

ЗАДАНИЕ

на выполнение квалификационной работы
(на соискание квалификации инженер)

Студенту гр.

1. Тема выпускной квалификационной работы «Проект отопления и вентиляции физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательным бассейном в г. Тайга»,

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 ФОК; 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 T11/T21, T12/T22, T13/T23

5.5 Аксанометрические схемы систем T14/T24, T15'/T25', T15''/T25''

5.6 Вентиляция. Первый этаж. План

5.7 Вентиляция. Второй этаж. План

5.8 Аксанометрические схемы систем B1, B2, B3, B4, B5

5.9 Аксанометрические схемы систем B6, B7, B7', B9, B11, B12

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

Введение

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

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

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

Говоря про отоплении зданий ФОК следует отметить, что в связи с многообразием помещений зачастую возникает необходимость проектирования нескольких видов систем отопления. Так, например СНиПами регламентируется, что при проектировании отопления плавательных бассейнов необходимо, помимо поддержания температуры в самом помещении бассейна на уровне +29 гр. Цельсия, предусмотреть теплые полы в прилегающих к помещению бассейна 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 ФОК 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 физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательным бассейном в г. Тайга. 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 физкультурно-оздоровительного комплекса в г. Тайга.

Здание физкультурно–оздоровительного комплекса предназначено для спортивных занятий, а так же организации спортивных мероприятий. В нем размещены тренажерный зал, зал с плавательным бассейном на 40 занимающихся и 30 зрителей, а так же детский бассейн на 20 занимающихся. В здании так же размещены раздевални при бассейнах и при универсальном тренажерном зале, тренерские, залы подготовительных занятий, подсобные и иные вспомогательные помещения.

Район строительства: г. Тайга;

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

Параметры внутреннего воздуха: административные и вспомогательные помещения $t = 14\div 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, плавательные бассейны и 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: $95\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Внешний вид здания представляет собой объем прямоугольной формой в плане с размерами 29х36м в осях и дугообразной крышей сложной формы делящая объем здания на три части, центральный и боковые. Дугообразная крыша придает динамичность объему. Высота здания составляет 13,480м.

К основному объему здания с левой стороны примыкает объем, лестницы в лестничной клетки типа Л1 так же являющиеся эвакуационной во время пожара. С правой стороны выступает объем лестничной клетки типа Л1 завершающийся легким металлическим навесом подчеркивающий динамику объема здания.

Главный вход в здание находится в объем открытой лестницы в осях 6-4. Открытая лестница позволяет попасть посетителям, как на первый этаж здания, так и на цокольный.

Весь объем здания делится на две части:

- первая часть это зал ванны, зал с габаритными размерами 12,50х30,4м где располагается ванна с габаритными размерами 25х8.5м

- вторая часть это 4х этажный объем с высотами этажей от 2,9 до 3,8м связанных между собой вертикальными коммуникациями располагаемые в осях Д-Е/6-7 и Д-Е/1-2, в котором располагаются вспомогательные помещения бассейна и помещения для обслуживания спортсменов (такие как раздевалные, администрация и т.д.). Также в цокольном этаже здания предусмотрена ванна для обучения не умеющих плавать детей в возрасте от 7 до 14 лет и детей с поражением органов двигательного аппарата – ПОДА групп М3 и М4, от 7 до 14 лет.

Здание 4-х этажное, из металлического каркаса, наружная отделка выполнена по системе вентилируемых фасадов.

Крыша дугообразная, покрытие кровли – арочный профнастил А-Н60-0,8 (ГОСТ 24045-2010), покрытие козырьков арочный профнастил С21х1000-А.

Витражи выполнены алюминиевыми по ГОСТ22233-2001* с двухкамерными стеклопакетами (4М1х12 х 4М1х12 х 4М1)с сопротивлением теплопередаче = 0,54м²*С/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 = 0,49м²*С/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», $g=41\text{кг/м}^3$. 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", $d=60\text{мм}$, $g=105\text{кг/м}^3$, 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", $d=100+100=200\text{мм}$, $g=72\text{кг/м}^3$ (плиты укладывать в два слоя с разбежкой швов) и "ТЕХНОРУФ В60", $d=100+100=200\text{мм}$, $g=165\text{кг/м}^3$ (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.

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 СП 131.13330.2012 «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:

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

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

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

$K=1/R_{огр}$ – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$t_{в}$ – расчетная температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки [СНиП 23-01-99], $^{\circ}\text{C}$. Расчетная температура наружного воздуха для системы отопления в городе Мыски $t_{н.о} = -40, ^{\circ}\text{C}$;

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 $4 ^{\circ}\text{C}$ 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 $0,1 \text{ м}$, а поверхности ограждений — с точностью до $0,1 \text{ м}^2$.

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.

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

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 теплотерей 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 теплотерей (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 $\beta_{д.вп} = 0,02$ на каждый метр высоты стен свыше 4 м, но не более 0,15. Эти

добавки учитывают увеличение теплопотерь в верхней части помещения: температура воздуха возрастает с высотой. Для лестничных клеток не учитываются.

2.3 Определение потерь тепла через утепленный пол

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

Для не утепленных полов, расположенных непосредственно на грунте, и таких, конструкция которых независимо от толщины состоит из слоёв материалов, коэффициент теплопроводности которых $\lambda \geq 1.163$ Вт/м·К, потери тепла такими полами рассматриваются как потери через ограждения с бесконечно толстой стенкой.

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

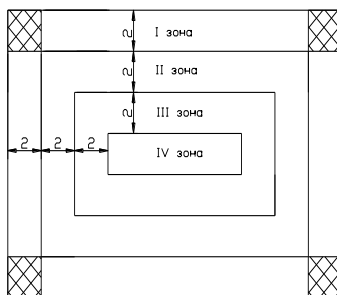


Рисунок 2.1 Разбивка поверхности пола на зоны на I—IV зоны

Сопротивление теплопередаче полов, лежащих непосредственно на грунте, зависит от конструкции и расположения пола. В соответствии со СНиП 2.04.05-91* приведенное сопротивление теплопередаче $R_{н.п}$ отдельных зон шириной 2 м холодных (неутепленных) полов на грунте : для I зоны $R_{1н.п} = 2,15, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; 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:

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

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

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

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

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

Сопротивление теплопередаче конструкций для утеплённых полов имеет вид:

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

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

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

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

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

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

где $R_{\text{н.п}}$ – 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 ;

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

Рассмотрим строение утепленного пола на первом этаже. Пол состоит из трех слоев: линолеум поливинилхлоридный многослойный (ГОСТ 14632-79), $\lambda=0,38 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, 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:

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

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

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

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

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: $F_4 = 110,36 \text{ м}^2$.

$t_b = 16^\circ\text{C}$ и $t_n = -40^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{он}} = \left(\frac{122,94}{2,27} + \frac{84,8}{4,42} + \frac{68,8}{8,72} + \frac{110,36}{14,32} \right) \cdot (16 - (-39)) = 4891,74 \text{ Вт}.$$

Расчеты полов для остальных помещений выполнены по указанной методике и сведены в таблицу 1 «Расчёт теплопотерь 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: 12,3 метров. Ширина стены – 13,2 м. Высота стены с противоположной стороны так же 12,3 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 $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$.

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

Рассчитываем теплопотери ограждений:

Для стены 12,3х13,2 м, с вычетом окна, по формуле 2.2:

$$Q_{cm} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 0,244 \cdot 162,36 \cdot (18 - (-39)) \cdot 1 = 2258,1 Bm.$$

для стены 12,3х7,4 м по формуле 2.2:

$$Q_{cm} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 0,244 \cdot 91 \cdot (18 - (-39)) \cdot 1 = 1265,6 Bm$$

для окна по формуле 2.2:

$$Q_{ок} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 1,724 \cdot 9 \cdot (18 - (-39)) \cdot 1 = 884,4 Bm.$$

для винтажа по формуле 2.2:

$$Q_{ок} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 1,724 \cdot 11 \cdot (18 - (-39)) \cdot 1 = 1080,9 Bm.$$

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

$$Q_{он} = \left(\frac{25,7}{2,38} + \frac{6,5}{4,545} \right) \cdot (18 - (-39)) = 783,56 Bm.$$

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

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

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:

$$Q_{огр.общ} = \sum Q_{огр} = 2258,1 \cdot 1,15 + 884,4 \cdot 1,15 + 1265,6 \cdot 1,05 + 1080,9 \cdot 1,15 + 295 \cdot 1,15 + 295 \cdot 1,15 + 783,56 \cdot 1,05 + 427,28 \cdot 1,05 = 8085 Bm$$

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. Расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции здания																
№ помещения	Наименование помещения и температура, °C	Характеристика ограждения					Коэф. т/передачи k, Вт/(м².°C)	Коэффициент n	Температура в помещении	Температура наружная	Разность темпе- ратур, (t _{int} – t _{ex}), °C	Основные тепло-потери Q _o , Вт	Добавки к т/потерям			Общие потери тепла Q _{огр} , Вт
		наименование	сторона света	размеры, м		площадь, м²							на сторону света	прочие	коэффициент (1+Σβ)	
				H	L											
Цокольный этаж																
001	Зал ванны для обучения не умеющих плавать МГН	нс	СВ	4,19	17,55	73,5	0,226	1	30	-39	69	1146	0,1		1,1	1261
		нс	З	4,19	14,47	60,6	0,226	1	30	-39	69	945	0,05		1,05	992
		плI				75,34	0,44	1	30	-39	69	2287			1	2287
		плII				59,4	0,226	1	30	-39	69	926			1	926
		плIII				58,5	0,115	1	30	-39	69	464			1	464
		плIV				10,3	0,07	1	30	-39	69	50			1	50
																Σ
002	Комната дежурного тренера, дежурной медицинской сестры	плI				3,5	0,44	1	18	-39	57	88			1	88
		плII				10,7	0,226	1	18	-39	57	138			1	138
		плIII				5,5	0,115	1	18	-39	57	36			1	36
															Σ	260
003	Входной тамбур	нс	ЮВ	4,19	4,875	20,4	0,226	1	16	-39	55	254	0,05		1,05	266
		нс	В	4,19	2,37	9,9	0,226	1	16	-39	55	123	0,1		1,1	135
		плI		4,425	1,9	11,5	0,44	1	16	-39	55	278			1	278
															Σ	680
004	Вестибюль с зоной ожидания для родителей	плI				7,5	0,44	1	20	-39	59	195			1	195
		плII				8,7	0,226	1	20	-39	59	116			1	116
		плIII				15,5	0,115	1	20	-39	59	105			1	105
		плIV				1,3	0,07	1	20	-39	59	5			1	5

															Σ	420
006 (1)	Душевая с сан узлом для инвалидов	плII		2,04	1,96	0,4	0,226	1	25	-39	64	6			1	6
		плIII		2,04	1,96	4,3	0,115	1	25	-39	64	32			1	32
															Σ	35
006 (2)	Душевая с сан узлом для инвалидов	плII		2,02	2,04	2,9	0,226	1	25	-39	64	42			1	42
		плIII		2,02	2,04	1,69	0,115	1	25	-39	64	12			1	12
															Σ	55
007 (1)	Сан.узлы	плII		1,5	1,96	3,5	0,226	1	20	-39	59	47			1	47
															Σ	45
007 (2)	Сан.узлы	плII		1,54	2,04	2,4	0,226	1	20	-39	59	32			1	32
		плIII		1,54	2,04	1,5	0,115	1	20	-39	59	10			1	10
															Σ	40
008 (1)	Раздевальная	плI				6,8	0,44	1	25	-39	64	191			1	191
		плII				18,02	0,226	1	25	-39	64	261			1	261
		плIII				0,98	0,115	1	25	-39	64	7			1	7
															Σ	460
008 (2)	Раздевальная	плI				27,9	0,44	1	25	-39	64	786			1	786
		плII				6,3	0,226	1	25	-39	64	91			1	91
		ок	ЮВ	0,96	1,46	1,4	1,724	1	25	-39	64	154	0,05		1,05	162
		нс	ЮВ	4,19	3,62	15,2	0,226	1	25	-39	64	220	0,05		1,05	231
															Σ	1270
009 (1)	Душевая	плII				5,6	0,226	1	25	-39	64	81			1	81
		плIII				6,4	0,115	1	25	-39	64	47			1	47
															Σ	130
009 (2)	Душевая	плI				10,9	0,44	1	25	-39	64	307			1	307
		плII				3,6	0,226	1	25	-39	64	52			1	52
															Σ	360

010	Гардероб верхней одежды для занимающихся	плI				14,1	0,44	1	16	-39	55	341			1	341
		плII				14,1	0,226	1	16	-39	55	175			1	175
		нс	ЮВ	4,19	5,54	23,2	0,226	1	16	-39	55	288	0,05		1,05	303
															Σ	820
011	сан.узел для МГН	плI				1,2	0,44	1	20	-39	59	31			1	31
		плII				3,2	0,226	1	20	-39	59	43			1	43
															Σ	75
012	Комната уборочного инвентаря	плI				3,7	0,44	1	20	-39	59	96			1	96
															Σ	95
013	Заглубленные площадки лестницы открытого типа	нс	В	4,19	7,875	33	0,226	1	16	-39	55	410	0,1	0,05	1,15	472
		нс	С	4,19	3,95	16,6	0,226	1	16	-39	55	206	0,1	0,05	1,15	237
		плI				27,2	0,44	1	16	-39	55	658		0,05	1,05	691
		плII				12,9	0,226	1	16	-39	55	160		0,05	1,05	168
															Σ	1570
016	Тамбур-шлюз	плI				0,6	0,44	1	16	-39	55	15			1	15
		плII				3,8	0,226	1	16	-39	55	47			1	47
															Σ	60
Всего по этажу:															12355	
этаж 1																
101	Тамбур	нс	ЮВ	2,21	3,44	5,6	0,226	1	16	-39	55	70	0,05		1,05	73
		дв	ЮВ	0,97	2,07	2	1,149	1	16	-39	55	126	0,05		1,05	133
															Σ	205
102	Вестибюль	нс	В	3,2	3,44	8	0,226	1	18	-39	57	103	0,1		1,1	113
		до	В	1,47	2,07	3	1,149	1	18	-39	57	196	0,1		1,1	216
															Σ	330
105	Кабинет инженерно-технического персонала	нс	СВ	3,47	3,44	11,9	0,226	1	18	-39	57	153	0,1		1,1	169
															Σ	170

106	Кабинет гл.инженера	НС	СВ	3,44	4,4	13,5	0,226	1	18	-39	57	174	0,1		1,1	191
		ОК	СВ	1,31	1,23	1,6	1,724	1	18	-39	57	157	0,1		1,1	173
															Σ	365
107	Приемная	НС	В	3,44	2,98	6,9	0,226	1	18	-39	57	89	0,1		1,1	98
		ОК	В	1,23	2,79	3,4	1,724	1	18	-39	57	334	0,1		1,1	368
															Σ	465
108	Кабинет директора	НС	В	3,44	3,47	8,5	0,226	1	18	-39	57	110	0,1		1,1	120
		ОК	В	2,79	1,23	3,4	1,724	1	18	-39	57	334	0,1		1,1	368
															Σ	490
109	Кабинет гл.бухгалтера	НС	В	3,44	2,93	8,5	0,226	1	18	-39	57	110	0,1		1,1	120
		ОК	В	1,31	1,23	1,6	1,724	1	18	-39	57	157	0,1		1,1	173
															Σ	295
110	Касса	НС	В	3,44	2,03	5,4	0,226	1	18	-39	57	70	0,1		1,1	77
		ОК	В	1,31	1,23	1,6	1,724	1	18	-39	57	157	0,1		1,1	173
															Σ	250
113	Венткамера	НС	ЮВ	3,44	5,69	19,6	0,226	1	16	-39	55	244	0,05		1,05	256
															Σ	255
128	Помещение для инженерного обслуживания ванны	НС	Ю	5,1	12,1	52,8	0,226	1	16	-39	55	656		0,05	1,05	689
		ОК	Ю	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-39	55	104		0,05	1,05	110
		ОК	Ю	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-39	55	104		0,05	1,05	110
		ОК	Ю	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-39	55	104		0,05	1,05	110
		ДВ	Ю	2,56	2,17	5,6	1,149	1	16	-39	55	354		0,05	1,05	372
		НС	ЮЗ	5,1	30,96	154,7	0,226	1	16	-39	55	1923		0,05	1,05	2019
		ОК	ЮЗ	1,16	0,56	0,6	1,724	1	16	-39	55	57		0,05	1,05	60
		ОК	ЮЗ	1,16	0,56	0,6	1,724	1	16	-39	55	57		0,05	1,05	60
		ДВ	ЮЗ	2,07	0,97	2	1,149	1	16	-39	55	126		0,05	1,05	133
		НС	СЗ	5,1	8,82	41,7	0,226	1	16	-39	55	518	0,1	0,05	1,15	596
		ОК	СЗ	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-39	55	104	0,1	0,05	1,15	120
		ОК	СЗ	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-39	55	104	0,1	0,05	1,15	120
		ОК	СЗ	1,05	1,05	1,1	1,724	1	16	-39	55	104	0,1	0,05	1,15	120

