

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Обеспечение микроклимата в гостиничном комплексе
г. Тольятти»

Студент

Д.В. Корнеева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультанты

В.В. Петрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы

к.т.н., доцент, М.Н. Кучеренко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент, И.А. Лушкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	6
1.1 Климатические данные района расположения объекта.....	6
1.2 Параметры внутреннего микроклимата помещений	6
1.3 Архитектурно-планировочное решение объекта	8
1.4 Характеристика технологических процессов, осуществляемых в здании.....	9
1.5 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям.....	9
2 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР.....	10
2.1 Аналитический обзор литературы	10
2.2 Патентный поиск	16
2.2.1 Описание объекта патентного поиска.....	16
2.2.2 Описание предмета поиска.....	17
2.2.3 Формирование цели исследования	18
2.2.4 Определение категории объекта.....	18
2.2.5 Определение стран проверки	18
2.2.6 Выявление технических особенностей объекта.....	18
2.2.7 Определение классификационных рубрик МПК.....	19
2.2.8 Выбор источников информации	19
2.2.9 Установление глубины поиска	19
2.2.10 Регламент поиска.....	20
2.2.11 Выбор патентно-технической документации.....	20
2.2.12 Анализ сущности изобретений	23
2.2.13 Оценка преимуществ и недостатков аналогов	23
2.2.14 Определение тенденций развития	24
2.2.15 Вывод по результатам исследования достигнутого уровня	24
2.2.16 Выводы по результатам исследований тенденций развития.....	25

2.2.17 Рекомендации по применению или использованию прогрессивных изобретений.....	25
3 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ.....	26
3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкции.....	26
3.2 Определение теплотерь здания.....	28
4 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА.....	46
4.1 Отопление.....	46
4.1.1 Конструирование.....	46
4.1.2 Гидравлический расчет.....	46
4.1.3 Тепловой расчет нагревательных приборов.....	54
4.1.4 Расчет и подбор оборудования.....	56
4.2 Вентиляция.....	57
4.2.1 Определение требуемых воздухообменов.....	57
4.2.2 Выбор принципиальных решений и конструирование.....	68
4.2.3 Аэродинамический расчет систем вентиляции.....	70
4.2.4 Расчет и подбор оборудования.....	81
4.2.5 Расчет и подбор оборудования вентиляции специального назначения.....	89
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.....	98
5.1 Срок окупаемости оборудования специального назначения.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	102

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Строительство многофункциональных зданий все больше пользуется популярностью. И это не лишено смысла, так как в одном здании предусмотрены зоны: зона приема пищи (кафе, рестораны, фуд-корты), зона для занятия спортом (бассейны, тренажерные залы), зоны, предназначенные для проведения спа-процедур, массажа, а так же зоны отдыха.

Можно предположить, что в таких зданиях все человеческие потребности будут удовлетворены. Однако нельзя пренебречь фактом, что без обеспечения санитарно-гигиенических требований, комфортное пребывание в здании станет невозможным. Следовательно, проектирование систем отопления, вентиляции является неотъемлемой частью создания комфортных условий для человека.

Объект исследования: гостиничный комплекс в г. Тольятти.

Предмет исследования: системы обеспечения микроклимата.

Цель работы: запроектировать системы отопления и вентиляции в здании гостиницы.

Задачи:

- Произвести литературный обзор и патентный поиск;
- Выполнить теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
- Произвести расчет системы отопления и системы вентиляции;
- Подобрать оборудование;
- Выполнить технико-экономический расчет.

Методы исследования: в процессе работы были применены аналитический, статистический методы исследования, анализ нормативно-технической документации и метод экспертных оценок.

Практическая значимость работы состоит в том, что в данной работе запроектированы системы отопления и вентиляции, подобрано оборудование, которое сможет обеспечить требуемые параметры

внутреннего воздуха для комфортного пребывания человека в здании гостиницы.

