концы, которые могут быть захвачены вращающимися частями оборудования;
- подтягивание крепежных болтов, регулирование соосности и горизонтальности валов на работающем оборудовании;
- принудительное торможение останавливающегося колеса вентилятора (после отключения его электропривода);
- проводить сварочные и огневые работы в венткамерах, на воздуховодах, оборудовании действующих вентсистем:
- эксплуатация незарегистрированных переносных и передвижных токоприемников;
- хранение в венткамерах какого-либо оборудования и материалов.

Категорически запрещается загромождение помещений венткамер, особенно проходов между вентоборудованием и проходов к пусковой аппаратуре посторонними предметами. При необходимости выполнения огневых работ в зоне расположения воздухозабора, соответствующие приточные системы должны быть отключены, а решетки на воздухозаборе закрыты асбестоцементным листом или мокрым брезентом. Все огневые работы вблизи распределительных приточно-вытяжных систем внутри помещений, не зависимо от состояния внутри вентсистем, выполняются только с разрешения пожарной охраны.

Оборудование должно быть немедленно остановлено: при возникновении ситуации, угрожающей жизни и здоровью персонала; в ситуациях, могущих повлечь за собой порчу оборудования или аварийную ситуацию.

В помещениях вентцентров должны быть установлены углекислотные огнетушители, согласно правил пожарной безопасности для промышленных предприятий.

При проведении любого вида обслуживания вентоборудования должно быть обеспечено надежное освещение.

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Целью данного раздела является определение финансовых затрат на выполнение проектной документации, а также затрат на эксплуатацию отопления и вентиляции магазина розничной торговли.

Планирование разработки проекта отопления и вентиляции бассейна.

Выделим основные этапы выполнения проекта и определим время и количество человек, необходимые для выполнения каждой части. Оценка длительности в неделях каждой работы определена по данным проектного отдела ООО “КиТ”. Результаты занесем в таблицу 16.

Таблица 16 – График выполнения проекта

№ п/п	Содержание работы	Оценка длительности в неделях	Работа по сотрудникам, чел
1	Ознакомление с исходными данными, изучение литературы по теме	1	Руководитель + 2 исполнителя
2	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет потерь теплоты	1	Руководитель + 1 исполнитель
3	Выбор и расчет системы отопления. Выбор и расчет количества и размеров отопительных приборов. Гидравлический расчет системы отопления	2	Руководитель + 1 исполнитель
4	Выбор и расчет системы вентиляции, определение объемов местной вытяжки, выбор конструкций и расчет местных отсосов	2	Руководитель + 1 исполнитель
5	Аэродинамический расчет систем вытяжной и приточной вентиляции	2	Руководитель + 1 исполнитель
6	Выбор оборудования для систем вентиляции	1	Руководитель + 1 исполнитель
7	Расчет и выбор воздушных завес	1	Руководитель + 1 исполнитель Руководитель + 1 исполнитель

8	Обеспечение микроклимата в офисных помещениях	1	Руководитель + 1 исполнитель Руководитель + 1 исполнитель
9	Разработка системы автоматизации	2	Руководитель + 1 исполнитель
10	Разработка рабочих чертежей	3	Руководитель + 2 исполнителя
11	Составление отчета	2	Руководитель + 2 исполнителя

В выполнении проекта участвуют три человека: один – руководитель проекта, и двое – исполнители проекта.

Время работы руководителя: 4.2 месяца, каждого из исполнителей 2.1 месяца.

Расчет затрат и договорной цены на проектирование

Затраты на любой вид деятельности рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

1. Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов).
2. Затраты на оплату труда.
3. Отчисления на социальные нужды 30%.
4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов (компьютер).
5. Прочие затраты.

Материальные затраты

Этот раздел отражает стоимость, приобретенных со стороны, сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при проведении работ.

Основными затратами в этом разделе являются канцелярские товары, используемые при проведении расчетов (таблица 17).

Таблица 17 - Основные материальные затраты при проведении расчетов

Наименование	Количество	Общая стоимость, руб.
Бумага писчая	500 листов	400
Бумага формата А1 для черновых чертежей	25 листов	750
Бумага формата А1 для чертежей	15 листов	1050
Краска для принтера	1 картридж	800
Прочее		300
Всего		3300

Затраты на оплату труда

В состав затрат на оплату труда включаются: выплаты заработной платы за фактически выполненные работы, исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда; выплаты стимулирующего характера по системным положениям; выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда; оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков; оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия за выполнение ими работ по заключенным договорам.