		плI				116,4	0,44	1	16	-39	55	2817		0,05	1,05	2958
		плII				78	0,226	1	16	-39	55	970		0,05	1,05	1018
		плIII				62	0,115	1	16	-39	55	392		0,05	1,05	412
		плIV				112,3	0,07	1	16	-39	55	432		0,05	1,05	454
															Σ	9460
130	Тепловой пункт	нс	СЗ	5,1	3,6	18,4	0,226	1	16	-39	55	229	0,1		1,1	252
		плI				8,7	0,44	1	16	-39	55	211			1	211
		плII				7,6	0,226	1	16	-39	55	94			1	94
		плIII				7,6	0,115	1	16	-39	55	48			1	48
		плIV				1,8	0,07	1	16	-39	55	7			1	7
															Σ	610
Всего по этажу:															12895	
этаж 2																
202	Коридор	нс	СВ	3,44	1,99	5	0,226	1	18	-39	57	64	0,1		1,1	71
		нс	В	3,44	2	5,4	0,226	1	18	-39	57	70	0,1		1,1	77
		ок	СВ			1,8	1,724	1	18	-39	57	177	0,1		1,1	195
		ок	В			1,5	1,724	1	18	-39	57	147	0,1		1,1	162
															Σ	505
203	Буфет	нс	В	3,44	8,43	16,1	0,226	1	21	-39	60	218	0,1		1,1	240
		ок	В			7,1	1,724	1	21	-39	60	734	0,1		1,1	808
		ок	В			5,8	1,724	1	21	-39	60	600	0,1		1,1	660
															Σ	1710
204	Подсобное помещение буфета	нс	СВ	3,44	3,08	7,8	0,226	1	18	-39	57	100	0,1		1,1	111
		ок	СВ			1,5	1,724	1	18	-39	57	147	0,1		1,1	162
		ок	СВ			1,3	1,724	1	18	-39	57	128	0,1		1,1	141
															Σ	415
205	Лаборатория химического бактериологического анализа воды	нс	СВ	3,44	2,3	6,6	0,226	1	18	-39	57	85	0,1		1,1	94
		ок	СВ			1,3	1,724	1	18	-39	57	128	0,1		1,1	141
															Σ	235
206	Кабинет врача	нс	СВ	3,44	3,952	7,8	0,226	1	18	-39	57	100	0,1		1,1	111

		ок	СВ			5,8	1,724	1	18	-39	57	570	0,1		1,1	627
															Σ	735
207 (1)	Раздевальная	нс	ЮВ	3,44	8,115	21	0,226	1	25	-39	64	304	0,05		1,05	319
		ок	ЮВ	1,64	2,21	3,6	1,724	1	25	-39	64	397	0,05		1,05	417
		ок	ЮВ	1,26	2,635	3,3	1,724	1	25	-39	64	364	0,05		1,05	382
															Σ	1120
207 (2)	Раздевальная	нс	с	3,44	5,99	17,3	0,226	1	25	-39	64	250	0,1		1,1	275
		ок	с	1,26	2,635	3,3	1,724	1	25	-39	64	364	0,1		1,1	401
															Σ	675
216	Зал ванны	нс	ЮВ	5,3	12,94	64,6	0,226	1	27	-39	66	964	0,05	0,05	1,1	1060
		нс	ЮЗ			84,4	0,226	1	27	-39	66	1259		0,05	1,05	1322
		нс	ЮЗ	5,3	12,94	68,6	0,226	1	27	-39	66	1023		0,05	1,05	1074
		нс	ЮЗ			38,4	0,226	1	27	-39	66	573		0,05	1,05	601
		нс	СЗ			38,4	0,226	1	27	-39	66	573	0,1	0,05	1,15	659
		до	ЮЗ	2,07	0,97	2	1,724	1	27	-39	66	228		0,05	1,05	239
		до	ЮЗ	2,07	0,97	2	1,724	1	27	-39	66	228		0,05	1,05	239
		ок	ЮЗ	9,52	17,6	167,6	1,449	1	27	-39	66	16028		0,05	1,05	16830
		п		30,96	12,94	400,6	0,152	1	27	-39	66	4019		0,05	1,05	4220
																Σ
217	Тамбур	нс	СВ	3,44	4,44	14,7	0,226	1	16	-39	55	183	0,1		1,1	201
		ок	СВ			0,6	1,724	1	16	-39	55	57	0,1		1,1	63
																Σ
Всего по этажу:																31905
Этаж 3																
301	Тамбур	нс	СВ	3,565	2,34	6,8	0,226	1	16	-39	55	85	0,1		1,1	93
		ок	СВ			1,5	1,724	1	16	-39	55	142	0,1		1,1	156
		п		2,05	2,45	5	0,175	1	16	-39	55	48			1	48
		п		1,74	2,16	3,8	0,175	1	16	-39	55	37			1	37
																Σ
302	Коридор	нс	СВ	3,565	3,84	7,7	0,226	1	18	-39	57	99	0,1		1,1	109

		ок	СВ			6,03	1,724	1	18	-39	57	593	0,1		1,1	652
		п		4,06	4,445	18	0,175	1	18	-39	57	180			1	180
															Σ	940
303	Техническое помещение	нс	С	3,565	7,85	28	0,226	1	16	-39	55	348	0,1		1,1	383
		п		3,46	7,85	27,2	0,175	1	16	-39	55	262			1	262
															Σ	645
304	сан.узел для МГН	п		2,75	2,28	6,3	0,175	1	20	-39	59	65			1	65
															Σ	65
305	Инвентарная	п		5,91	2,94	17,4	0,175	1	16	-39	55	167			1	167
															Σ	165
306	Зал для спортивных развлечений и инструктажа	нс	В	4,69	18,28	50	0,226	1	18	-39	57	644	0,1		1,1	709
		ок	В			11,5	1,724	1	18	-39	57	1130	0,1		1,1	1243
		ок	В			12,7	1,724	1	18	-39	57	1248	0,1		1,1	1373
		ок	В			11,5	1,724	1	18	-39	57	1130	0,1		1,1	1243
		п		12,58	18,63	234,4	0,175	1	18	-39	57	2338			1	2338
															Σ	6905
308	Коридор	нс	ЮВ	3,565	1,3	3,3	0,226	1	18	-39	57	43	0,05		1,05	45
		ок	ЮВ			1,3	1,724	1	18	-39	57	128	0,05		1,05	134
		п				10,2	0,175	1	18	-39	57	102			1	102
															Σ	280
309	Тренерская	п		3,5	6,415	22,5	0,175	1	18	-39	57	224			1	224
															Σ	225
310	Техническое помещение	нс	ЮВ	3,565	6,915	24,7	0,226	1	16	-39	55	307	0,05		1,05	322
		п		2,9	6,915	20,1	0,175	1	16	-39	55	193			1	193
															Σ	515
Всего по этажу:																10075
015	Лестничная клетка	нс лк	СВ	13,2	12,3	162,4	0,244	1	18	-39	57	2259	0,1	0,05	1,15	2597
		нс лк	ЮЗ	7,4	12,3	91	0,244	1	18	-39	57	1266		0,05	1,05	1329
		ок	СВ			9	1,724	1	18	-39	57	884	0,1	0,05	1,15	1017
		плІ				25,7	0,44	1	18	-39	57	645		0,05	1,05	677

		плII				6,5	0,226	1	18	-39	57	84		0,05	1,05	88
		ок	C			11	1,724	1	18	-39	57	1081	0,1	0,05	1,15	1243
		дво	C3	2,07	1,47	3	1,724	1	18	-39	57	295	0,1	0,05	1,15	339
		дво	C	2,07	1,47	3	1,724	1	18	-39	57	295	0,1	0,05	1,15	339
		п				43,6	0,175	1	18	-39	57	435		0,05	1,05	457
															Σ	8085
005	Лестничная клетка	плI				27,1	0,44	1	18	-39	57	680		0,05	1,05	714
		плII				2,9	0,226	1	18	-39	57	37		0,05	1,05	39
		нс лк	B	6,55	12,3	80,6	0,244	1	18	-39	57	1121	0,1	0,05	1,15	1289
		нс лк	Ю3	2,1	12,3	25,8	0,244	1	18	-39	57	359		0,05	1,05	377
		ок	B			7,9	1,724	1	18	-39	57	776	0,1	0,05	1,15	893
		ок	B			3,8	1,724	1	18	-39	57	373	0,1	0,05	1,15	429
		ок	ЮB			11	1,724	1	18	-39	57	1081	0,05	0,05	1,1	1189
		ок	B	4,26	1,23	5,2	1,724	1	18	-39	57	511	0,1	0,05	1,15	588
		п		4,52	6,55	29,6	0,175	1	18	-39	57	295		0,05	1,05	310
															Σ	5830
Всего по зданию:															81145	

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:

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

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

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

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

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, кг/ч:

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

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, m^2 ;

l — длина стыков панелей, м;

R_u — сопротивление воздухопроницанию соответствующего ограждения, $m^2 \cdot ч \cdot Па^n / кг$ для R_{u1} и R_{u2} или $m^2 \cdot ч \cdot Па / кг$ для R_{u3} (показатель степени n , равный 1/2 или 2/3 характеризует различный аэродинамический режим фильтрации воздуха, соответственно ламинарный через стыки панелей, турбулентный — через двери и открытые проемы, смешанный через неплотности окон): Δp — перепад давления на поверхности соответствующих ограждений на уровне расположения воздухопроницаемого элемента, Па.

0,21 — числовой коэффициент, учитывающий перепад давления $\Delta p_0=10$ Па, при котором определяются расчетные значения R_{u1} ($0,21=1/10^{2/3}$).

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

Фактические значение сопротивления воздухопроницанию наружных ограждений R_u определяются по действующим СНиП II-3-79** или по данным организации-изготовителя. В данном случае для остекления и наружных дверей $R_{u1} = 1 m^2 \cdot ч \cdot Па / кг$, так как установленные окна и наружные двери сделаны из ПВХ профилей и двухкамерных стеклопакетов и являются почти герметичными. Для внутренних дверей разделяющие помещения, температура в которых с отличается более чем на 4^0C $R_{u1} = 1 m^2 \cdot ч \cdot Па / кг$.

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

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

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

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_n — расчетная скорость ветра, м/с. Принимают по таблице 1 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»;

K — коэффициент, учитывающий изменение скоростного давления ветра по высоте здания, принимаемый при помощи интерполирования по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»;

— аэродинамические коэффициенты c_n , соответственно, наветренной и заветренной сторонах здания, по приложению 6 СП 20.13330.2011 «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 наветренной стороны здания, обусловленному действием гравитационного и ветрового давления, т. е.

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

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 106 (кабинет главного инженера):

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

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

$$p_0 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 16,91 \cdot (1,51 - 1,21) + 0,25 \cdot 1,51 \cdot 5,1^2 (0,8 - (-0,6))0,75 = 35,19 \text{ Па};$$

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

$$\Delta p_i = 9,81(16,91 - 4,68)(1,52 - 1,21) + 0,5 \cdot 1,51 \cdot 5,1^2 (0,8 - (-0,6))0,7 - 35,19 = 30,12 \text{ Па}.$$

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

$$G_i = 0,21 \sum \frac{(\Delta p_1^{2/3} \cdot A_1)}{R_{u,1}} = 0,21 \cdot \frac{(30,12^{2/3} \cdot 1,6)}{0,16} = 11,85 \text{ кг / ч}.$$

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

$$Q_{и.в.} = 0,28 \sum G_i c (t_g - t_n) \beta = 0,28 \cdot 11,85 \cdot 1 \cdot (18 - (-39)) \cdot 0,75 = 141,85 \text{ Вт}.$$

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	Козф. т/передачи k, Вт/(м²·°С)	Температура в помещении	Температура наружная	Разность темпе- ратур, (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 ΔР	Расход инфильт. воздуха L _{инф} , кг/ч	Потери тепла на нагрев инф. возд. Q _{инф} , Вт
		наименование	сторона света	размеры, м		площадь, м²																	
				Н	L																		
008 (2)	Раздевальная	ок	Ю В	0,96	1,46	1,4	0,57	16,91	1,724	25	-39	64	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,18	0,16	37,68	32,1	10,71	140
																						Σ	140
этаж 1																							
106	Кабинет гл.инженера	ок	СВ	1,31	1,23	1,6	4,68	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	11,85	140
																						Σ	140
107	Приемная	ок	В	1,23	2,79	3,4	4,68	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	25,19	300
																						Σ	300
108	Кабинет директора	ок	В	2,79	1,23	3,4	4,72	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	25,19	300
																						Σ	300
109	Кабинет гл.бухгалтера	ок	В	1,31	1,23	1,6	4,72	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	11,85	140
																						Σ	140
110	Касса	ок	В	1,31	1,23	1,6	4,74	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	11,85	140
																						Σ	140
128	Помещение для инженерного обслуживания ванны	ок	Ю	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	8,06	95
		ок	Ю	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	8,06	95

		ок	Ю	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	8,06	95
		дв	Ю	2,56	2,17	5,6		16,91	1,149	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,3	34,36	31,1	22,49	260
		ок	Ю 3	1,16	0,56	0,6	2,265	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	4,4	50
		ок	Ю 3	1,16	0,56	0,6	2,265	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	4,4	50
		дв	Ю 3	2,07	0,97	2		16,91	1,149	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,3	34,36	31,1	8,03	95
		ок	С3	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	8,06	95
		ок	С3	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	8,06	95
		ок	С3	1,05	1,05	1,1	3,516	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	8,06	95
																						Σ	1025
Всего по этажу:																						2045	
этаж 2																							
202	Коридор	ок	СВ			1,8	8,78	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	13,34	160
		ок	В			1,5	8,86	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	11,11	135
																						Σ	295
203	Буфет	ок	В			7,1	8,8	16,91	1,724	21	-39	60	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,2	0,16	36,02	30,78	53,18	670
		ок	В			5,8	8,83	16,91	1,724	21	-39	60	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,2	0,16	36,02	30,78	43,44	540
																						Σ	1210
204	Подсобное помещение буфета	ок	СВ			1,5	8,77	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	11,11	135
		ок	СВ			1,3	8,78	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	9,63	115
																						Σ	250
205	Лаборатория химического бактериологического анализа воды	ок	СВ			1,3	8,74	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	9,63	115
																						Σ	115
206	Кабинет врача	ок	СВ			5,8	8,78	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	42,97	515
																						Σ	515
207 (1)	Раздевальная	ок	Ю В	1,64	2,21	3,6	9	16,91	1,724	25	-39	64	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,18	0,16	37,68	32,1	27,54	370
		ок	Ю В	1,26	2,635	3,3	9	16,91	1,724	25	-39	64	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,18	0,16	37,68	32,1	25,24	340

																						Σ	710
207 (2)	Раздевальная	ок	с	1,26	2,635	3,3	8,58	16,91	1,724	25	-39	64	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,18	0,16	37,68	32,1	25,24	340
																						Σ	340
216	Зал ванны	до	Ю 3	2,07	0,97	2	7,95	16,91	1,724	27	-39	66	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,18	0,3	37,68	32,1	8,16	115
		до	Ю 3	2,07	0,97	2	7,63	16,91	1,724	27	-39	66	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,18	0,3	37,68	32,1	8,16	115
		ок	Ю 3	9,52	17,6	167,6	14,93	16,91	1,449	27	-39	66	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,18	0,16	37,68	32,99	1299, 57	18010
																						Σ	18240
217	Тамбур	ок	СВ			0,6	8,72	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	4,4	50
																						Σ	50
Всего по этажу:																							21725
Этаж 3																							
301	Тамбур	ок	СВ			1,5	11,77	16,91	1,724	16	-39	55	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,22	0,16	34,36	29,46	10,99	125
																						Σ	125
302	Коридор	ок	СВ			6,03	12,26	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	44,68	535
																						Σ	535
306	Зал для спортивных развлечений и инструктажа	ок	В			11,5	12,98	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	85,2	1020
		ок	В			12,7	13,3	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	94,09	1125
		ок	В			11,5	13,1	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	85,2	1020
																						Σ	3165
308	Коридор	ок	Ю В			1,3	11,72	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	9,63	115
																						Σ	115
Всего по этажу:																							3940
А	Лестничная клетка	ок	СВ			9	1,545	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	66,68	800
		ок	С			11	1,449	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	81,5	975
		до	СЗ	2,07	1,47	3	2,15	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,3	35,19	30,12	11,85	140
		до	С	2,07	1,47	3	2,15	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,3	35,19	30,12	11,85	140

																						Σ	2055
Б	Лестничная клетка	ок23	В			7,9	12,27	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	58,53	700
		ок16	В			3,8	8,88	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	28,15	335
		вн2	Ю В			11	10,9	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	81,5	975
		ок6	В	4,26	1,23	5,2	4,68	16,91	1,724	18	-39	57	5,1	0,8	-0,6	0,75	1,51	1,21	0,16	35,19	30,12	38,53	460
																						Σ	2470
Всего по зданию:																						32375	

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 СП 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 306 (тренажерный зал для разминки и инструктажа) тепlopоступления от людей равны:

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

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

$$Q_{\text{осв}} = F \cdot q, \text{ Вт}$$

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 306 (тренажерный зал для разминки и инструктажа):

$$Q_{\text{осв}} = 220,09 \cdot 5,89 = 1296,33 \text{ Вт}$$

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

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

Таблица 3. Расчет тепlopоступлений.