Апробация работы: основные положения работы изложены в двух публикациях:

1. Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах / М.Н. Кучеренко, О.А. Сизенко, Д.В. Корнеева // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ» - Тольятти, 2018. – с.18-20.
2. Оценка работы приточно-вытяжной установок в помещениях крытых плавательных бассейнов / М.Н. Кучеренко, Д.В. Корнеева // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ» - Тольятти, 2019.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, библиографического списка из наименований. Работа изложена на 104 страницах машинописного текста, содержит 16 рисунков, 10 таблиц.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Климатические данные района расположения объекта

Климатологические данные для города Тольятти приняты по СП [1] и сведены в таблицу 1.1

Таблица 1.1 – Параметры наружного воздуха

Период года	Параметр А			Параметр Б		
	$t, ^\circ\text{C}$	$I, \text{кДж/кг}$	$v, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$I, \text{кДж/кг}$	$v, \text{м/с}$
Теплый	24,6	52,8	3,2	-	-	-
Холодный	—	—	—	-30	-29,8	5,4

Продолжительность отопительного периода – $z_{om} = 203$ суток.

Средняя температура за отопительный период – $t_{om} = -5,2^\circ\text{C}$.

1.2 Параметры внутреннего микроклимата помещений

Выбор параметров внутреннего микроклимата осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ [2], СП[3], СП[4].

№	Наименование помещения	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность, $\varphi, \%$
1	2	3	4
1	Склад пищевых отходов	2	65
2	Холодоузел	16	65
3	Постирочная	18	65
4	Кладовая стиральных средств	10	50
5	Тех.помещение для оборудования бассейна	16	65
6	Раздевалка	25	65
7	Комната для персонала	18	65
8	Комната уборного инвентаря	18	65
9	Душевые	25	65
10	Насосная	10	65

11	Горячий цех	18	60
12	Холодный цех	18	60
13	Овощной цех	18	60
14	Моечная посуды	18	65
15	Рыбный цех	16	60
16	Глажка и хранение белья	16	65
17	Прием белья	12	65
18	Помещение для персонала	18	65
19	Раздевалка	22	65
20	Тренажерный зал	18	65
21	Коридор	18	65
22	Склад	16	65
23	Диванная зона	16	55
24	Вестибюль	16	55
25	Охрана	18	55
26	Рецепция	18	55
27	Помещение бассейна	27	65
28	ТП	18	65
29	Гардероб верхней одежды	16	65
30	Кафе	16	60
31	СУ	19	65
32	ЖК 1	20	55
33	Комната отдыха	26	55
34	Кабинет спа-процедур	25	65
35	Салон красоты	18	65
36	Кабинет спа-процедур с гидромассажной ванной	25	65
37	Кабинет врача	20	55
38	Кабинет директора	18	55
39	Кабинет зам.директора	18	55
40	Кабинет бухгалтера	18	55

1.3 Архитектурно-планировочное решение объекта

Проектируемый объект: Гостиничный комплекс в г.о. Тольятти. Высота здания составляет - 31,76м. Размеры в осях- 55х61м. Объект состоит из 5 этажей, переменной этажности. Общий строительный объем здания - 26774,4м³, в том числе надземной части – 19236,8м³ - подземной части – 7537,2 м³. Площадь здания – 8468м²

Таблица 1.2 - Состав ограждающих конструкций

Состав наружных стен			
Наименование материала	δ, м	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м ⁰ С)
Листовой гипсокартон (сухая штукатурка)	0,01	800	0,19
Кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном	0,51	1400	0,52
Утеплитель-пенополистирол	?	50	0,04
Наружная цементно-песчаная штукатурка по армированной сетке	0,12	1800	0,76
Состав чердачного перекрытия			
Наименование материала	δ, м	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м ⁰ С)
Железобетонная пустотная плита	0,24	2500	2,04
Два слоя рубероида (пергамина)	0,004	600	0,17
Утеплитель-пенополистирол	?	50	0,04
Цементно-песчаный раствор	0,01	1800	0,93
Состав пола по грунту			
Слой	δ, м	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м ⁰ С)
Плитка керамическая	0,005	1600	0,73
Цементно-песчаная штукатурка	0,02	1800	0,93
Водоизоляционный ковер	0,003	1200	0,22
Битумная мастика	0,015	1400	0,27
Железобетонная монолитная плита	0,22	2500	2,04
Подстилающий слой – крупнозернистый песок	0,1	1600	0,47
Состав перекрытия над подвалом			
Наименование материала	δ, м	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м ⁰ С)
Железобетонная пустотная плита	0,22	2500	1,92
Два слоя рубероида (пергамина)	0,004	600	0,17
Утеплитель–керамзитобетон	?	500	0,17
Цементно-песчаный раствор	0,01	1800	0,93
Ламинат сосновый	0,01	500	0,29
Состав наружных стен в помещении бассейна			
Наименование материала	δ, м	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м ⁰ С)
	0,01	800	0,19
Кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном	0,51	1400	0,52
Утеплитель-пенополистирол	?	50	0,04
Наружная цементно-песчаная штукатурка по армированной сетке	0,12	1800	0,76