При выполнении проекта заработная плата рассчитывается следующим образом:

Месячная заработная плата работника руководителя по данным проектной организации ООО «КиТ»:

$$ЗП_{зпл}^{15} = (ЗП_{баз}) \cdot K_{район}$$

где $ЗП_{баз}$ - базовая заработная плата, для работника руководителя проекта

$$ЗП_{баз} = 21000 \text{ руб} / \text{мес};$$

$K_{район}$ - районный коэффициент.

$$ЗП^{15} = (21000) \cdot 1,7 = 35700 \text{ руб./мес.}$$

Месячная заработная плата работника инженера 3 категории по данным ООО “КиТ”:

$$ЗП^9 = ЗП_{баз} \cdot K_{район}$$

$$ЗП^9 = 9000 \cdot 1,7 = 15300 \text{ руб./мес.}$$

Всего за время проведения работы (время работы над проектом 4,2 мес. по графику выполнения работ) руководитель получит:

$$C_{ЗП}^{\Sigma} = ЗП^{МЕС} \cdot T = 35700 \cdot 4,2 = 149940 \text{ руб.}$$

Каждый из работников исполнителей:

$$C_{ЗП}^{\Sigma} = ЗП^{МЕС} \cdot T = 15300 \cdot 2,1 = 32130 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

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

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

$$C_{СОЦ}^{МЕС} = 0,30 \cdot C_{ЗП}^{МЕС} = 0,30 \cdot 35700 = 10710 \text{ руб./мес.}$$

Исполнителя:

$$C_{СОЦ}^{МЕС} = 0,30 \cdot C_{ЗП}^{МЕС} = 0,30 \cdot 15300 = 4590 \text{ руб./мес.}$$

Всего за время проведения работы:

$$C_{СОЦ}^{\Sigma} = C_{СОЦ}^{МЕС} \cdot T = 10710 \cdot 4,2 + 2 \cdot 2,1 \cdot 4590 = 64260 \text{ руб.}$$

Амортизация основных фондов и нематериальных активов

Отражает сумму амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, рассчитанную исходя из балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер) и печатающее устройство (принтер), таблица 18.

Таблица 18 - Основные фонды при выполнении проекта

Вид техники	Количество	Общая стоимость	Норма амортизации
Компьютер	3	90000	20%
Принтер	1	10000	20%

Амортизационные отчисления найдем по формуле: $I_{AM} = \Phi \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12}$

где Φ - стоимость основных фондов;

H_{AM} - норма амортизации; $H_{AM} = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100\%$

$$H_{AM} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

$T_{сл}$ – срок службы; принимаем $T_{сл}=5$ лет (компьютер), $T_{сл}=5$ лет (принтер).

T - время использования основных фондов.

$$I_{AM}^{КОМП} = 90000 \cdot 0,20 \cdot \frac{4,2}{12} = 6300 \text{ руб.}$$

$$I_{AM}^{ПП} = 10000 \cdot 0,2 \cdot \frac{4,2}{12} = 700 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$I_{AM.ОСН}^{\Sigma} = I_{AM}^{КОМП} + I_{AM}^{ПП} = 6300 + 700 = 7000 \text{ руб.}$$

К нематериальным активам относятся нематериальные объекты, используемые в течении долгосрочного периода в хозяйственной деятельности и приносящие доход: патенты, лицензии, программные продукты.

При выполнении проекта используются следующие программные продукты: Microsoft Office 2010, AutoCAD 2010 Commercial SLM, Herz C.O. версия 3.59 (программа для гидравлического расчета системы отопления) (таблица 19).