Выделение теплоты людьми										
№ помещения	Количество людей, п	Температура в помещении, t C	Тепловыделение одним человеком, q, Вт	Qполное, Вт		№ помещения	Количество людей, п	Температура в помещении, t C	Тепловыделение одним человеком, q, Вт	Qполное, Вт
Цокольный этаж						Второй этаж				
001	20	30	87	1740		202	0	18	145	0
002	2	18	123	246		203	10	18	145	1450
003	0	16	123	0		204	0	18	145	0
004	0	16	123	0		206	1	18	123	123
006 (1)	1	25	87	87		206	1	18	123	123
006 (2)	1	25	87	87		207 (1)	20	23	145	2900
007	0	20	87	0		207 (2)	20	23	123	2460
008 (1)	10	23	87	870		216	40	26	134	5360
008 (2)	10	23	87	870		217	0	16	145	0
009	9	25	87	783		Третий этаж				

(1)										
009										
(2)	9	25	87	783		301	0	16	145	0
010	1	16	123	123		302	0	18	145	0
011	0	20	123	0		303	0	16	145	0
012	0	16	123	0		304	0	18	145	0
013	0	16	123	0		305	0	16	145	0
016	0	16	123	0		306	10	18	134	1340
Первый этаж						308	0	18	145	0
101	0	16	145	0		309	2	18	145	290
102	0	18	145	0		310	0	16	145	0
105	2	18	145	290						
106	1	18	145	145						
107	1	18	123	123						
108	1	18	145	145						
109	1	18	123	123						
110	1	18	123	123						
113	0	15	145	0		Итого по цокольному этажу, Вт				5589
128	0	15	145	0		Итого по первому этажу, Вт				949
130	0	16	145	0		Итого по второму этажу, Вт				12416
						Итого по третьему этажу, Вт				1630
						Итого по зданию, Вт				20584

Тепловыделения от искусственного освещения

№	Площадь	Удельные тепловыделения	Доля тепла, поступающая в помещение	Тепловыделение от источников освещения
Цокольный этаж				
001	173,5	0,058	0,45	906
002	14,47	0,07	0,45	91
003	13,34	0,07	0,45	84
004	30	0,07	0,45	189
005	24,4	0,07	0,45	153
006	8,32	0,07	0,45	52
007	6,17	0,07	0,45	38
008	61,02	0,058	0,45	318
009	25,24	0,07	0,45	159
010	10,07	0,07	0,45	63
011	4,16	0,07	0,45	26
012	2,66	0,07	0,45	16
013	31,11	0,07	0,45	195
014	171,45	0,058	0,45	894
015	75,4	0,07	0,45	475
016	3	0,07	0,45	18
017	12,93	0,07	0,45	81
Первый этаж				

№	Площадь	Удельные тепловыделения	Доля тепла, поступающая в помещение	Тепловыделение от источников освещения
122	8,37	0,07	0,45	52
123	3,94	0,07	0,45	24
124	3	0,07	0,45	18
125	9,2	0,07	0,45	57
126	8,48	0,07	0,45	53
127	6,21	0,07	0,45	39
128	339,5	0,56	0,45	7113
129	22,51	0,07	0,45	141
130	22,67	0,07	0,45	142
Второй этаж				
201	24,4	0,07	0,45	153
202	62,55	0,058	0,45	326
203	29,88	0,07	0,45	188
204	10,8	0,07	0,45	68
205	8,05	0,07	0,45	50
206	14,01	0,07	0,45	88
207	73,5	0,058	0,45	383
208	8,41	0,07	0,45	52
209	8,76	0,07	0,45	55

101	29,18	0,07	0,45	183	210	40,42	0,07	0,45	254
102	44,3	0,07	0,45	279	211	17,6	0,07	0,45	110
103	11,46	0,07	0,45	72	212	2,42	0,07	0,45	15
104	39,34	0,07	0,45	247	213	1,04	0,07	0,45	6
105	11,84	0,07	0,45	74	214	15,81	0,07	0,45	99
106	13,98	0,07	0,45	88	215	15,83	0,07	0,45	99
107	8,68	0,07	0,45	54	216	347,6	0,56	0,45	7519
108	12,99	0,07	0,45	81	217	4,97	0,07	0,45	31
109	8,87	0,07	0,45	55	218	3,85	0,07	0,45	24
110	6,01	0,07	0,45	37	219	35,63	0,07	0,45	224
111	24,4	0,07	0,45	153	Третий этаж				
112	8,9	0,07	0,45	56	301	4,97	0,07	0,45	31
113	20,97	0,07	0,45	132	302	15,84	0,07	0,45	99
114	15,23	0,07	0,45	95	303	25,29	0,07	0,45	159
115	12,89	0,07	0,45	81	304	5,11	0,07	0,45	32
116	5,48	0,07	0,45	34	305	15,34	0,07	0,45	96
117	5,96	0,07	0,45	37	306	220	0,56	0,45	1092
118	2,4	0,07	0,45	15	307	24,4	0,07	0,45	153
118.1	6	0,07	0,45	37	308	9,27	0,07	0,45	58
119	14,23	0,07	0,45	89	309	20,16	0,07	0,45	127
120	7,26	0,07	0,45	45	310	16,66	0,07	0,45	104
121	13,61	0,07	0,45	85	311	35,63	0,07	0,45	224
					Итого по цокольному этажу, Вт				3758
					Итого по первому этажу, Вт				19668
					Итого по второму этажу, Вт				19744
					Итого по третьему этажу, Вт				12175
					Итого по зданию, Вт				55345

Таблица 4. Тепловой баланс здания

№	Теплопоступления			Тепловые потери теплопередачей, Вт	Тепловые потери инfiltrацией, Вт	Тепловые потери помещением, Вт
	От людей, Вт	От освещения, Вт	Итого, Вт			
001	1740	906	2646	5980	0	3334
002	246	91	337	260	0	-77
003	0	84	84	680	0	596
004	0	189	189	420	0	231
006 (1)	87	26	113	35	0	-78
006 (2)	87	26	113	55	0	-58
007	0	38	38	95	0	57
008 (1)	870	159	1029	460	0	-569
008 (2)	870	159	1029	1270	140	381

009 (1)	783	79,5	862,5	130	0	-732,5
009 (2)	783	79,5	862,5	360	0	-502,5
010	123	63	186	820	0	634
011	0	26	26	75	0	49
012	0	16	16	95	0	79
013	0	195	195	1570	0	1375
016	0	18	18	60	0	42
101	0	183	183	205	0	22
102	0	279	279	330	0	51
105	290	74	364	170	0	-194
106	145	88	233	365	140	272
107	123	54	177	465	300	588
108	145	81	226	490	300	564
109	123	55	178	295	140	257
110	123	37	160	250	140	230
113	0	132	132	255	0	123
128	0	7113	7113	9460	1025	3372
130	0	142	142	610	0	468
202	0	326	326	505	295	474
203	1450	188	1638	1710	1210	1282
204	0	68	68	415	250	597
206	123	88	211	735	515	1039
207 (1)	2900	191,5	3091,5	1120	710	-1261,5
207 (2)	2460	191,5	2651,5	675	340	-1636,5
216	5360	7519	12879	26245	18240	31606
217	0	31	31	265	50	284
301	0	31	31	335	125	429
302	0	99	99	940	535	1376
303	0	159	159	645	0	486
304	0	32	32	65	0	33
305	0	96	96	165	0	69
306	1340	1092	2432	6905	3165	7638
308	0	58	58	280	115	337
309	290	127	417	225	0	-192
310	0	104	104	515	0	411
Итого по цокольному этажу, Вт						4761
Итого по первому этажу, Вт						5753
Итого по второму этажу, Вт						32384
Итого по третьему этажу, Вт						10587
Итого по зданию, Вт						53485

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 СП, в зависимости от назначения помещения требуется выбрать ту или иную конструкцию системы отопления. Так как в данном проекте рассматривается физкультурно-оздоровительный комплекс, то возникает вопрос правильного выбора системы отопления для каждого рода помещений. В залах ванн бассейнов рекомендуется применение напольных радиаторов, но часто по конструктивным соображениям это невозможно осуществить. Так же СП предусматривается подогрев дорожек вокруг плавательных бассейнов. 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 комфортности 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防爆 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 радиаторы NOVA FLORIDA. В целях точного регулирования теплоотдачи отопительными приборами проектируем двухтрубную горизонтальную систему водяного отопления. Прокладка теплопроводов по всему зданию открытая.

Для выбора типоразмера прибора находим расход воды через прибор:

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

где: $Q_{потери}$ - рассчитанные теплопотери;

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:

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

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

Рассмотрим пример выбора отопительных приборов для помещения 108 (кабинет директора):

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

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

Температурный напор определяемый по формуле (3.2):

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

Определяем номинальный тепловой поток по формуле (3.3):

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

где

$$\varphi_k = \left(\frac{62,5}{70} \right)^{1+0,3} \left(\frac{31,08}{360} \right)^0 1 \cdot 0,91 \cdot 1 = 0,78.$$

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

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

Ориентировочное число секций 6.

Вычисляем коэффициент учета числа секций в приборе β_3 по формуле:

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

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

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

Так как, полученное число не целое, при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора и принимаем 6 секций для одного устанавливаемого алюминиевого радиатора MIX R 500 в помещении 108.

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

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

№ помещения	Qпотерь Вт	G пр, кг/ч	t _{ср} , С'	<i>t внутр. Расч. С'</i>	φк	Qн.т.,Вт	N	β3	N _{мин}	N принимаем
1	3334	131,18	52,5	30	0,72	4410	23,2	0,98	24,93	25,00
2	-77	-3,03	64,5	18	-0,86	-85	-0,4	0,57	-0,82	0,00
3	596	23,45	66,5	16	0,90	630	3,3	1,02	3,40	4,00
4	231	9,09	62,5	20	0,84	260	1,4	1,10	1,31	2,00
006 (1)	-78	-3,07	57,5	25	-0,76	-100	-0,5	0,63	-0,88	0,00
006 (2)	-58	-2,28	57,5	25	-0,76	-75	-0,4	0,52	-0,80	0,00
7	57	2,24	62,5	20	0,83	65	0,3	1,49	0,24	1,00
008 (1)	-569	-22,39	57,5	25	-0,78	-695	-3,7	0,92	-4,17	0,00
008 (2)	381	14,99	57,5	25	0,77	470	2,5	1,04	2,49	3,00
009 (1)	-732,5	-28,82	57,5	25	-0,78	-895	-4,7	0,93	-5,31	0,00
009 (2)	-502,5	-19,77	57,5	25	-0,77	-615	-3,2	0,91	-3,72	0,00
10	634	24,94	66,5	16	0,90	670	3,5	1,02	3,63	4,00
11	49	1,93	62,5	20	0,82	55	0,3	1,59	0,19	1,00
12	79	3,11	62,5	20	0,83	90	0,5	1,35	0,37	1,00
13	1375	54,10	66,5	16	0,91	1440	7,6	0,99	8,01	9,00
16	42	1,65	66,5	16	0,88	45	0,2	1,73	0,14	1,00
101	22	0,87	66,5	16	0,87	25	0,1	2,33	0,06	1,00
102	51	2,01	64,5	18	0,85	55	0,3	1,59	0,19	1,00
105	-194	-7,63	64,5	18	-0,86	-215	-1,1	0,81	-1,46	0,00
106	272	10,70	64,5	18	0,87	300	1,6	1,08	1,53	2,00
107	588	23,13	64,5	18	0,87	640	3,4	1,02	3,46	4,00
108	564	22,19	64,5	18	0,87	615	3,2	1,03	3,31	4,00
109	257	10,11	64,5	18	0,87	280	1,5	1,09	1,42	2,00
110	230	9,05	64,5	18	0,86	255	1,3	1,10	1,28	2,00

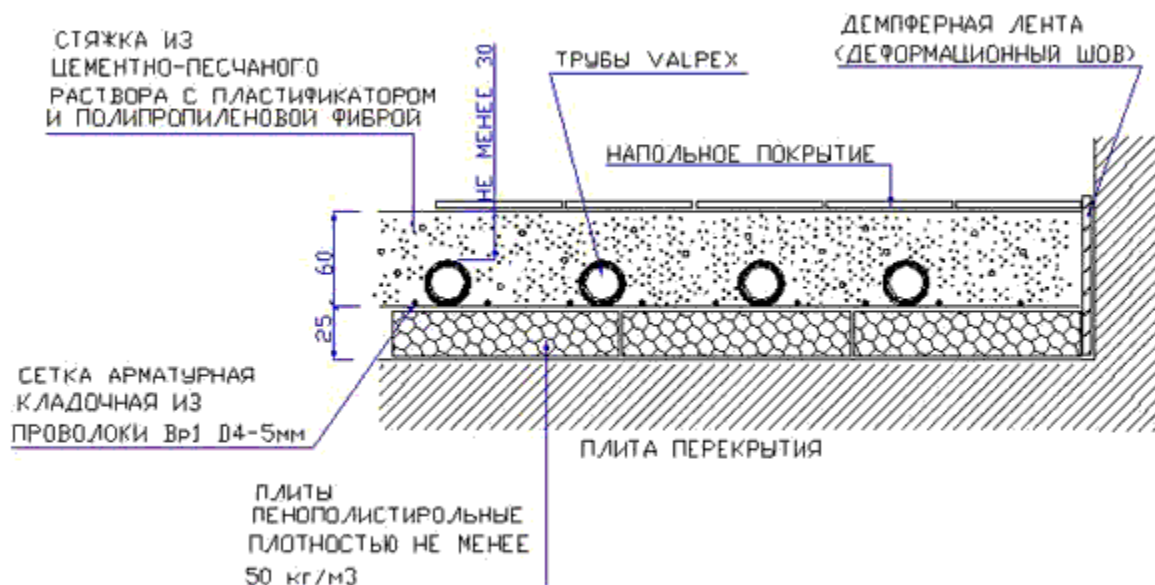
113	123	4,84	66,5	16	0,89	130	0,7	1,23	0,58	1,00
128	3372	132,67	66,5	16	0,92	3495	18,4	0,98	19,71	20,00
130	468	18,41	66,5	16	0,90	495	2,6	1,04	2,63	3,00
202	474	18,65	64,5	18	0,87	515	2,7	1,04	2,75	3,00
203	1282	50,44	61,5	21	0,84	1455	7,7	0,99	8,09	9,00
204	597	23,49	64,5	18	0,87	650	3,4	1,02	3,51	4,00
206	1039	40,88	64,5	18	0,88	1125	5,9	1,00	6,22	7,00
207 (1)	-1261,5	-49,63	57,5	25	-0,78	-1535	-8,1	0,95	-8,95	0,00
207 (2)	-1636,5	-64,39	57,5	25	-0,78	-1985	-10,4	0,95	-11,51	0,00
216	31606	1243,53	55,5	27	0,78	38590	203,1	0,97	219,66	220,00
217	284	11,17	66,5	16	0,89	300	1,6	1,08	1,53	2,00
301	429	16,88	66,5	16	0,90	455	2,4	1,04	2,41	3,00
302	1376	54,14	64,5	18	0,88	1485	7,8	0,99	8,27	9,00
303	486	19,12	64,5	18	0,87	530	2,8	1,03	2,83	3,00
304	33	1,30	66,5	16	0,88	35	0,2	1,94	0,10	1,00
305	69	2,71	62,5	20	0,83	80	0,4	1,40	0,32	1,00
306	7638	300,51	66,5	16	0,92	7850	41,3	0,97	44,52	45,00
308	337	13,26	64,5	18	0,87	370	1,9	1,06	1,93	2,00
309	-192	-7,55	64,5	18	-0,86	-210	-1,1	0,81	-1,44	0,00
310	411	16,17	66,5	16	0,90	435	2,3	1,05	2,29	3,00