1.4 Характеристика технологических процессов, осуществляемых в здании

В многофункциональном здании предусмотрены помещения, в которых осуществляются следующие технологические процессы: прием и размещение гостей (вестибюль, рецепция, 36 жилых номеров); организация питания (кафе, горячий и холодный цеха, склады для хранения продуктов); организация досуга (бассейн, тренажерный зал); предоставление косметологических услуг (кабинет спа-услуг, салон красоты); помещения технического назначения (венткамеры, холодоузел, тех помещение для бассейна, насосная).

1.5 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям

Теплоснабжение предусмотрено от наружной тепловой сети (ТЭЦ ВАЗа). Теплоносителем служит вода с параметрами 150-70°C.

2 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

2.1 Аналитический обзор литературы

Многофункциональные здания, включающие гостиницу, кафе, спортивный комплекс, пользуются популярностью на сегодняшний день.

Здания такого типа являются сложными объектом, с точки зрения проектирования инженерных систем, а именно отопления и вентиляции и кондиционирования. Данный объект разбивается на зоны проектирования в зависимости от их функционального назначения.

Пребывание гостей и их комфортные ощущения в комплексе напрямую зависит от грамотно спроектированных систем вентиляции и отопления и кондиционирования.

Обеспечение требуемых параметров микроклимата в гостиничной зоне:

Существуют общепринятые, популярные и распространенные модели вентилирования гостиниц в зависимости от их размеров, а именно — количества спальных мест.

Поэтому для создания комфортных микроклиматических условий достаточно:

- центрально-местной системы приточно-вытяжного типа — механической, с просчитанной производительностью, и естественных источников (клапаны, форточки);
- мультизонального кондиционирования (на один наружный блок приходится два и более внутренних) — для охлаждения/подогрева, фильтрации, очищения воздуха
- установок с рекуперацией воздушных масс — для оптимизации расходов на обогрев;
- дополнительных подвесных систем приточно-вытяжного типа — для кухонь, обеденных зон, служебных помещений.

Для небольших гостиниц, размещенных в старых зданиях, моноблочные системы, для которых не нужны воздуховоды, особенно уместны. Мультизональное кондиционирование не «перегружает» здание, на внешних стенах нет необходимости размещать много блоков, но в каждом номере будет организован оптимальный микроклимат. В отелях среднего размера нередко в потолки монтируют более мощные системы — фанкойлы. Однако чаще их используют в крупных гостиницах.

Крупные отели — как правило, внушительные, отдельно стоящие здания, с тренажерными залами, несколькими ресторанами, сложной системой технического обеспечения. Если максимальное количество ежедневных постояльцев превышает 200 человек, стоит установить специальные системы — чиллер-фанкойлы с центральным кондиционированием. В них для нагрева используется теплый, отработанный воздух, который установки удаляют из комплекса. Хладагент, выравнивающий температуру входящего потока летом — вода, этиленгликоль или фреон. Центральный блок располагают в подвале здания, чиллер — на крыше, и внешний вид гостиницы «не страдает». Циркуляцию жидкости и воздуха по системе обеспечивают мощные насосы, загрязненный воздух удаляют при помощи вентиляторов. Помимо фанкойлов (их встраивают в потолки номеров и холлов), применяют:

- приточно-вытяжные рекуперационные системы — они «отвечают» за первичную подготовку аэропотока;

- устройства VRV/VRF для «точечной» регулировки микроклимата в номерах — они сконструированы как небольшие, почти независимые центрально-местные системы и служат заменой чиллер-фанкойлам;

- мощные вытяжки для бассейнов, душевых, ванн.[4]

Обеспечение требуемых параметров микроклимата в зоне общественного питания:

Обеспечение санитарно-бытовых норм для работающих осуществляется в соответствии с действующими санитарными и строительными нормами для административных и бытовых зданий. [5],[29]

При использовании систем кондиционирования воздуха параметры микроклимата в производственных помещениях должны соответствовать оптимальным значениям санитарных норм.