Таблица 19 - Программные продукты, используемые при выполнении проекта

Вид продукта	Стоимость	Норма амортизации
Microsoft Office 2010	6000	25%
AutoCAD 2010 Commercial SLM	15000	
Herz C.O. версия 3.5	3000	

Амортизация нематериальных активов:

$$I_{AM}^{ПРОГ} = \sum C \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12} = (6000 + 15000 + 3000) \cdot 0,25 \cdot \frac{4,2}{12} = 2100 \text{ руб.}$$

$$H_{AM} = \frac{1}{T_{cl}} \cdot 100\% = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\%$$

Суммарные амортизационные отчисления:

$$I_{AM}^{\Sigma} = I_{AM.ОСН}^{\Sigma} + I_{AM}^{ПРОГ} = 7000 + 2100 = 9100 \text{ руб.}$$

Прочие затраты

Прочие затраты рассчитаем как 20% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$C_{ПР} = 0,2 \cdot (C_{МАТ} + C_{ЗПЛ}^{\Sigma} + C_{СОЦ}^{\Sigma} + I_{AM}^{\Sigma}) = \\ = 0,2 \cdot (3300 + 149940 + 32130 \cdot 2 + 64260 + 9100) = 58172 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

Накладные расходы рассчитываются как 80% от затрат на оплату труда.

$$C_{НР} = 0,8 \cdot C_{ЗП}^{\Sigma} = 0,8 \cdot (149940 + 32130 \cdot 2) = 171360 \text{ руб.}$$

Договорная цена

Договорная цена рассчитывается по формуле:

$$C_{Д} = C_{ПЛ} \cdot K_{ПР}^H$$

где $C_{ПЛ}$ – плановая себестоимость разработки:

$$C_{ПЛ} = 3300 + 149940 + 32130 \cdot 2 + 64260 + 9100 + 58172 + 171360 = 520392 \text{ руб.};$$

K_{IP}^H - коэффициент, учитывающий нормативную рентабельность предприятия-разработчика, $K_{IP}^H = 1,1$;

$$C_d = 520392 \cdot 1,1 = 572431,2 \text{ руб.}$$

Время работы над проектом отопления и вентиляции производственного корпуса 4,2 мес.

Полученные результаты по всем пунктам занесем в таблицу 20.

Таблица 20 - Смета затрат по выполнению проекта

Элементы затрат	Сумма затрат, руб.
1 Материальные затраты	3300
2 Затраты на оплату труда	214200
3 Отчисления на социальные нужды	64260
4 Амортизация основных фондов и нематериальных активов	9100
5 Прочие затраты	58172
6 Накладные расходы	171360
7 Итого себестоимость разработки	520392
8 Прибыль	52039,2
9 Договорная цена	572431,2

Таким образом, договорная цена в 572431,2 руб. обеспечивает получение прибыли в размере 52039,2 руб. При этом отчисления средств в виде налогов и фиксированных платежей в специальные фонды и бюджеты разного уровня составили 64260 руб.

8 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

8.1 Описание технологического оборудования

Одним из условий, обеспечивающих непрерывность различных технологических процессов на предприятии, является поддержание оптимальных значений температуры, относительной влажности, давления и чистоты воздуха внутри производственных помещений.

Эти условия достигаются созданием помещений искусственного климата, независящего от внешних атмосферных условий, посредством приточных систем.

Часто используется приточная вентиляция, с помощью которой в помещения подается прошедший предварительную обработку (очистка, увлажнение и нагревание) воздух. Главная задача этой системы – удаление вредных веществ, образованных вследствие производственной деятельности. Приточная вентиляция служит для подачи свежего воздуха в помещения. При этом подаваемый воздух нагревается и очищается от пыли. Для приточной вентиляции характерно нагнетание воздуха в помещение, при этом, вытесняемый воздух удаляется через воздуховоды и вентиляционные короба. Плюсом такой системы является возможность проведения более тщательной очистки подаваемого воздуха, регулирования его температуры и влажности.

Данный раздел выпускной квалификационной работы рассматривает разработку системы автоматизации приточной вентиляционной системы.

8.2 Постановка задачи автоматического контроля и регулирования объекта

Основная задача автоматического регулирования приточной вентиляционной системы – это поддержание благоприятного микроклимата в

обслуживаемом помещении. Показателем такого микроклимата является поддержание заданной температуры и циркуляция воздуха в помещении.

Система автоматизации и контроля (АКиР) приточной вентиляции предусматривает:

- дистанционное управление исполнительным механизмом приточного вентилятора со щита оператора;
- дистанционное управление исполнительным механизмом заслонки наружного воздуха с приточным вентилятором;
- регулирование температуры приточного воздуха;
- автоматическое подключение системы регулирования при пуске приточного вентилятора.