3.1.1 Расчет теплого пола

Техническим заданием на проектирование отопления, а так же СП предусматривается проектирование подогреваемых дорожек в залах плавательных бассейнов. Теплый пол обеспечивает равномерное нагревание воздуха, а также 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

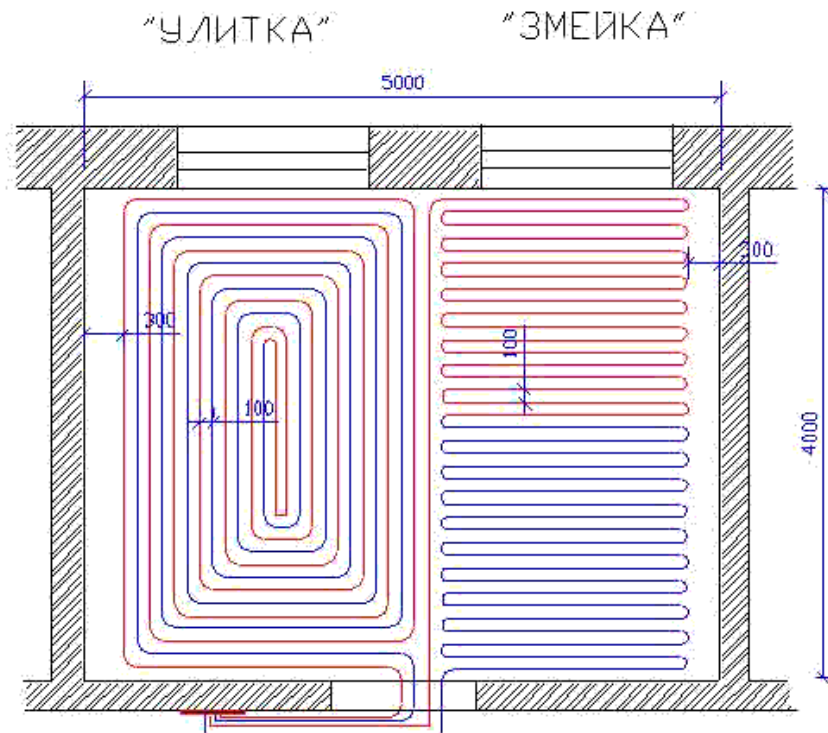


Рис. 3.3 Способы прокладки петель теплого пола

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 СП предусматривается отопление радиаторами NOVO FLORIDA, то нагрузку на теплые полы допускается принимать равной суммарным теплопотерям пола. В раздевальнях бассейна аналогично. Для помещений плавательных бассейнов где отсутствуют теплопотери через пол, нагрузку на теплый пол условно допускается принимать равной эквивалентной нагрузке не утепленного пола на грунте. По опытным данным норвежских проектных организаций для данного вида помещений нагрузку на теплый пол так же допускается принимать в размере в размере 5 % от суммарных теплопотерь помещения при условии удаления тепла от теплого пола системой вытяжной вентиляции.

По СП 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 001 (детский плавательный бассейн):
Тепловая нагрузка пола равна:

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

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

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

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

Падение температуры в напольной плитке при толщине плитке $\delta=0,01$ м и теплопроводности плитке $\lambda=1,5$ Вт/м·К равно $0,5^{\circ}\text{C}$. 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°C .

Средняя температура воды равна:

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

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°C , то расчетная температура на входе в петлю теплого пола равна:

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

на выходе из петли:

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

Полученные значения так же справедливы для всех помещений.

Суммарный расход воды для помещений 149 равен:

$$G = \frac{Q_{\text{пола}} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{2340 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,112 \text{ л / сек}$$

Предусматриваем 2 петли по 0,056 л/сек.

Суммарный расход воды для помещений 008 (раздевальня при детском бассейне) равен:

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

Предусматриваем одну петлю.

Для помещения 008 (раздевальня при детском бассейне) так же предусматривает одну петлю с расходом 0,001 л/сек.

Для зала большого бассейна принимаем тепловую нагрузку на теплый пол в размере 5% от суммарных теплопотерь помещения, т.е. $0,05 \cdot 44482 = 2224$ Вт.

Расход воды на зал равен:

$$G = \frac{Q_{\text{пола}} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{2224 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,1 \text{ л / сек}.$$

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

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

3.2 Размещение теплопроводов в здании

Для пропуска теплоносителя используют металлические и неметаллические трубы. Из металлических труб широко применяют стальные шовные (сварные) и редко бесшовные трубы. Стоимость бесшовных труб выше, чем сварных, но они надежнее в эксплуатации, и их рекомендуют прокладывать в местах, не доступных для ремонта. Начинают внедряться гибкие трубы из мягкой стали с защитной пластмассовой оболочкой. Кроме стальных иногда применяют медные трубы, отличающиеся долговечностью, но они менее прочны и дороже стальных. Свинцовые трубы встречаются в системах отопления, смонтированных в дореволюционное время.

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

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

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

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

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

3.3 Прокладка труб

Прокладка труб в помещениях может быть открытой и скрытой. В основном применяют открытую прокладку как более простую и дешевую. В этом случае поверхность труб используют как нагревательную и принимают в расчет при определении площади отопительных приборов. При расчете отопительных приборов СП 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°C 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 однетрубных и двухтрубных систем путем изгиба подводок (добавления уток) с тем, чтобы напряжение на изгиб в отводах труб не превышало 80 МПа (800 кгс/см²); в ветвях между каждыми пятью-шестью приборами вставляют П-образные компенсаторы.

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

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

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

3.6 Арматура

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

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

имеющим меньшее гидравлическое сопротивление по сравнению с прямыми вентилями.

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

4. Гидравлический расчет

4.1 Расчет гидравлических сопротивлений системы отопления

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

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

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 №2 подающей линии контура Т11:

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

Скорость и потери давления на трение на 1м рассматриваем по [1, П II, табл. II.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. II.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										
№	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	RI, Па	сумм ξ	Z, Па	RI+Z,Па
1	15129,46	606,71	39,60	25,00	0,31	65,00	2574,00	4,76	217,28	2791,28
2	13581,96	544,65	2,70	25,00	0,27	50,00	135,00	1,75	60,82	195,82
3	12710,49	509,71	9,60	25,00	0,25	45,00	432,00	1,76	54,49	486,49
4	11849,27	475,17	1,90	25,00	0,24	40,00	76,00	2,36	64,62	140,62
5	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'										
1	2979,41	119,48	1,70	20,00	0,09	10,00	17,00	3,86	16,63	33,63
2	2204,23	88,39	11,00	20,00	0,07	6,00	66,00	4,00	9,83	75,83
3	2123,01	85,14	7,60	20,00	0,13	26,00	197,60	5,20	40,89	238,49
4	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"										
1	7322,36	293,64	1,00	25,00	0,15	16,00	16,00	2,25	23,38	39,38
2	6251,40	250,69	7,10	25,00	0,13	12,00	85,20	3,72	28,34	113,54
3	5288,22	212,06	10,90	25,00	0,10	8,50	92,65	4,86	25,14	117,79
4	3436,26	137,80	12,50	20,00	0,11	13,00	162,50	7,00	40,54	203,04
5	1644,60	65,95	9,00	20,00	0,05	2,60	23,40	6,00	8,22	31,62
6	822,30	32,98	4,60	20,00	0,03	1,00	4,60	19,50	6,93	11,53
6'	822,30	32,98	4,60	20,00	0,03	1,00	4,60	2,00	0,71	5,31
5'	1644,60	65,95	9,00	20,00	0,05	2,60	23,40	6,00	8,22	31,62
4'	3436,26	137,80	12,50	25,00	0,11	13,00	162,50	7,00	40,54	203,04
3'	5288,22	212,06	10,90	25,00	0,10	8,50	92,65	4,86	25,14	117,79
2'	6251,40	250,69	7,10	25,00	0,13	12,00	85,20	3,72	28,34	113,54

1'	7322,36	293,64	1,00	25,00	0,15	16,00	16,00	2,25	23,38	39,38
							Итого, Па			1027,57
							МАХ по контуру Т11/Т21, Па			10909,15
2 Контур Т12/Т22										
1	23783,37	953,74	14,60	32,00	0,27	36,00	525,60	4,20	152,60	678,20
2	23783,27	953,74	7,70	32,00	0,27	35,80	275,66	5,00	180,34	456,00
3	19578,51	785,12	5,15	25,00	0,39	105,00	540,75	4,50	337,10	877,85
4	18176,93	728,92	5,50	25,00	0,37	95,00	522,50	4,00	272,76	795,26
5	13972,17	560,30	6,70	25,00	0,29	60,00	402,00	5,00	210,69	612,69
6	9767,42	391,69	7,70	25,00	0,20	30,00	231,00	6,00	121,73	352,73
7	7042,60	282,42	17,55	20,00	0,25	60,00	1053,00	8,50	252,81	1305,81
8	4817,44	193,19	10,70	20,00	0,17	28,00	299,60	6,50	86,27	385,87
9	2592,28	103,95	24,50	20,00	0,08	8,00	196,00	5,50	18,47	214,47
10	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										
1,00	59441,34	2383,67	4,50	32,00	0,68	200,00	900,00	2,20	495,92	1395,92
2,00	57486,37	2305,28	5,85	32,00	0,65	190,00	1111,50	3,90	795,88	1907,38
3,00	53576,43	2148,48	6,80	32,00	0,60	170,00	1156,00	4,40	777,36	1933,36
4,00	48363,18	1939,42	6,80	25,00	0,96	600,00	4080,00	5,80	2622,14	6702,14
5,00	43149,92	1730,37	6,80	25,00	0,86	482,00	3277,60	5,80	2100,96	5378,56
6,00	37936,67	1521,31	6,80	25,00	0,76	370,00	2516,00	5,80	1624,58	4140,58
7,00	32723,41	1312,25	6,80	25,00	0,63	280,00	1904,00	5,80	1129,37	3033,37
8,00	27510,16	1103,19	8,10	25,00	0,55	200,00	1620,00	5,10	749,36	2369,36
9,00	26206,84	1050,93	4,70	25,00	0,52	180,00	846,00	5,20	685,46	1531,46
10,00	20993,59	841,87	4,50	25,00	0,42	120,00	540,00	5,50	475,23	1015,23
11,00	15780,33	632,81	15,00	25,00	0,32	70,00	1050,00	6,00	295,79	1345,79
12,00	12164,35	487,81	6,80	25,00	0,24	42,00	285,60	3,80	110,29	395,89
13,00	8548,36	342,80	6,80	25,00	0,17	22,00	149,60	3,80	55,44	205,04

14,00	4932,38	197,79	15,80	20,00	0,17	28,00	442,40	6,80	90,25	532,65
15,00	3969,20	159,17	12,90	20,00	0,13	18,00	232,20	7,70	63,44	295,64
16,00	1854,27	74,36	14,50	20,00	0,06	4,00	58,00	11,60	21,04	79,04
17,00	592,03	23,74	9,50	20,00	0,02	0,70	6,65	13,00	2,29	8,94
17'	592,03	23,74	9,50	20,00	0,02	0,70	6,65	2,50	0,44	7,09
16'	1854,27	74,36	14,50	20,00	0,06	4,00	58,00	11,60	21,04	79,04
15'	3969,20	159,17	12,90	20,00	0,13	18,00	232,20	7,70	63,44	295,64
14'	4932,38	197,79	15,80	20,00	0,17	28,00	442,40	6,80	90,25	532,65
13'	8548,36	342,80	6,80	25,00	0,17	22,00	149,60	3,80	55,44	205,04
12'	12164,35	487,81	6,80	25,00	0,24	42,00	285,60	3,80	110,29	395,89
11'	15780,33	632,81	15,00	25,00	0,32	70,00	1050,00	6,00	295,79	1345,79
10'	20993,59	841,87	4,50	25,00	0,42	120,00	540,00	5,50	475,23	1015,23
9'	26206,84	1050,93	4,70	25,00	0,52	180,00	846,00	5,20	685,46	1531,46
8'	27510,16	1103,19	8,10	25,00	0,55	200,00	1620,00	5,10	749,36	2369,36
7'	32723,41	1312,25	6,80	25,00	0,63	280,00	1904,00	5,80	1129,37	3033,37
6'	37936,67	1521,31	6,80	25,00	0,76	370,00	2516,00	5,80	1624,58	4140,58
5'	43149,92	1730,37	6,80	25,00	0,86	482,00	3277,60	5,80	2100,96	5378,56
4'	48363,18	1939,42	6,80	25,00	0,96	600,00	4080,00	5,80	2622,14	6702,14
3'	53576,43	2148,48	6,80	32,00	0,60	170,00	1156,00	4,40	777,36	1933,36
2'	57486,37	2305,28	5,85	32,00	0,65	190,00	1111,50	3,90	795,88	1907,38
1'	59441,34	2383,67	4,50	32,00	0,68	200,00	900,00	2,20	495,92	1395,92
							Итого по контуру Т14/Т24, Па			64538,84
5 Контур										
1,00	29746,51	1192,87	4,50	25,00	0,58	220,00	990,00	4,00	646,96	1636,96
1'	29746,51	1192,87	4,50	25,00	0,58	220,00	990,00	4,00	646,96	1636,96
							Итого, Па			3273,93
5 Контур Т15'/Т25'										
1,00	9398,18	376,88	9,00	20,00	0,31	90,00	810,00	4,00	182,59	992,59
2,00	9235,32	370,35	6,00	20,00	0,30	85,00	510,00	5,00	215,01	725,01
3,00	9072,46	363,82	2,70	20,00	0,30	82,00	221,40	6,00	254,55	475,95
4,00	8994,56	360,69	17,80	20,00	0,29	80,00	1424,00	7,00	283,05	1707,05
5,00	8340,62	334,47	10,10	20,00	0,27	70,00	707,00	8,00	280,11	987,11
6,00	7760,87	311,22	20,80	20,00	0,25	63,00	1310,40	9,00	278,62	1589,02
7,00	4243,14	170,16	6,10	20,00	0,14	20,00	122,00	10,00	92,84	214,84
8,00	1195,97	47,96	5,30	20,00	0,04	1,40	7,42	11,00	7,74	15,16

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

4.3 Гидравлический расчет системы подогрева пола

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

Таблица 7. Гидравлический расчет системы подогрева пола

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

4.4 Выбор циркуляционного насоса.

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

$$\Delta P_{\text{зд}} = \sum \Delta P_{\text{уч}} = 64540, \text{ Па}$$

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

$$G_{\text{зд}} = \sum G_{\text{уч}} = 10061 \text{ кг} / \text{ч}$$

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

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

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

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

ПРЕИМУЩЕСТВА:

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

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

Страна-изготовитель: Германия

Технические данные:

Общий расход насоса: 11,2 м³/ч;

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

Минимальная t C, перекачиваемой жидкости: 15 град;

Максимальная t C, перекачиваемой жидкости: 95 град;

Перекачиваемая жидкость: вода в системе отопления;

Минимальная t C, окружающей среды: 0 град;

Максимальная t C, окружающей среды: 40 град;

Максимальное рабочее давление: 10 бар;

Класс защиты: IP44;

Класс изоляции: F;

Уровень шума: до 54 дБ(А);

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

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

4.5 Тепловой пункт здания

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

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

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

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

5. Расчет систем вентиляции

5.1 Выбор систем вентиляции

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

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

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

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

5.2 Выбор параметров наружного воздуха

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

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

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

При расчете систем вентиляции и кондиционирования воздуха должны приниматься:

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

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

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

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

5.3 Определение параметров внутреннего воздуха

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

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

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

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

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

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

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

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

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°С и скорость движения воздуха не более 2 м/с.

5.4 Определение количества вредностей, поступающих в помещение

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

5.5 Расчет воздухообменов

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

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

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

Определяется по формуле:

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

где K_{pmin} – 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 106 (гардеробная).