При наличии систем вентиляции с механическим или естественным побудителем параметры должны отвечать допустимым нормам.

Отверстия вентиляционных систем необходимо закрывать мелкоячеистой полимерной сеткой.

Бытовые помещения оборудуются автономными системами вытяжной вентиляции, преимущественно с естественным побуждением.

Оборудование и моечные ванны, являющиеся источниками повышенных выделений влаги, тепла, газов оборудуются локальными вытяжными системами с преимущественной вытяжкой в зоне максимального загрязнения.

Обеспечение требуемых параметров микроклимата в спортивной зоне:

Основной задачей систем кондиционирования, вентиляции и осушения воздуха в помещениях крытых плавательных бассейнов является обеспечение санитарно-гигиенических требований.

Наибольшей проблемой в этих условиях является повышенная влажность внутреннего воздуха. Обычно отсутствие должного регулирования влажности приводит к проблемам, связанным с коррозией, с разрушением ограждающих конструкций, образованием на поверхностях плесени и др. Во избежание конденсации водяного пара и обеспечения требуемых параметров микроклимата необходимо поддерживать относительно высокие температуры воды и воздуха в помещениях.

Современные методы обеспечения требуемых параметров микроклимата в помещениях с высокими влаговыведениями позволяют

выбрать оптимальную компоновку вентиляционных агрегатов в целях снижения затрат энергии. Комплексные решения для систем кондиционирования, вентиляции и осушения воздуха в помещениях подразумевают применение специализированных агрегатов, которые обеспечивают круглосуточное управление внутренним микроклиматом в любое время года, а также организацию эффективного воздухообмена в помещениях плавательного бассейна [7].

Особенность микроклимата плавательных бассейнов заключается также в том, что влажность воздуха в залах с ваннами бассейна неравномерно распределяется по высоте, поскольку влажный воздух, будучи легче сухого, перемещается в верхнюю зону помещения.

Воздух в плавательных бассейнах содержит следы химически активных веществ (свободный хлор и хлорамины), поэтому он является агрессивной средой по отношению к металлам, поэтому вентиляционное оборудование должно обладать повышенной антикоррозионной стойкостью [9].

Раздача приточного воздуха в помещениях плавательных бассейнов и аквапарков выполняется с учетом размещения посетителей, а также конструктивных особенностей здания, светопрозрачных конструкций, перекрытий и пр. Приоритетной задачей является обеспечение требуемых параметров микроклимата.

В залах с ваннами бассейна во избежание сквозняков рекомендуется организация приточных струй с подвижностью воздуха менее 0,15 м/с. Для этого целесообразно применять воздухораспределительные устройства с автоматической настройкой дальности струи при помощи регулируемого направляющего аппарата [8].

В помещениях общественных плавательных бассейнов потолки, как правило, имеют высоту более 4 м. Если располагать низкоскоростные приточные диффузоры под потолком, то возможны сложности с организацией подачи воздуха вниз. Чтобы избежать сложной наладки, подачу воздуха осуществляют на уровне пола, так чтобы воздух омывал

наиболее холодные поверхности. Данное решение рекомендуется при совмещении вентиляции и воздушного отопления в условиях холодного климата.

Вытяжные решетки не рекомендуется располагать на уровне раздачи приточного воздуха, т.к. сухой наружный воздух пойдет напрямую на вытяжку, не смешиваясь с воздухом кондиционируемого помещения. При наличии джакузи или ванны детского плавательного бассейна вытяжные решетки рекомендуется размещать рядом с этими источниками повышенных влаговыделений. При необходимости для локализации более влажного воздуха в таких зонах следует использовать дополнительный вытяжной вентилятор.

Для предотвращения поступления более влажного воздуха и запахов химически активных веществ из зала с ваннами бассейна в смежные помещения необходимо поддерживать отрицательный дисбаланс (разрежение) по отношению к прилегающим помещениям. Превышение вытяжки над притоком не должно быть более 10-15%, иначе возможно получить другие источники дискомфорта: сквозняки через недостаточно герметичные двери, запахи из раздевалок и пр.

В случае отдельно стоящего здания крытого плавательного бассейна рекомендуется поддерживать положительный дисбаланс (подпор), обеспечивая превышение притока над вытяжкой для предотвращения инфильтрации наружного воздуха. Величина создаваемого подпора воздуха должна быть не выше 20 Па, что не препятствует открыванию и закрыванию входных дверей.