Схемой автоматизации предусматривается местный контроль следующих параметров:

- температуры наружного (приточного) воздуха;
- температуры воздуха в обслуживаемых помещениях.

8.3 Выбор оптимальной схемы АКир объекта

Для правильного выбора оптимальной схемы АКир разрабатываемой приточной вентиляционной системы была разработана структурная схема технологического объекта, представленная на листе ФЮРА.421000.001 С1

Целью автоматического регулирования является поддержание определенной температуры в помещении, которое реализуется с помощью управления исполнительным механизмом заслонки наружного воздуха с приточным вентилятором. Регулирование положения исполнительного механизма заслонки происходит следующим образом: температура наружного воздуха оценивается измерительным преобразователем, с которого передается её значение на регулирующее устройство. Регулирующее устройство в свою очередь сравнивает данное значение температуры с заданным сигналом, полученным от задатчика. В случае различия этих сигналов с регулирующего

устройства подается управляющее воздействие на устройство ручного управления, которое осуществляет ручное переключение с автоматического режима на ручной и обратно. Пусковой механизм осуществляет пуск или останов исполнительного механизма, с помощью которого передается регулирующее воздействие через регулирующий орган (в данном случае это задвижка) на объект контроля и регулирования.

Проектируемая система автоматизации строится на основе регулирующего устройства. В настоящее время отечественными и зарубежными производителями представлен широчайший выбор различных контроллеров, микропроцессорных приборов и комплексов электрических средств регулирования. В дипломном проекте в качестве регулирующего устройства был выбран многофункциональный регулирующий микропроцессорный контроллер Ремиконт Р-130 отечественного производителя ОАО «АБС ЗЭиМ Автоматизация», г. Чебоксары.

Данный прибор выполняет следующие функции:

- аналоговый и импульсный виды регулирования;
- локальный, каскадный, дистанционный, ручной режимы работы;
- ручной, программный, внешний виды задания;
- контролируемые параметры – задание, рассогласование, значение произвольного параметра, параметров программы;
- формирование ПИД, ПИ, ПД, П – законов регулирования.

8.4 Разработка функциональной схемы системы контроля и автоматического регулирования объекта

Функциональная схема выполнена с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85. Линии связи между датчиками, установленными на технологическом оборудовании, и приборами, установленными по месту, на щите и на пульте, выполнены с разрывами.

Все комплекты аппаратуры контроля и автоматизации имеют цифровые обозначения.

В процессе разработки функциональной схемы и выбора технических средств учтены особенности технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасности, агрессивности и токсичности окружающей среды, параметры и физико-химические свойства технологических сред, расстояние от мест установки датчиков «отбора», приемных устройств до постов контроля, требуемую точность и быстродействие средств автоматизации.

При разработке функциональной схемы решены следующие задачи:

- изучена технологическая схема автоматизации;
- составлен перечень контролируемых параметров технологического процесса и технологического оборудования;
- на технологической схеме объекта автоматизации определено местоположения точек отбора измерительной информации;
- определены предельные рабочие значения контролируемых параметров;
- выбрана структура измерительных каналов;
- выбраны методы и технические средства получения, преобразования, передачи, представления и регистрации измерительной информации;
- решены вопросы размещения технических средств автоматизации на технологическом оборудовании, трубопроводах, по месту и на щитах.

Функциональная схема системы приточной вентиляционной системы приведена на листе ФЮРА.421000.001 С2

При разработке системы автоматизации приточной вентиляционной системы предпочтения отдавались техническим средствам автоматизации, серийно выпускаемым отечественными предприятиями. В частности, унифицированным системам и однотипным техническим средствам,

обеспечивающим взаимозаменяемость, простоту сочетания друг с другом и удобство компоновки на щитах.

Основным контролируемым параметром, разработанной системы вентиляции является приточный воздух, сбор информации осуществляется датчиком температуры 4а и передается по каналу связи (2) к контроллеру 5б. Для сравнения температурных значений внутреннего воздуха помещения установлен термометр 2а, передающий информацию по каналу связи (1). В функциональной схеме также установлены датчик ручной а, блок ручного управления 5в, исполнительный механизм 5д, для открытия и закрытия задвижки, управляемый по каналу связи (3) дистанционно в ручном или автоматическом режиме. Указатель положения ба показывает в процентном соотношении насколько закрыта задвижка, передача информации от исполнительного механизма 5д осуществляется каналом связи (4).