$K_{pmin} = 2$, 1/ч по техническому заданию.

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

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

Приток в данное помещение компенсируется из соседних помещений.

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

5.6 Расчет воздухообмена в помещениях бассейнов

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

$$Q_{yd} = Q_u + Q_l + Q_{осв} + Q_{огл} + Q_{пол}, \text{Вт}$$

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

где Q_u - количество теплоты, поступающее в помещение с испаряющимся потоком влаги, Вт;

Q_l - тепlopоступления в помещение бассейна от купающихся и зрителей составит, Вт;

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

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

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

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

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

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

5.6.1 Расчет воздухообмена в детском бассейне

Общая площадь помещения бассейна - $F = 173,58 \text{ м}^2$, средняя высота $h = 3.65 \text{ м}$.

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

Количество одновременно находящихся людей в бассейне — 40 человек. Освещение осуществляется люминесцентными лампами по периметру бассейна. Общее количество теплоты, поступающее в помещение от искусственного освещения составляет 720 Вт (таблица 3). В проходах между чашей бассейна и душевыми кабинами, а так же в дорожках по периметру бассейна предусмотрены подогреваемые полы. Количество теплоты, поступающее от подогреваемых полов принято равным 2340 Вт, т.е. теплопотерям через утепленный пол на грунте в помещении детского бассейна.

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются [19]: — для холодного периода — $t_{\text{н}} = -39^\circ\text{C}$, $\phi_{\text{н}} = 80\%$, $I_{\text{н}} = -40,04 \text{ кДж/кг}$; $d_{\text{н}} = 0,088 \text{ г/кг}$; для теплого периода — $t_{\text{н}} = 26,2^\circ\text{C}$, $\phi_{\text{н}} = 74\%$; $I_{\text{н}} = 66,09 \text{ кДж/кг}$; $d_{\text{н}} = 15,59 \text{ г/кг}$. Нормируемая температура воды в бассейне — 29°C . Расчетные параметры воздуха в помещении бассейна — $t_{\text{в}} = 30^\circ\text{C}$; $\phi_{\text{в}} = 60\%$; $d_{\text{в}} = 15,77 \text{ г/кг}$, $I_{\text{в}} = 70,48 \text{ кДж/кг}$, $t_{\text{м}} = 23,77^\circ\text{C}$, $t_{\text{р}} = 21,37^\circ\text{C}$. Сопротивление теплопередачи через остекление $R_{\text{ог}} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

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

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

где $\alpha_{\text{в}}$ — определяется по табл. 4 СНиП 11-3-79**.

Тогда температура внутренней поверхности остекления будет равна:

$$t_{o2} = t_6 - 11.96 = 18.04^{\circ}\text{C}.$$

Температура точки росы внутреннего воздуха при заданных внутренних температурно-влажностных условиях определится по I-d диаграмме на пересечении линии постоянного влагосодержания $d_v = 15.77$ 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 $t_{ог.ф.} = 18.04^{\circ}\text{C}$.

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

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

$$Q_{o2l} = (q_n^6 K_{инс.в} + q_p^6 K_{обл}) K_{отн} \cdot \tau_2 \cdot F_n, \text{Вт}$$

где q_n^6 , q_p^6 - количество теплоты соответственно прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающее в помещение в июле через световые проемы (расчетный час 11–13, широта г. Тайга 56°). Для восточной стороны они соответственно равны 37 Вт/м^2 и 67 Вт/м^2 , для южного направления – 398 Вт/м^2 и 92 Вт/м^2 .

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

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

$K_{инс.в}$ — коэффициент инсоляции, принимаем равным — 0,907;

$K_{обл}$ — коэффициент облучения, принимается равным — 1.

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

С Востока:

$$Q_{o2l} = (37 \cdot 0,907 + 67 \cdot 1) 0,95 \cdot 0,85 \cdot 12,38 = 703,35 \text{ Вт}$$

С Юга:

$$Q_{o2l} = (398 \cdot 0,907 + 92 \cdot 1) 0,95 \cdot 0,85 \cdot 13,68 = 1377,27 \text{ Вт}$$

Суммарный тепловой поток составит:

$$\sum Q_{огл} = 703,35 + 1377,27 = 2080,6 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от занимающихся составят:

$$Q_{л} = n \cdot q_{л} = 20 \cdot 132 = 2640 \text{ Вт}$$

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

Тепловыделения от освещения $Q_{осв} = 720 \text{ Вт}$

Теплопоступления от теплого пола $Q_{пол} = 2340 \text{ Вт}$

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

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

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

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

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

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

Количество влаги, испаряющееся с открытой поверхности воды:

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

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

$P_{в}$ — давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды, равной 28°C, составит 38 кПа;

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

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

Количество влаги, выделяемое занимающимися составит:

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

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

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

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

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

или

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

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

Объем помещения бассейна $V_6 = 469,7 \text{ м}^3$, тогда минимально требуемый воздухообмен по объему помещения составит: $L_{\text{об}} = 469,7 \cdot 3 = 1409 \text{ м}^3/\text{ч}$. Максимально требуемое количество воздуха по объему составит: $L_{\text{об}} = 469,7 \cdot 5 = 2349 \text{ м}^3/\text{ч}$.

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

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

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

Для принятого решения необходимо снизить расход приточного воздуха с $84986 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это достигается путем осушения приточного воздуха в зале бассейна. Для ассимиляции влаги, влагосодержание приточного воздуха должно быть равно:

$$d_n^1 = d_g - \frac{(W_u + W_d) \cdot 1000}{G_{пр.л}} = 15,77 - \frac{18,357 \cdot 1000}{2400} = 8,12 \text{ г / кг}$$

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

$$W_3 = G_{пр.л} \cdot (d_g - d_n^1) / 1000 = 2400(15,77 - 8,12) / 1000 = 18,357 \text{ кг / ч}$$

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

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

Технические характеристики осушителя:

Производительность по влаге: 90 л/сут;

Производительность вентилятора: 750 м³/час;

Параметры электросети: 220В, 50Гц;

Потребляемая мощность: 1,56 кВт;

Марка фреона: R22;

Уровень шума: <52 дБ(А);

Степень защиты: IP24.

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

5.6.2 Расчет воздухообмена в большом бассейне

Общая площадь помещения бассейна - F= 374,60 м², средняя высота h= 7 м.

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

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

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются [19]: — для холодного периода — t_н = -39°C, φ_н = 80%, I_н = -40,04 кДж/кг; d_н = 0,088 г/кг; для теплого периода — t_н = 26,2°C, φ_н = 74%; I_н = 66,09 кДж/кг; d_н = 15,59 г/кг. Нормируемая температура воды в бассейне — 26°C. Расчетные параметры воздуха в помещении бассейна — t_в = 27°C; φ_в = 60%; d_в = 15,77 г/кг., I_в = 70,48

кДж/кг, $t_m = 23,77^\circ\text{C}$, $t_p = 21,37^\circ\text{C}$. Сопротивление теплопередачи через остекление $R_{ог} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

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:

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

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

Тогда температура внутренней поверхности остекления будет равна:

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

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

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

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

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

$$Q_{огл} = (q_n^e K_{инс.в} + q_p^e K_{обл}) K_{отн} \cdot \tau_2 \cdot F_n, \text{ Вт}$$

где q_n^e , q_p^e - количество теплоты соответственно прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающее в помещение в июле через световые проемы (расчетный час 11–13, широта г. Тайга 56°). 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;

$K_{инс.в.}$ — коэффициент инсоляции, принимаем равным — 0,907;

$K_{обл.}$ — коэффициент облучения, принимается равным — 1.

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

С Востока:

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

С Севера:

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

Суммарный тепловой поток составит:

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

Теплопоступления от занимающихся составит:

$$Q_{л.зан} = n \cdot q_{л} = 48 \cdot 132 = 6336 Bm$$

Теплопоступления от зрителей составит:

$$Q_{л.зр} = n \cdot q_{л} = 100 \cdot 40 = 4000 Bm$$

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

Тепловыделения от освещения $Q_{осв} = 2957 Bm$

Теплопоступления от теплого пола $Q_{пол} = 2196 Bm$

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

$$Q_{и} = 0,68 \cdot (W_{и} + W_{л}) \cdot 1000 = 0,68 \cdot (89,944 + 5,74 + 18,3) \cdot 1000 = 77509 Bm;$$

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

$$W_{и} = W_{отк} + W_{см}, \text{ г / ч}$$

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

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

Количество влаги, испаряющееся с открытой поверхности воды:

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

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

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

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

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

Количество влаги, выделяемое занимающимися составит:

$$W_{л.зан} = n \cdot w_{л.} = 48 \cdot 225 = 10,8 \text{ кг / ч}$$

Количество влаги, выделяемое зрителями составит:

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

Количество влаги, выделяемое людьми составит:

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

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

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

Или

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

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

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

Или

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

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

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

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

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

Исходя из минимальной нормы воздухообмена $80 \text{ м}^3/\text{час}$ на одного занимающегося и $20 \text{ м}^3/\text{час}$ на одного зрителя получаем минимальное количество наружного воздуха $L_{пр.з}=80 \cdot 40+20 \cdot 100=5840 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $G_{пр.з}=7008 \text{ кг/ч}$ для зимнего режима.

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

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

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

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

$$d_n^1 = d_e - \frac{(W_u + W_l) \cdot 1000}{G_{пр.л}} = 15,77 - \frac{113,984 \cdot 1000}{21200 \cdot 1,2} = 11,29 \text{ г/кг}$$

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

$$W_z = G_{пр.л} \cdot (d_e - d_n^1) / 1000 = 25440(15,77 - 11,29) / 1000 = 113,984 \text{ кг/ч}$$

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

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

Технические характеристики осушителя:

Производительность по влаге: 90 л/сут ;

Производительность вентилятора: $750 \text{ м}^3/\text{час}$;

Параметры электросети: 220В, 50Гц;

Потребляемая мощность: 1,56 кВт;

Марка фреона: R22;

Уровень шума: <52 дБ(А);

Степень защиты: IP24.

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

5.6.3 Построение процесса вентиляции в 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.

5.6.3.1 Построение процесса вентиляции в i-d диаграмме для детского бассейна

Зимний период (рисунок 5.1)

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

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

$$\varepsilon = 3,6 \frac{Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{и}}}{W_{\text{см}} + W_{\text{отк}} + W_{\text{л}}} = 3,6 \frac{2640 + 720 + 12482,76}{0,896 + 12,96 + 4,5} = 3107 \text{ кДж / кг}$$

Как уже отмечалось, в зимний период система вентиляции будет с 20-ти % рециркуляцией. Во избежание выпадения конденсата, охлаждение ниже точки росы, в процессе рециркуляции внутреннего воздуха и его смешением в наружным второй подогревается до безопасной температуры. По данным [11,12] данная температура определяется 10...15⁰С. Принимаем температуру после первой ступени подогрева 10⁰С.

i-d диаграмма влажного воздуха

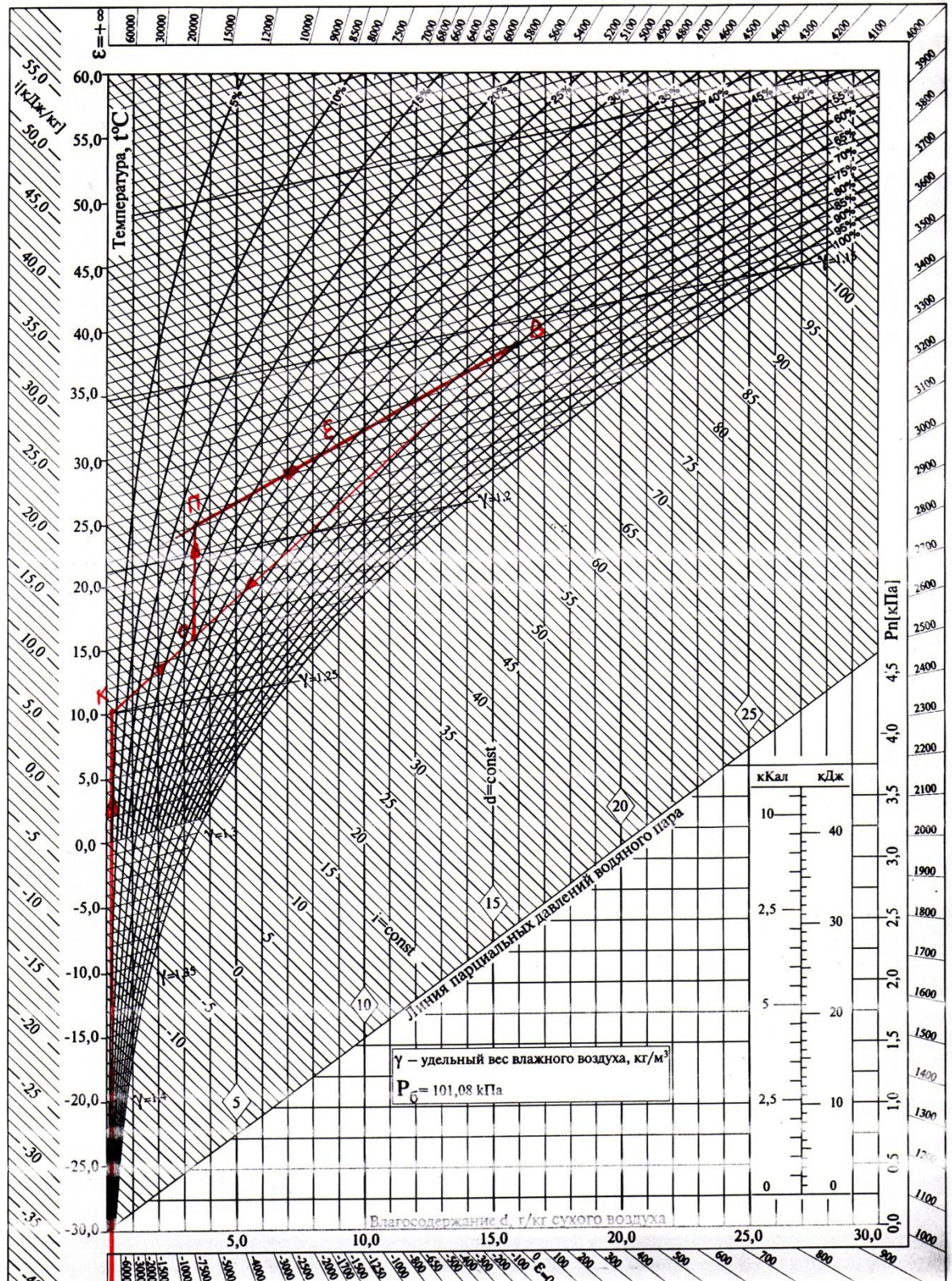


Рис. 5.1 Процесс вентиляции для детского бассейна (зима)

Из точки В проводим луч процесса ε . Из точки Н проводим прямую параллельную постоянным линиям влагосодержания до пересечения с изотермой 10°C (точка К). В процессе смешения внутреннего и наружного воздуха точки К и В соединяются прямой и на этой прямой откладываются отрезки равные процентному содержанию того или иного воздуха в смеси. В данном случае откладываем 0,8 длины соединяющего отрезка от точки В и 0,2 длины отрезка от точки К. полученная точка О является точкой смешения потоков наружного и внутреннего воздуха. Смесь потоков поступает на калорифер второго подогрева. Данный процесс изображается линией из точки О параллельно линиям постоянного влагосодержания в до пересечения с лучом процесса (точка П). Воздух в состоянии точки П поступает в помещение. Аналогичным образом будут построены процессы обработки воздуха в приточных установках для помещения 216 (большой бассейн) в режиме присутствия в нем зрителей и без них.