Внутренние поверхности ограждающих конструкций залов с ваннами бассейна должны иметь температуру выше температуры точки росы удаляемого воздуха (обычно 16 °С). Рекомендуется, чтобы самая холодная поверхность имела температуру на 3 °С выше температуры точки росы. Особое внимание необходимо уделять светопрозрачным конструкциям.

Наиболее простым решением является локальный нагрев воздуха в зоне окон, например, с помощью традиционных радиаторов отопления, который, однако, применим только при небольшой площади остекления (менее 20%). Альтернативный вариант - организация раздачи подогретого приточного воздуха настилающимися компактными или плоскими струями, особенно в зданиях с большой площадью остекления (более 20%). Возможные варианты подачи подогретого воздуха: из подпольного канала снизу вверх вдоль остекленных поверхностей; раздача воздуха сопловыми насадками в зонах выше уровня рабочих зон (более 2 м по высоте помещения). При этом необходимо организовывать системы сбора и отвода конденсата от окон и других светопрозрачных ограждений.

В зоне холодных потолков возможна раздача воздуха направленными струями вдоль потолков с охватом максимальной площади. При этом допускается использование струй рециркуляционного воздуха постоянного или периодического действия.

Для защиты элементов ограждающих конструкций от переувлажнения и преждевременного разрушения рекомендуется организация контроля температур поверхностей и воздуха у потолков. При возникновении условий для конденсации необходимо включать самостоятельную систему обдува потолков либо производить их обдув теплым воздухом с помощью воздухораспределителей с изменяемой формой струи. Такой обдув потолков рекомендуется проводить также для их защиты в нерабочее время при наличии влаговыведений с зеркала воды бассейна.

Обеспечение требуемых параметров микроклимата в процедурных кабинетах:

Обеспечение параметров микроклимата в обслуживаемых помещениях относится к ряду обязательных условий. Так как во время проведения различных процедур, человеку должно быть максимально комфортно.

Для того, чтобы добиться желаемого результата, необходимо учесть все требования предъявляемые к внутреннему воздуху данного помещения.

Температура воздуха в теплый период года может быть не более чем на 3°C выше наружной расчетной температуры для проектирования вентиляции.

В помещениях для сушки волос и мытья головы температура воздуха должна быть не ниже 22°C.

Для обеспечения допустимых и оптимальных параметров микроклимата парикмахерские залы и косметические кабинеты рекомендуется оборудовать кондиционерами.

В помещениях организаций коммунально-бытового назначения, оказывающих парикмахерские и косметические услуги, следует предусматривать общеобменную механическую приточно-вытяжную вентиляцию с кратностью воздухообмена. Система вентиляции для всех помещений организаций коммунально-бытового назначения, оказывающих парикмахерские и косметические услуги, может быть общей, за исключением подсобных и санитарно-бытовых помещений.

Температура и влажность воздуха в кабине солярия должны соответствовать требованиям технической документации на данный аппарат, но не превышать 28°C. Температура воздуха в помещении, где размещается кабина солярия, должна соответствовать 18 - 24°C.

В помещениях бань, саун должны поддерживаться следующие параметры микроклимата:

в раздевальной - температура воздуха 25 - 28 °С, в мыльной - не ниже 25°C [10, 30]

2.2 Патентный поиск

2.2.1 Описание объекта патентного поиска

Для создания воздушного потока воздуха или других газов сгорания в системах вентиляции, кондиционирования, для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, а также создания тяги используются вентиляторы. По конструкции и принципу действия вентиляторы подразделяются на: осевые,

центробежные, дисковые. Осевые вентиляторы осевые обладают рядом преимуществ: простота монтажа, возможность управления вращением, небольшая мощность потребления энергии.

Требуется провести патентные исследования осевых вентиляторов, для возможности выявления наиболее актуальных и прогрессивных вариантов.

В качестве предмета патентных исследований выбираем объект техники – осевой вентилятор.

2.2.2 Описание предмета поиска

В качестве базового варианта (базы) выбираем осевой вентилятор, устройство которого показано на рисунке 1.