8.5 Обзор выпускаемых средств измерений и регулирования и выбор аппаратуры

При измерении температуры газообразных и жидких сред в качестве первичных термопреобразователей используют термопреобразователи сопротивления (ТПС) и термоэлектрические преобразователи (ТЭП).

Рассмотрим структуру измерительного канала температуры. Датчик температуры размещен в вентиляционной шахте со стороны улицы.

В системах измерения температуры в качестве первичных преобразователей применяются термоэлектрические преобразователи (ТЭП) и термопреобразователи сопротивления (ТПС). Промышленность выпускает термопреобразователи сопротивления типа ТСП (платиновый) с номинальными статическими характеристиками (НСХ) 1П, 10П, 50П, 100П, 500П и медные типа ТСМ – с НСХ 10М, 50М и 100М.

Основной частью ТПС является чувствительный элемент, действие которого основано на использовании зависимости электрического

сопротивлении от температуры. Чувствительные элементы термопреобразователей сопротивления изготавливаются из платины или меди и позволяют измерять температуру в пределах от -260 до +1100 °С.

Учитывая, что при измерении температуры воздуха конец ТПС должен находиться на 10÷20 мм ниже оси трубопровода, монтажную длину рассчитываем как сумму половины диаметра трубопровода плюс 20 мм. Диаметр вентиляционной шахты, где установлен датчик – 900 мм.

$$900 \text{ мм}/2+20 \text{ мм} = 470 \text{ мм.} \quad (1)$$

По рассчитанному значению выбираем из стандартного ряда монтажную длину ТПС 500 мм.

В данном проекте выбираем термопреобразователь сопротивления ТСПУ Метран-276-120-0,25-(-50...+100) °С производителя ПГ «Метран», г. Челябинск.

Сигнал задания формируется задатчиком.

РЗД-12 – корректировка задания в пределах ±5% регулирующим прибором путем изменения сопротивления потенциометра 0-10, 0-2,2 кОм.

РЗД-22 – установка задания в диапазоне 0-100 %, преобразование сигналов.

В дипломном проекте выбираем ручной задатчик РЗД-22 производителя ОАО «АБС ЗЭиМ Автоматизация», г. Чебоксары, так как он обеспечивает установку задания в диапазоне от 0 до 100 %.

Управление объектом может осуществляться как автоматически, так и дистанционно. Выбор режима управления осуществляется ключом блока управления. В дипломном проекте используем БРУ-32 производителя ОАО «АБС ЗЭиМ Автоматизация», г. Чебоксары, как полностью удовлетворяющей возложенным на него требованиям: ручное или дистанционное переключение цепей управления на два положения; световая сигнализация положения цепей, управление исполнительными механизмами.

В системах автоматического регулирования рекомендуется использовать бесконтактные способы управления МЭО как наиболее надежные.

Для выбранного типа МЭО производителем рекомендуется использовать пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-2М1, так как они разработаны для совместной эксплуатации.

ПБР-2М1, производителя ОАО «АБС ЗЭиМ Автоматизация», г. Чебоксары – предназначен для бесконтактного управлением электрическими исполнительными механизмами по ГОСТ 7192, в приводе которых, использованы однофазные электродвигатели. ПБР-2М1 обеспечивает пуск, реверс электродвигателя, торможение и защиту от перегрузки.

Исполнительный механизм выбираем по требуемому крутящему моменту на выходном валу. Самыми распространенными исполнительными механизмами в нашей стране являются исполнительные механизмы ОАО «АБС ЗЭиМ Автоматизация».

По номенклатурному каталогу ОАО «АБС ЗЭиМ Автоматизация», г. Чебоксары выбираем МЭО-40/63-0,63-93, где 40/63 – номинальное значение крутящего момента, Н·м; номинальное время полного хода в секундах.

Напряжение питания исполнительного механизма 220 В, 50 Гц.

Исполнительный механизм МЭО предназначен для приведения в действие и перемещения различных регулирующих органов. Управление работой механизмов МЭО осуществляется в автоматическом режиме по командному сигналу, в соответствии с заданным законом регулирования регулирующего устройства в САР или по команде оператора в ручном режиме.

Индикация положения выходного вала исполнительного механизма осуществляется дистанционным указателем положения ДУП-М.