Количество тепла, затрачиваемое в подогревателе первой ступени равно:

$$Q_1 = L \cdot \rho \cdot c \cdot (10 - (39)) / 3600 = 1600 \cdot 1.25 \cdot 1005 \cdot 50 / 3600 = 27.92 \text{ кВт}.$$

Количество тепла, затрачиваемое в подогревателе второй ступени равно:

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

Суммарная потребляемая тепловая мощность приточной установки для детского бассейна равна:

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

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

$$G = \frac{\sum Q}{c \Delta t} = \frac{34170}{4187 \cdot (95 - 70)} = 0.326 \text{ кг / с} = 1175.2 \text{ кг / час}$$

Летний период (рисунок 5.2)

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

$$\varepsilon = 3.6 \frac{Q_l + Q_{осв} + Q_u + Q_{отл} + Q_{пол}}{W_{см} + W_{отк} + W_l} = 3.6 \frac{2640 + 720 + 12482.76 + 2080.6 + 2340}{0.896 + 12.96 + 4.5} = 3974 \text{ кДж / кг}$$

i-d диаграмма влажного воздуха

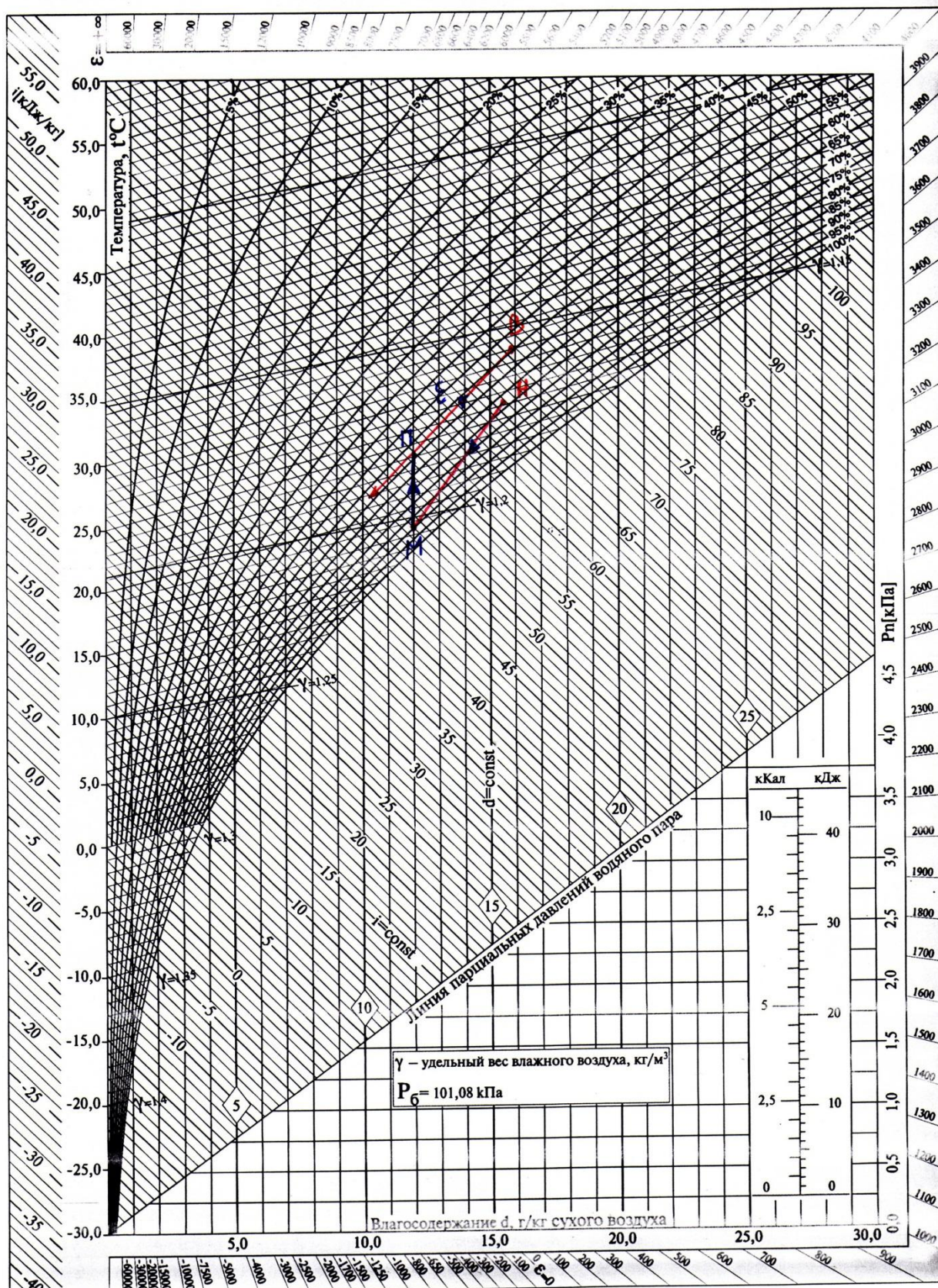


Рис. 5.2 Процесс вентиляции для детского бассейна (лето)

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

Аналогичным образом будут построены процессы обработки воздуха в приточных установках для помещения 316 (большой бассейн) в режиме присутствия в нем зрителей и без них.

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

Зимний период (рисунок 5.3)

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

$$\varepsilon = 3,6 \frac{Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{и}}}{W_{\text{см}} + W_{\text{отк}} + W_{\text{л}}} = 3,6 \frac{6336 + 4000 + 2957 + 77509}{5,74 + 89,944 + 10,8 + 7,55} = 2868 \text{ кДж} / \text{кг}.$$

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:

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

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

$$G = \frac{\sum Q}{c \Delta t} = \frac{188450}{4187 \cdot (95 - 70)} = 1,8 \text{ кг} / \text{с} = 6481,2 \text{ кг} / \text{час}.$$

Зимний период (рисунок 5.4)

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

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

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 5.5)

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

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

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

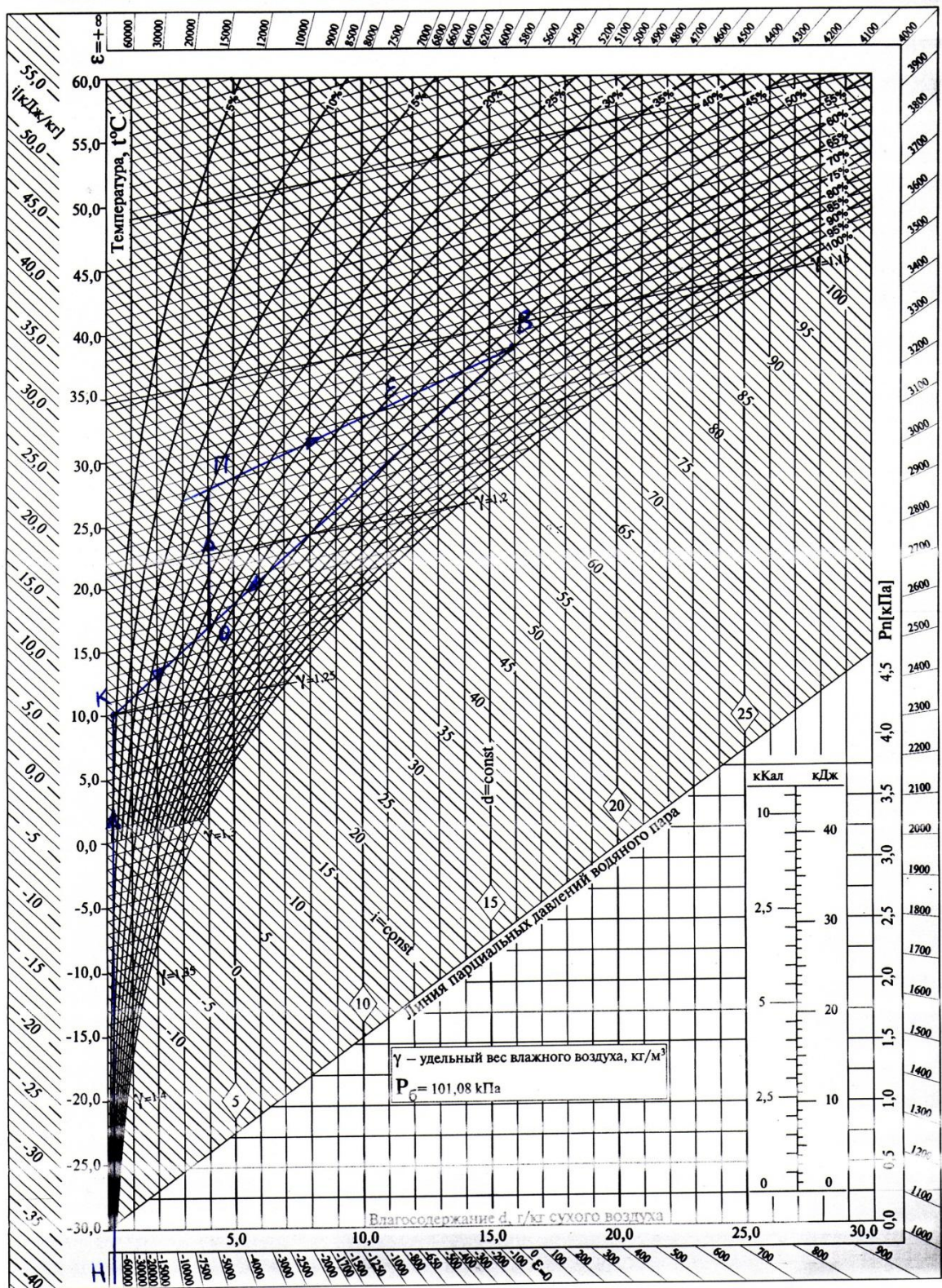


Рис. 5.3 Процесс вентиляции для большого бассейна (зима: зрители и занимающиеся)

i-d диаграмма влажного воздуха

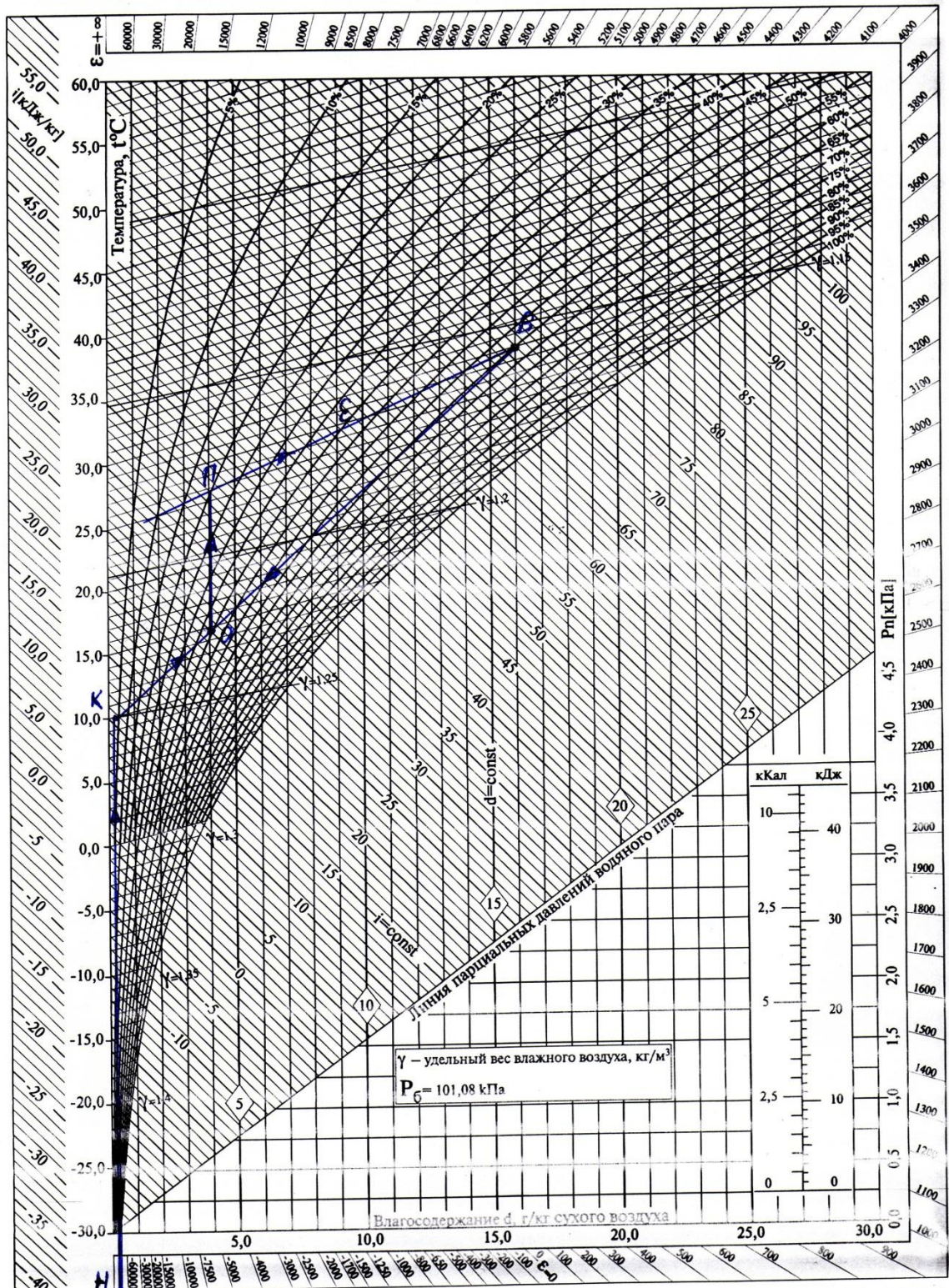


Рис. 5.4 Процесс вентиляции для большого бассейна (зима: только занимающиеся)

i-d диаграмма влажного воздуха

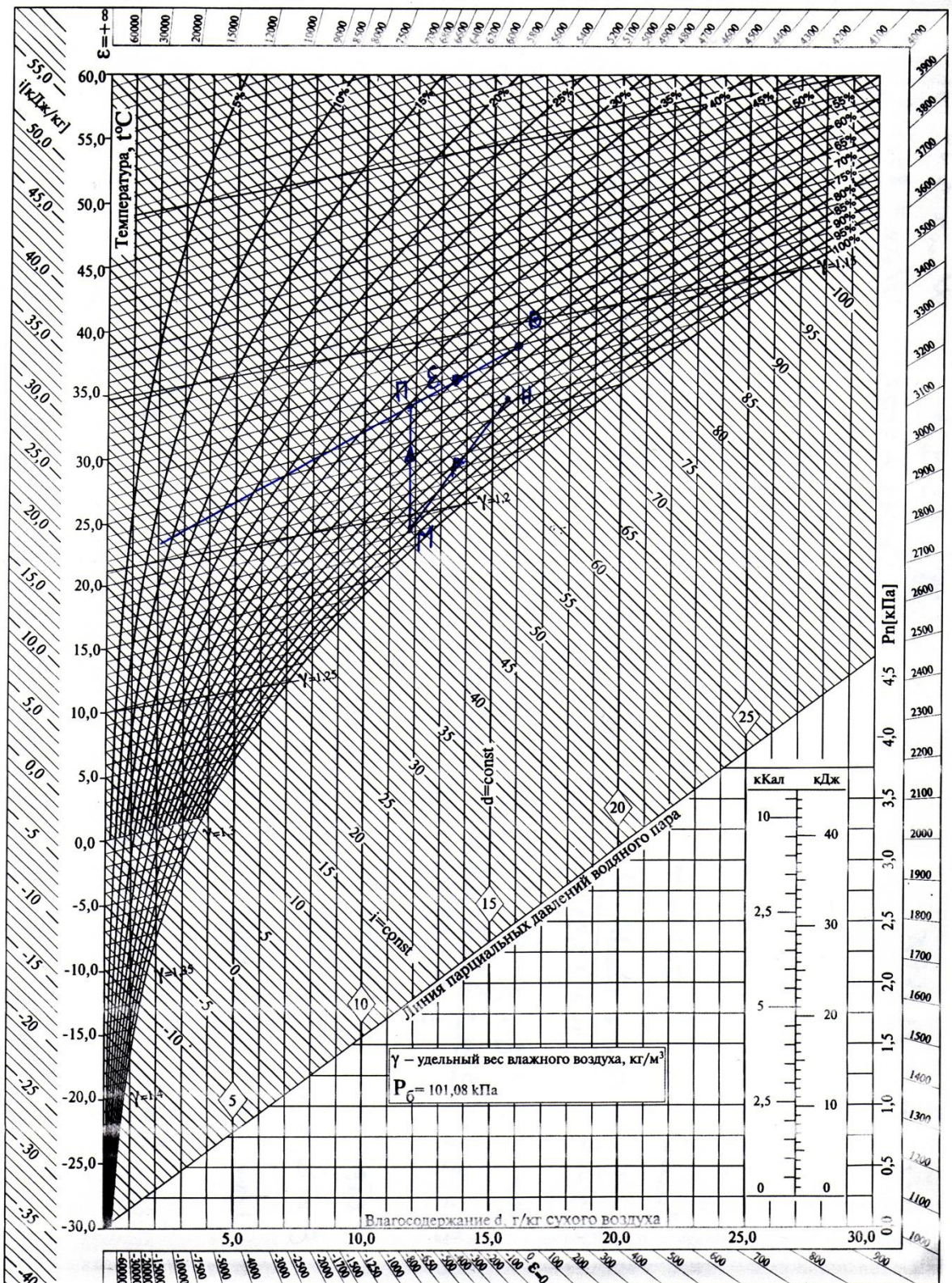


Рис. 5.5 Процесс вентиляции для большого бассейна (лето: зрители и занимающиеся)