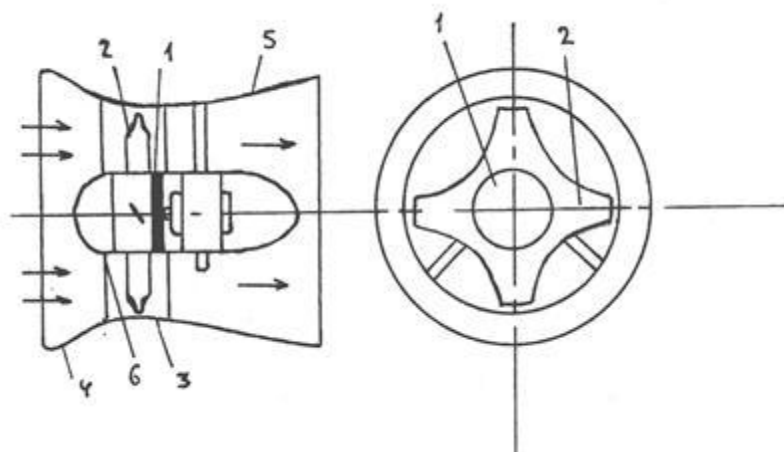


Рисунок 1 – Осевой вентилятор

1 – втулка; 2 – лопасти; 3 – цилиндрический кожух;

4 – входное отверстие; 5 – выходное отверстие; 6 – шаровой щит

Главной частью осевого вентилятора является колесо, которое состоит из втулки 1, сидящей на валу, и радиально расположенных на втулке лопастей 2, наклоненных под некоторым углом к плоскости, перпендикулярной к оси вентилятора (рис.1).

Количество лопастей рабочего колеса бывает от 2 до 16 шт. Лопасти больших вентиляторов могут быть пустотелыми и поворотными. Лопасти

постепенно расширяются к втулке. Колесо вращается внутри цилиндрического кожуха 3, имеющего плавное очертание формы на входе 4 и диффузор 5 на выходе. Для плавного обтекания втулки перед колесом установлен шаровой шит 6.

2.2.3 Формирование цели исследования

Целью исследования объекта техники – осевой вентилятор – выбор наиболее прогрессивного технического решения и определение тенденций развития.

2.2.4 Определение категории объекта

Осевой вентилятор является устройством, т.к. характеризуется следующими конструктивными признаками: формой элементов, их взаимным расположением и взаимосвязью, видами материала корпуса и уплотнителей. Признаки способа и вещества отсутствуют.

2.2.5 Определение стран проверки

Наиболее развит данный вид техники в странах: США, Япония, Германия, в том числе и в Россия. В качестве стран проверки в первую очередь выбираем Россию (СССР).

2.2.6 Выявление технических особенностей объекта

Осевой вентилятор – исследуемый объект техники имеет такие технические особенности как:

- по назначению жалюзийные решётки могут быть наружные, внутренние и переточные;

- по материалу: алюминиевые, металлические, пластиковые, деревянные и керамические;
- по конструктивным особенностям: статичные (направленного действия), регулируемые, инерционные.

2.1.7 Определение классификационных рубрик МПК

Для определения рубрик МПК7 «осевой вентилятор» определяем ключевые слова. Принимаем за ключевое слово «двигатель». По классификатору МПК определяем: Раздел F – Механика; Освещение; Отопление;...

- 1) Раздел F – Механика, освещение, отопление и т.д.;
- 2) Класс F24 – Нагрев, вентиляция, печи и плиты;
- 3) Подкласс F24F - Кондиционирование воздуха, увлажнение воздуха, вентиляция;
- 4) F24F 7/06 – Вентиляция с принудительной циркуляцией воздуха, например с помощью вентиляторов
- 5) F24F 7/013 - Вентиляция с использованием настенных или форточных вентиляторов, перемещающих воздух через стены или форточки.

2.2.8 Выбор источников информации

За источник информации принят информационный ресурс сайта «Федеральный институт промышленной собственности» [11], а также научно – техническая литература в области воздухораспределительных устройств.

2.2.9 Установление глубины поиска

На основании общего анализа осевых вентиляторов видно, что наиболее прогрессивные технические решения содержатся в изобретениях, сделанных,

за последние пять десятилетий. Поэтому глубину поиска при исследовании достигнутого уровня развития вида техники определяем в 50 лет.

2.2.10 Регламент поиска

Регламент поиска оформляется в виде таблицы 1.