На основании функциональной схемы и выбранных технических средств автоматизации составлена заказная спецификация приборов и средств автоматизации, представленная в приложении А. Спецификация представляет

собой техническую документацию, в которой отражены все необходимые сведения о приборах и средствах автоматизации объекта.

Спецификация предназначена для составления на ее основе заказа на средства измерения и аппаратуру, а также для облегчения чтения проектной документации.

Таким образом, разработанная система автоматизации приточной вентиляционной системы отвечает предъявляемым к ней требованиям, т.е. является работоспособной, надежной, перспективной и построена с помощью современных технических средств автоматизации.

Заключение

В ходе проведения настоящей дипломной работы, определены теплопотери всех помещений проектируемого здания СОК в г. Мариинск. Расчет теплопотерь выполнен согласно действующих норм в соответствии с методикой ограждающих конструкций. Расчет теплопотерь пола выполнен способом профессора В.Д.Мачинского. Установлено, что теплопотери по зданию составляют 88 990 Вт из них: 59 515 Вт – потери через ограждающую конструкцию, 29 475 Вт – потери на нагревание инфильтрующегося воздуха. Выполнен расчет теплоступлений от электроосвещения и от людей. Сведен тепловой баланс здания.

Исходя из назначений помещений и теплового баланса выбраны соответствующие системы отопления. В здании предусмотрено водяное отопление. Система отопления №1 выбрана двухтрубной, с попутным движением теплоносителя с нижней разводкой магистралей, система отопления №2 – двухтрубная с попутным движением теплоносителя. В качестве нагревательных приборов приняты радиаторы SaharaPlus (201 Вт), предназначенные для установки вдоль остекленных наружных ограждающих конструкций здания. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляется посредством изменения расхода теплоносителя с помощью терморегуляторов RA-N с автоматическим термостатическим элементом RA 2940, производства датской компании «Danfoss», установленными на подводках у приборов отопления. Гидравлическая увязка потерь давления в системах отопления в проекте решена с помощью ручных балансировочных клапанов установленных на стояках отопления, а также установкой в узле управления на ветвях систем отопления автоматических балансировочных клапанов. Также в зале плавательного бассейна предусмотрен теплый пол из труб Wirsbo-PEX (VALPEX) из модифицированного полиэтилена высокой прочности. Для систем отопления выполнен гидравлический расчет. Потери давления в контурах T11/T21 составляют 9881,58 Па, 803 Па и 1027,57 Па. Потери давления в контуре T12/T22 составляют 11380 Па. Потери давления в контуре T13/T23 составляют 55357,67 Па. Потери давления во 2 контуре T14/T24 составляют 64538,84 Па. На основании найденной величины подобрали циркуляционный насос. Компенсация температурного удлинения труб предусмотрена за счет естественных изгибов трубопроводов.

Для обеспечения стабильной работы систем отопления и вентиляции, в подвальном помещении выполнено помещение ИТП. В ИТП осуществляется прием теплоносителя, регулирование его параметров, распределение между

потребителями тепловой энергии и учет её расходования. ИТП полностью автоматизирован. В ИТП предусмотрено погодное регулирование температуры теплоносителя для поддержания оптимальных температур в помещениях спортивного комплекса.

Был рассчитан воздухообмен в помещениях спортивно-оздоровительного комплекса, проведен аэродинамический расчет приточных и вытяжных систем. Подобрано оборудование для приточных и вытяжных установок, построены процессы вентиляции в зале бассейна в летний и зимний период в i-d диаграмме. В спортивном комплексе предусмотрены системы естественной и механической вентиляции. Выполнено 7 приточных систем вентиляции; 9 систем вытяжной вентиляции. Оборудование для систем вентиляции подобрано преимущественно отечественных производителей.

Выполнен подбор решений по промышленной и экологической безопасности, электробезопасности, разработаны противопожарные мероприятия, мероприятия по безопасности эксплуатации вентсистем.

Также выполнена система автоматизации систем отопления, вентиляции и теплового пункта спортивно-оздоровительного комплекса.

Список использованной литературы

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. ч1. Отопление/В.Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
2. Сканави 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. Сканави и др.; Под ред. И.Г.Староверова 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 41-101-95Проектирование 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 3.05.01-85Внутренние санитарно-технические системы /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1985.
19. СНиП 23-01-99Строительная 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.