Таблица 8. Воздухообмен в помещениях												
№ Помещения	Наименование помещения	Строительный объем, м3	Метод определения воздухообмена	Вытяжка					Приток			Примечания
				По вредностям		По кратности		Кратность м³/ч	Кол-во, м3/ч	№ сист.	Кратность м³/ч	
				Кол-во, м³/ч	№ сист.	Кол-во, м³/ч	№ сист.					
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Первый этаж												
001	Детский бассейн	732,51	2 кр, но не менее 80 м3/ч на 1 плавца			1700	ПВ4		1700	ПВ4		
002	Комната деж. тренера, деж. медсестры	55,33	По кратности			120	В1	2	180	П1	3	
004	Вестибюль	113,7	По кратности						230	П1	2	
006.1	Душевая с санузлом для МГН	15,77	По кратности			150	В2	10				Приток через раздевальную
006.2	Душевая с санузлом для МГН	15,77	По кратности			150	В2	10				Приток через раздевальную
007.1	С/У	11,71	50 м. куб. на унитаз			50	В2					
007.2	С/У	11,67	50 м. куб. на унитаз			50	В2					
008.1	Раздевальная	98,69	По балансу						285	П2		
008.2	Раздевальная	134,58	По балансу						270	П2		
009.1	Душевая	44	По кратности			440	В2	10	220	П2		
009.2	Душевая	52,26	По кратности			540	В2	10	270	П2		

010	Гардероб верхней одежды для занимающихся	38,17	По кратности			80	B1	2				
01	С/У для МГН	1,6	25 м. куб. на унитаэ			25	B2					
012	Комната уборочного инвентаря	10,08	По кратности			20	BE1	2				Естественно
017	Узел ВК	48,49	По кратности			20	BE1	2				Естественно
	ИТОГО ПО ЭТАЖУ:					3355			3055			
102.1	Вестибюль	85,91	По кратности						180	П1	2	
102.2	Вестибюль	65,82	По кратности						100	П1	2	
103	Гардероб	45,1	По кратности			80	B2	2				
104	Коридор	118,02	По кратности									
105	Кабинет инженерно-технического персонала	35,99	По кратности			80	B1	2	120	П1	3	
106	Кабинет гл. инженеря	40,83	По кратности			80	B1	2	120	П1	3	
107	Приемная	26,31	По кратности			60	B1	2	90	П1	3	
108	Помещение пожарного поста	45	По кратности			80	B1	2	120	П1	3	
109	Кабинет гл. бухгалтера	24	По кратности			60	B1	2	90	П1	3	
110	Касса	18,27	По кратности			40	B1	2	60	П1	3	
112	Электрощитовая	26,2	По кратности			60	BE2	2				

113	Венткамера	62,61	По кратности			65	ПВ1	1	130	ПВ1	3	
114	Тех. Помещение	22,89	По кратности			100	ПВ2	2				
115.1	Бытовое помещение	28,5	По кратности						40	П1	2	
115.2	Бытовое помещение	28,17	По кратности						40	П1	2	
116.1	Душевая	8,33	75 м.куб. на 1 душ.сетку			75	В3					
116.2	Душевая	8,33	76 м.куб. на 1 душ.сетку			75	В3					
117	Регистратура	18,12	По кратности			40	В1	2	60	П1	3	
118	коридор	11,82										
118.1	Тамбур-шлюз	18							250	П3		
118.2	Тамбур-шлюз	18							250	П3		
119	Озонаторная	43,26	По кратности			260	В4	6	260	П4	6	
120	Коридор	22,07	По кратности									
121	Помещение КИПиА	41,37	По кратности			100	ПВ2	2	150	ПВ2	3	
122	Помещение уборочного инвентаря	25,44	По кратности			60	ПВ2	2				
123	Санузел для МГН	11,98	25 м.куб. на 1 унитаз			25	В3					
124	С/У	9,12	25 м.куб. на 1 унитаз			25	В3					
125	Коридор	16,83	По балансу						90	ПВ2		
126	Помещение для приготовления дезинфицирующих и коагулирующих веществ	25,78	По кратности			310	В8	12	260	П5	10	
127	Помещение для хранения дезинфицирующих и коагулирующих веществ	18,88	По кратности			230	В8	12	190	П5	10	
128	Помещение для инженерного	1642,3	По кратности			3800	ПВ2	2,3	330	ПВ2	2	

	обслуживания ванны											
	ИТОГО ПО ЭТАЖУ:					5705			5900			
202	Коридор	187,65	По балансу						740	П1		
203	Буфет	89,64	По кратности			450	B5	5				
204	Подсобная буф	26,25	По кратности			135	B5	5				
204.1	Санузел для работников буфета	5,28	25 куб.м на 1 унитаз			25	B3					
205	Лаборатория хим. Бактер. Анализа воды	24,15	По кратности			90	B6	3				
206	Кабинет врача	42,03	По кратности			100	B1	2	150	П1	3	
207.1	Раздевальная	90,99	По балансу						200	П2		
207.2	Раздевальная	129,51	По балансу						270	П2		
208.1	Преддушевая	15,48										
208.2	Преддушевая	9,75										
209.1	Санузел	9,57	50 куб.м на 1 унитаз			50	B3					
209.2	Санузел	16,71	25 куб.м на 1 унитаз			75	B3					
210.1	Душевая	61,83	По кратности			620	B3	10	310	П2	5	
210.2	Душевая	61,04	По кратности			615	B3	10	310	П2	5	
211	Комната тренеров и инструкторов	48,3	По кратности			110	B1	2	165	П1	3	
212	Душевая	7,26	75 куб.м на 1 душ.сетку			75	B3					
213	Кабинет для переодевания	3,12										
214	Инвентарная	43,47	50 куб.м на 1 унитаз			100	B1					
215	Комната ежурной мед.сестры	39,73	По кратности			100	B1	2	150	П1	3	
216	Зал ванны	2247,6	По кратности			4700	ПВ1	2	4500	ПВ1	2	
217	Тамбур											
218	Санузел для МГН	11,7	25 куб. м на 1 унитаз			25	B3					
220	Санузел для	14,55	25 куб. м на 1			50	B3					

	посетителей (М/Ж)		унитаз									
	ИТОГО ПО ЭТАЖУ:					7670			6525			
301	Тамбур											
302	Фойе	99,76										
303	Тех. Помещение	61,66	По кратности			80	В1	1	160	П1	2	
304	Санузел для МГН	17,7	25 куб. м на 1 унитаз			25	В3					
305	Инвентарная	65,64	По кратности			110	ПВ3	2				
306	Зал для спортивных развлечений	858,35	По кратности			1800	ПВ3	2	1800	ПВ3	2	
308	Коридор	72,58										
310	Тех. Помещение	47,11	По кратности			50	ПВ3	1	100	ПВ3	2	
312	Санузел для зрителей	30,19	25 куб. м на 1 унитаз			50	В3	1				
	ИТОГО ПО ЭТАЖУ:					2215			2160			

6. Аэродинамический расчет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Аэродинамический расчет состоит из 2 этапов:

1) расчета участков основного направления;

2) увязка ответвлений.

Последовательность расчета.

1. Определяем нагрузки расчетных участков, характеризующихся постоянством расхода воздуха;

2. Выбираем основное направление, для чего выявляем наиболее протяженную цепь участков;

3. Нумеруем участки магистрали и ответвлений, начиная с участка, наиболее удаленного с наибольшим расходом.

4. Размеры сечения воздуховода определяем по формуле:

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

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 ПЗ с ответвлением на помещение 138.

Длина воздуховода составляет L=4 метра, расход через участок G=290 м³/ч, размеры воздуховода 250x250мм, живое сечение S=0,06 м².

Так как этот участок магистральный то предельно-допустимая скорость воздуха для общественных зданий 8 м/с, зная это по таблице 22.15 [12] находим скорость, линейное сопротивление воздуховода и динамическое

давление воздуха для эквивалентного диаметра 250мм. Затем находим линейные потери давления на участке.

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

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

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

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

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

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

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

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

Создаем этот коэффициент при помощи дроссельного клапана.

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

Таблица 9 «Расчет аэродинамики систем вентиляции»

№	Расчетный расход L		Размеры воздуховода									Потери давления		Р _д , Па	Σξ	Z, Па	Rl+Z
	куб.м/ч	куб.м/с	l,м	d,мм	a, мм	b, мм	dэкв, мм	fоп, м2	dор, мм	fф, м2	Vф,м/с	R,Па/м	Rl,Па				
ПВ1 (вытяжная часть)																	
1	4765	1,32	9,25	500			500	0,29	612,85	0,195	6,79	0,89	8,21	27,64	8,7	240,50	248,72
2	4700	1,31	19,5	0	600	400	480	0,29	608,65	0,24	5,44	0,63	12,21	17,75	12,2	216,61	228,82
3	2700	0,75	12	0	400	400	400	0,17	461,32	0,16	4,69	0,60	7,15	13,18	17,54	231,24	238,39
4	1350	0,37	12	0	1000	500	667	0,08	326,20	0,5	0,75	0,01	0,14	0,34	12,2	4,12	4,26
																	720,19
ПВ1 (приточная часть)																	
1	4630	1,28	9,25	0	1000	500	667	0,29	604,10	0,5	2,57	0,11	1,01	3,97	6,4	25,41	26,42
2	4500	1,25	16	0	600	400	480	0,28	595,56	0,24	5,21	0,58	9,26	16,28	12,2	198,57	207,83
3	2500	0,69	12	0	800	500	615	0,15	443,91	0,4	1,74	0,06	0,71	1,81	8,7	15,73	16,45
4	1000	0,27	9	0	300	300	300	0,06	280,75	0,09	3,09	0,40	3,57	5,72	12,2	69,73	73,30
																	324,00
ПВ2 (вытяжная часть)																	
1	4190	1,16	20,6	500	0	0	500	0,26	574,68	0,20	5,97	0,70	14,51	21,37	11,60	247,95	262,46
2	390	0,10	27	160	0	0	160	0,02	175,33	0,02	5,43	2,33	62,87	17,66	12,60	222,52	285,39
3	260	0,02	18	160	0	0	160	0,02	143,16	0,02	3,62	1,12	20,20	7,85	13,74	107,85	128,05
4	60	0,01	2	100	0	0	100	0,00	68,77	0,01	2,14	0,76	1,53	2,74	7,60	20,82	22,35
5	200	0,056	2	125	0	0	125	0,01	125,56	0,01	4,56	2,29	4,58	12,47	8,60	107,22	111,80
6	100	0,028	5	100	0	0	100	0,01	88,78	0,01	3,56	1,92	9,59	7,61	9,60	73,05	82,64
7	3800	1,056	9	0	500	200	286	0,23	547,28	0,10	10,56	3,84	34,59	66,85	2,90	193,87	228,46
8	2375	0,65	9	0	400	300	343	0,15	432,67	0,12	5,50	0,96	8,60	18,13	6,40	116,06	124,66
9	950	0,26	6	0	300	300	300	0,06	273,64	0,09	2,93	0,36	2,17	5,16	1,15	5,93	8,10
																	675,90
ПВ2 (приточная часть)																	
1	3540	0,98	9	0	400	400	400	0,22	528,23	0,16	6,15	0,97	8,73	22,66	7,60	172,24	180,97
2	240	0,06	6	160	0	0	160	0,01	137,54	0,02	3,34	0,97	5,83	6,69	6,70	44,81	50,64

3	150	0,04	2,6	160	0	0	160	0,01	108,73	0,02	2,09	0,42	1,08	2,61	12,20	31,87	32,96
4	3300	0,91	9	0	400	400	400	0,20	510,01	0,16	5,73	0,86	7,70	19,69	6,40	126,04	133,74
5	2070	0,57	9	0	400	300	343	0,13	403,93	0,12	4,79	0,75	6,71	13,78	2,90	39,95	46,66
6	840	0,23	6	0	300	300	300	0,05	257,31	0,09	2,59	0,29	1,74	4,03	3,90	15,73	17,47
																	264,57
ПВ3 (вытяжная часть)																	
1	1900	0,52	20,6	355	0	0	355	0,12	386,99	0,10	5,37	0,88	18,09	17,30	11,60	200,64	218,73
2	1840	0,51	17,2	355	0	0	355	0,11	380,83	0,10	5,20	0,83	14,26	16,22	12,60	204,39	218,64
3	1190	0,33	7,5	315	0	0	315	0,07	306,26	0,08	4,27	0,67	5,04	10,94	13,74	150,38	155,42
4	650	0,18	7,5	250	0	0	250	0,04	226,35	0,05	3,70	0,69	5,14	8,23	7,60	62,55	67,69
5	110	0,03	7,5	160	0	0	160	0,01	93,11	0,02	1,53	0,24	1,79	1,40	8,60	12,08	13,87
																	674,35
ПВ3 (приточная часть)																	
1	1960	0,54	16,5	315	0	0	315	0,12	393,05	0,08	7,03	1,65	27,20	29,69	7,60	225,65	252,85
2	1800	0,5	10	315	0	0	315	0,11	376,67	0,08	6,46	1,41	14,14	25,04	6,70	167,78	181,92
3	1000	0,28	7,5	250	0	0	250	0,06	280,75	0,05	5,70	1,49	11,17	19,48	12,20	237,66	248,83
4	400	0,11	7,5	200	0	0	200	0,02	177,56	0,03	3,56	0,83	6,26	7,61	6,40	48,70	54,96
																	738,56
ПВ4 (вытяжная часть)																	
1	1760	0,49	29,2	315	0	0	315	0,11	372,46	0,08	6,32	1,36	39,66	23,94	11,60	277,71	317,37
2	1100	0,31	7,5	250	0	0	250	0,07	294,45	0,05	6,27	1,77	13,25	23,57	12,60	297,00	310,25
3	420	0,17	5	200	0	0	200	0,03	181,95	0,03	3,74	0,91	4,56	8,39	13,29	111,50	116,05
																	743,68
ПВ4 (приточная часть)																	
1	1600	0,444444	16,5	315	0	0	315	0,10	355,12	0,08	5,74	1,14	18,88	19,79	7,60	150,37	169,25
2	1100	0,305556	7,5	250	0	0	250	0,07	294,45	0,05	6,27	1,77	13,25	23,57	6,70	157,93	171,18
3	420	0,116667	5	200	0	0	200	0,03	181,95	0,03	3,74	0,91	4,56	8,39	12,20	102,35	106,91
																	447,34
П1																	
1	2945	0,82	7,72	0	800	500	615	0,18	481,80	0,40	2,05	0,08	0,62	2,51	2,9	7,28	7,89

2	100	0,03	6,31	125			125	0,01	88,78	0,01	2,28	0,66	4,15	3,12	2,96	9,23	13,37
3	2645	0,73	8,82	500			500	0,16	456,60	0,20	3,77	0,31	2,71	8,52	9,85	83,90	86,62
4	1020	0,28	2,1	315			315	0,06	283,54	0,08	3,66	0,51	1,07	8,04	0,21	1,69	2,76
5	280	0,08	6,52	160			160	0,02	148,56	0,02	3,90	1,28	8,36	9,10	6,16	56,08	64,44
6	740	0,21	0,9	250			250	0,05	241,51	0,05	4,22	0,87	0,78	10,67	2,9	30,94	31,71
7	240	0,07	1,75	125			125	0,01	137,54	0,01	5,47	3,18	5,56	17,95	3,9	70,02	75,58
8	300	0,08	6,43	200			200	0,02	153,77	0,03	2,67	0,50	3,20	4,28	3,9	16,69	19,89
9	105	0,03	2,565	125			125	0,01	90,97	0,01	2,39	0,72	1,84	3,44	6,7	23,02	24,86
10	1625	0,45	7,875	355			355	0,10	357,89	0,10	4,59	0,66	5,22	12,65	1,13	14,30	19,52
11	1275	0,35	7,875	315			315	0,08	317,01	0,08	4,58	0,76	5,99	12,56	2,7	33,92	39,91
12	1275	0,35	7,875	315			315	0,08	317,01	0,08	4,58	0,76	5,99	12,56	3,9	49,00	54,99
13	300	0,08	7,875	160			160	0,02	153,77	0,02	4,17	1,45	11,43	10,45	3,9	40,76	52,19
14	975	0,27	7,875	250			250	0,06	277,22	0,05	5,56	1,42	11,20	18,52	2,9	53,70	64,90
15	315	0,09	7,875	160			160	0,02	157,57	0,02	4,38	1,59	12,48	11,52	3,9	44,93	57,42
16	660	0,18	7,875	200			200	0,04	228,08	0,03	5,88	2,06	16,20	20,72	3,9	80,80	96,99
17	120	0,03	7,875	160			160	0,01	97,25	0,02	1,67	0,28	2,20	1,67	2,9	4,85	7,05
18	540	0,15	7,875	160			160	0,03	206,31	0,02	7,51	4,18	32,94	33,86	3,9	132,05	164,99
19	120	0,03	7,875	160			160	0,01	97,25	0,02	1,67	0,28	2,20	1,67	6,7	11,20	13,40
20	420	0,12	7,875	160			160	0,03	181,95	0,02	5,84	2,66	20,95	20,48	3,2	65,54	86,50
21	120	0,03	7,875	160			160	0,01	97,25	0,02	1,67	0,28	2,20	1,67	1,12	1,87	4,07
																	686,78
Π2																	
1	2485	0,69	12,2	315			315	0,15	442,57	0,08	8,92	2,53	30,83	47,73	1,67	79,70	110,53
2	620	0,17	5,2	200			200	0,04	221,06	0,03	5,52	1,84	9,56	18,28	1,65	30,17	39,72
3	1865	0,52	4	315			315	0,12	383,41	0,08	6,69	1,51	6,03	26,88	0,58	15,59	21,62
4	1250	0,35	2,23	250			250	0,08	313,89	0,05	7,12	2,22	4,96	30,44	6,01	182,93	187,89
5	270	0,08	6,7	160			160	0,02	145,88	0,02	3,76	1,20	8,05	8,46	1,08	9,14	17,19
6	220	0,06	9,3	100			100	0,01	131,68	0,01	7,83	7,93	73,75	36,83	2,7	99,44	173,19
7	295	0,08	5,9	200			200	0,02	152,49	0,03	2,63	0,48	2,85	4,14	3,4	14,07	16,92
																	567,07

П3																	
1	500	0,14	22,1		150	150	150	0,03	198,52	0,02	6,17	3,17	70,14	22,86	2,9	66,30	136,44
2	250	0,07	2	0	300	150	200	0,02	140,38	0,05	1,54	0,19	0,37	1,43	3,9	5,57	5,94
3	250	0,07	2	0	300	150	200	0,02	140,38	0,05	1,54	0,19	0,37	1,43	0,58	0,83	1,20
																	143,59
П4																	
1	260	0,07	25,7	160			160	0,02	143,16	0,02	3,62	1,12	28,84	7,85	2,9	22,76	51,60
																	51,60
B1																	
1	1200	0,33	7,72	0	800	500	615	0,07	307,55	0,40	0,83	0,02	0,12	0,42	2,9	1,21	1,33
2	180	0,05	6,31	125			125	0,01	119,11	0,01	4,10	1,89	11,95	10,10	2,96	29,89	41,84
3	1020	0,28	8,82	315			315	0,06	283,54	0,08	3,66	0,51	4,49	8,04	1,15	9,25	13,73
4	280	0,08	6,52	160			160	0,02	148,56	0,02	3,90	1,28	8,36	9,10	2,23	20,30	28,66
5	740	0,21	0,9	250			250	0,05	241,51	0,05	4,22	0,87	0,78	10,67	2,9	30,94	31,71
6	240	0,07	1,75	125			125	0,01	137,54	0,01	5,47	3,18	5,56	17,95	4,8	86,17	91,74
7	300	0,08	6,43	200			200	0,02	153,77	0,03	2,67	0,50	3,20	4,28	3,9	16,69	19,89
8	105	0,03	2,565	125			125	0,01	90,97	0,01	2,39	0,72	1,84	3,44	6,7	23,02	24,86
9	300	0,08	7,875	160			160	0,02	153,77	0,02	4,17	1,45	11,43	10,45	3,9	40,76	52,19
																	262,49
B2																	
1	1450	0,40	6,88	315			315	0,09	338,07	0,08	5,20	0,96	6,59	16,25	6,59	107,09	113,68
2	25	0,01	4,155	100			100	0,00	44,39	0,01	0,89	0,16	0,66	0,48	0,54	0,26	0,91
3	1425	0,40	3,175	315			315	0,09	335,14	0,08	5,11	0,93	2,95	15,69	8,74	137,17	140,12
4	1375	0,38	2,62	315			315	0,08	329,21	0,08	4,93	0,87	2,28	14,61	2,90	42,38	44,66
5	1215	0,34	7,54	315			315	0,08	309,46	0,08	4,36	0,70	5,26	11,41	6,38	72,79	78,05
6	675	0,19	4,48	250			250	0,04	230,66	0,05	3,85	0,73	3,29	8,88	4,05	35,95	39,23
7	235	0,07	2,76	160			160	0,01	136,10	0,02	3,27	0,94	2,58	6,41	9,70	62,20	64,78
8	75	0,02	1,65	100			100	0,00	76,89	0,01	2,67	1,14	1,89	4,28	7,00	29,96	31,85
9	25	0,01	1,58	100			100	0,00	44,39	0,01	0,89	0,16	0,25	0,48	2,90	1,38	1,63
																	514,91

B3																	
1	1760	0,49	6,88	315			315	0,11	372,46	0,08	6,32	1,36	9,34	23,94	1,59	38,07	47,41
2	1710	0,48	4,155	315			315	0,11	367,13	0,08	6,14	1,29	5,36	22,60	8,27	186,90	192,26
3	25	0,01	5,75	100			100	0,00	44,39	0,01	0,89	0,16	0,91	0,48	2,81	1,34	2,25
4	1375	0,38	2,62	315			315	0,08	329,21	0,08	4,93	0,87	2,28	14,61	3,90	56,99	59,27
5	1065	0,30	7,54	250			250	0,07	289,73	0,05	6,07	1,67	12,57	22,10	2,70	59,66	72,23
6	990	0,28	4,48	250			250	0,06	279,34	0,05	5,64	1,46	6,55	19,09	7,01	133,84	140,39
7	940	0,26	2,76	250			250	0,06	272,20	0,05	5,36	1,33	3,68	17,21	1,45	24,96	28,63
8	25	0,01	1,65	100			100	0,00	44,39	0,01	0,89	0,16	0,26	0,48	3,01	1,43	1,69
9	840	0,23	1,58	250			250	0,05	257,31	0,05	4,79	1,09	1,72	13,75	6,80	93,47	95,19
10	150	0,04	3,63	125			125	0,01	108,73	0,01	3,42	1,36	4,95	7,01	7,01	49,16	54,11
11	50	0,01	4,65	100			100	0,00	62,78	0,01	1,78	0,55	2,56	1,90	2,90	5,52	8,08
12	690	0,19	2,17	250			250	0,04	233,21	0,05	3,93	0,76	1,66	9,27	3,90	36,17	37,83
13	380	0,11	4,7	200			200	0,02	173,07	0,03	3,38	0,76	3,58	6,87	3,90	26,78	30,36
																	769,70
B4																	
1	150	0,04	15,2	100			100	0,01	108,73	0,01	5,34	3,98	60,50	17,12	0,21	3,60	64,09
																	64,09
B5																	
1	585	0,16	18,4	200			200	0,04	214,73	0,03	5,21	1,66	30,46	16,28	0,21	5,20	35,66
																	35,66
B6																	
1	1200	0,33	19,8	250			250	0,07	307,55	0,05	6,84	2,07	40,93	28,05	5,16	144,75	185,67
2	670	0,19	9,2	200			200	0,04	229,80	0,03	5,97	2,11	19,44	21,35	2,90	61,91	81,35
																	267,03
B8																	
1	540	0,15	15,2	160			160	0,03	206,31	0,02	7,51	4,18	63,58	33,86	3,20	108,35	171,92
2	310	0,09	8,69	160			160	0,02	156,32	0,02	4,31	1,54	13,38	11,16	1,15	12,83	26,22
3	230	0,06	6,52	160			160	0,01	134,64	0,02	3,20	0,90	5,87	6,14	2,10	12,90	18,77
																	216,91

7. Подбор оборудования для систем вентиляции

7.1 Подбор оборудования для приточных камер

В проекте подобраны приточные и приточно-вытяжные установки фирмы AeroStar. Они включают в себя комплекс оборудования: вентилятора, нагреватель воздуха, фильтр, заслонки, шумоглушитель, проходные и концевые камеры, сервисные камеры, гибкие вставки, а так же систему автоматического регулирования и контроля процесса обработки воздуха.

7.2 Подбор оборудования для систем вытяжной вентиляции

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

Вентиляторы IRE.

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 IRE 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. [СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»]

Клапан дымоудаления ОКС-1

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

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

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

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

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

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

В соответствии с требованиями для систем вытяжной вентиляции изложенными выше принимаем установку ОКС-1 для систем: В1, В2, В3, В4, В5, В6, В8.

Заслонки избыточного давления РК

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

Гибкие вставки ИКВ

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 $+80^{\circ}\text{C}$. 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.

7.3 Подбор приточно-вытяжных установок для плавательных бассейнов

Подбор приточно-вытяжных установок для плавательных бассейнов проводилось в среде AeroCad. Оборудование Чешской фирмы Remak? Которое включает в себя комплекс основного и вспомогательного оборудования для приточно-вытяжных установок. Подробнее с характеристиками установок для плавательных бассейнов можно ознакомиться в приложении 5 и приложении 6.

8 АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Автоматическая система регулирования температуры теплоносителя предназначена для поддержания заданного температурного режима в системе отопления. С этой целью тепловой узел разбивается на ряд участков, на выходе каждого из которых должно поддерживаться заданное значение температуры, определяемое энергоснабжающей или наладочной организацией. Таким образом, объектом регулирования является тепловой узел между точкой ввода регулирующего воздействия и точкой контроля регулируемой температуры.

8 Разработка функциональной схемы и составление заказной спецификации АСР температуры теплоносителя

8.1.1 Разработка функциональной схемы АСР

Функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации.

При разработке функциональных схем автоматизации технологических процессов необходимо решить следующие задачи:

- изучить технологическую схему автоматизируемого объекта;
- составить перечень контролируемых параметров технологического процесса и технологического оборудования;
- на технологической схеме объекта автоматизации определить местоположения точек отбора измерительной информации;
- определить предельные рабочие значения контролируемых параметров;
- выбрать структуру измерительных каналов;

- выбрать методы и технические средства получения, преобразования, передачи, представления и регистрации измерительной информации;
- решить вопросы размещения технических средств автоматизации на технологическом оборудовании, трубопроводах, по месту и на щитах;
- согласовать параметры измерительных каналов и ИВК.

В процессе разработки функциональной схемы и выбора технических средств необходимо учитывать 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.

Функциональная схема АСР температуры теплоносителя, разработанная в дипломном проекте, представлена в графической части.

Импульс, характеризующий температуру теплоносителя перед регулируемым узлом управления, формируется датчиком температуры 1а, затем поступает на нормирующий преобразователь 1б для преобразования неунифицированного сигнала в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Этот сигнал подается на вход регулирующего устройства 4а.

Импульс, характеризующий температуру теплоносителя на выходе из узла управления (основная регулируемая величина), формируется датчиком температуры 2а, затем через нормирующий преобразователь 2б, импульс поступает на вход регулирующего устройства 4а. В нем поступающий сигнал сравнивается с сигналом задатчика 3а. В зависимости от результата (т.е. меньше или больше температура теплоносителя относительно заданного значения) сигнал подается на блок ручного управления 4б, после чего он поступает на пускатель 4в. Сигнал на открытие или закрытие регулирующего

клапана с пускателя поступает на исполнительный механизм, который связан с регулирующим клапаном механически.

8.1.2 Составление заказной спецификации АСР

Методика выбора датчиков

При выборе датчиков технологических параметров следует учитывать ряд факторов метрологического и режимного характера, наиболее существенные из которых следующие:

- 1) допускаемая для измерительных систем погрешность, определяющая класс точности датчика;
- 2) пределы измерения датчика, в рамках которых гарантирована определенная точность измерения;
- 3) инерционность датчика, характеризуемая постоянной времени;
- 4) влияние физических параметров контролируемой и окружающей среды (температуры, давления, плотности, влажности) на нормальную работу датчика;
- 5) разрушающее влияние на датчик контролируемой и окружающей среды вследствие ее абразивных свойств, химического воздействия и других факторов;
- 6) наличие в месте установки датчика недопустимых для его нормального функционирования магнитных и электрических полей, вибраций, радиоактивных излучений и др.;
- 7) возможность применения датчика с точки зрения требований пожаро - и взрывобезопасности;
- 8) расстояние, на которое может быть передана информация, полученная с помощью датчика;
- 9) предельные значения измеряемой величины и других параметров среды, влияющие на работу датчика.

Выбор датчика осуществляют в два этапа. На первом этапе выбирают разновидность датчика. В качестве первичных преобразователей для измерения температуры выбираем термоэлектрические преобразователи – ТЭП.

На втором этапе определяют типоразмер (совокупность технических характеристик) выбранной разновидности датчика. Медные термоэлектрические преобразователи широко применяются для измерения температуры газовых сред, пара и жидкостей до 180 С. В проекте используется ТПС с номинальной статической характеристикой – 50М.

Методика выбора промежуточных преобразователей

Промежуточные преобразователи предназначены для преобразования сигнала одного вида в другой без изменения количества информации. Промежуточные преобразователи используют для согласования параметров входных и выходных сигналов отдельных технических средств автоматизации и комплексов технических средств.

В зависимости от назначения (преобразование сигнала датчика на входе в систему автоматизации или преобразование сигнала для вывода его из системы) выбирают входные или выходные промежуточные преобразователи. Входные промежуточные преобразователи применяют для преобразования неунифицированного сигнала, поступающего от датчика, в унифицированный сигнал или для преобразования унифицированного сигнала одного вида и способа представления в другой вид или способ представления. Выходные промежуточные преобразователи применяют для согласования выходных сигналов вычислительных устройств с входами устройств вывода информации.

Предварительно входные преобразователи выбирают по классификационным признакам. Затем, если преобразователи изготавливаются серийно, по техническим характеристикам окончательно выбирают тип преобразователя. При этом принимается во внимание необходимый класс точности преобразования и вероятность безотказной работы. Целесообразно использовать преобразователи одного и того же завода-изготовителя. Нам

необходимо выбрать промежуточный преобразователь со следующими техническими характеристиками; входной сигнал – изменение температуры; выходной сигнал 4...20 мА постоянного тока. Такой преобразователь может быть классифицирован как преобразователь неунифицированного сигнала в унифицированный, аналоговый, электрический. По этой классификации из каталогов заводов изготовителей или отраслевых каталогов можно выбрать необходимый преобразователь по отличительным особенностям (входному и выходному сигналам, классу точности, надежности, заводу-изготовителю). Выбираем промежуточный преобразователь Ш-9321-2-09-03.

8.2 Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Заключение

В ходе проведения настоящей дипломной работы, определены теплотери всех помещений проектируемого здания ФОК в г. Тайга. Расчет теплотерь выполнен согласно действующих норм в соответствии с методикой ограждающих конструкций. Расчет теплотерь пола выполнен способом профессора В.Д.Мачинского. Установлено, что теплотери по зданию составляют 113 520 Вт, из них: 81 145 Вт – потери через ограждающую конструкцию, 32 375 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 NOVA FLORIDA 100/500 (190 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 залах плавательных бассейнов и в раздевальне при детском бассейне предусмотрены теплые полы 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, 803,68 Па и 10909,15 Па. Потери давления в контуре T12/T22 составляют 11380,80 Па. Потери давления в контуре T13/T23 составляют 55357,67 Па. Потери давления в контуре T14/T24 составляют 64538,84 Па. Потери давления в контурах T15/T25 составляют 3273,93 Па, 17427,24 Па и 33824,38 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 физкультурного комплекса.

Был рассчитан воздухообмен в помещениях физкультурно-оздоровительного комплекса, проведен аэродинамический расчет приточных и вытяжных систем. Подобрано оборудование для приточных и вытяжных установок, построены процессы вентиляции в залах бассейнов в летний и зимний период в i-d диаграмме. В физкультурном комплексе предусмотрены системы естественной и механической вентиляции. Выполнено 4 приточно-вытяжных системы с рекуператорами; 4 приточных системы вентиляции; 8 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 физкультурно-оздоровительного комплекса.