2.2.11 Выбор патентно-технической документации

Просматривая источники информации в соответствии с выбранной рубрикой МПК, выбираются документы, которые по названиям имеют отношение к вентиляционным решёткам. Просматривая данные документы изучаем аннотации, рефераты, описания изобретений и их формулы, чертежи.

Информацию об аналогах вентиляционных решёток, которые были найдены в научно – технической литературе заносятся в таблицу 2.

Сведения об изобретениях заносятся в таблицу 3.

Таблица 1 – Регламент поиска №1

Объект Осевой вентилятор

Вид исследований: исследование достигнутого уровня развития объекта техники и определение тенденций развития

Дата проведения поиска: с 1.09.2017 до 20.12.2017.

Таблица 1 – Регламент поиска №1

Таблица 2 – Научно-техническая документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Автор(ы), УДК	Наименование	Сущность технического решения
1	2	3	4
Осевой вентилятор	Л.И. Седов	Механика в СССР за 50 лет, 1970	Сначала в Советском Союзе осевые и центробежные вентиляторы выпускались по зарубежным образцам.
2. Осевой вентилятор	В.В. Поляков, Л.С. Скворцов	Насосы и вентиляторы, 1990	В отличие от радиальных характеристика давления осевых нагнетателей часто имеет седлообразную форму
3. Осевой вентилятор	НИИ Строительной физики Госстроя СССР совместно с ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР при участии НИИСК	Руководство по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок	Основной источник шума в вентиляционных системах - вентилятор.

Таблица 3 – Патентная документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность изобретения, цель его создания или технический результат	Подлежит (не подлежит) исследованию
1	2	3	4	5
1.Осевой вентилятор	Российская Федерация а.с. № 2407921 МПК F04D 19/00	Белоусов Н.И. Российская Федерация 02.07.2009 27.12.2010 Осевой вентилятор	Указанный технический результат достигается в осевом вентиляторе, содержащем корпус в виде цилиндрической оболочки и соединенного с ней стакана с пилонами. Цель – повышение виброзащитности электродвигателя осевого вентилятора и снижение его шума.	подлежит
2.Осевой вентилятор	Российская Федерация а.с. № 2413878 МПК F04D 19/00	Лаухин А.В., Лемешко М.А., Фролов М.О., Ястребов Р.А. Российская Федерация 28.12.2009 10.03.2011 Напольный вентилятор	Указанный технический результат достигается в напольном вентиляторе, состоящем из основания, опорной стойки, электродвигателя, вала передачи момента вращения, крыльчатки, защитного кожуха, причем электродвигатель закреплен на основании вертикально, а его вал, соединенный с валом, передающим момент вращения, расположенный, внутри опорной стойки. Цель - улучшение эксплуатационных качеств напольного вентилятора за счет повышения его устойчивости от опрокидывания, обеспечивает возможность использовать более мощный двигатель без потери устойчивости.	подлежит
3.Осевой вентилятор	Российская Федерация а.с. № 2362911 МПК F04D 19/00	Востропяттов Иван Давыдович Российская Федерация 09.07.2007 27.07.2009 Осевой вентилятор	Технический результат достигается в осевом вентиляторе, лопасть которого характеризуется тем, что передняя и задняя кромки образованы пересечением двух парабол, касающихся окружности под острым углом на передней и задней кромках, сопряженных на задней кромке с полукругностями, причем конец лопасти загнут вперед на угол 45°; а соседние лопасти соединены между собой демпфирующим устройством Цель – увеличение КПД вентилятора и снижение шума при его работе.	подлежит
4. Осевой вентилятор	Российская Федерация а.с. №2261370 МПК F04D 19/00	Белоусов Н.И. Российская Федерация 13.08.2003 27.09.2005 Осевой вентилятор	Осевой вентилятор содержит корпус, установленный в нем стакан с n (n=3, 4 и т.д.) радиальными выступами, на дне которого закреплен электродвигатель с рабочим колесом на его валу, а также обтекатель, установленный посредством конического резьбового соединения в стакане с противоположной рабочему колесу стороны. Цель – является упрощение конструкции и повышение технологичности.	подлежит

2.2.12 Анализ сущности изобретений

Изучаем сущность изобретений, занесённых в таблицу 3 по сведениям, содержащимся в графе 4, а также путём пересмотра текстов патентных описаний, формул изобретений, статей, рефератов и т.д. Если из рассмотренных вариантов изобретения видно, что оно решает принципиально иную задачу, по сравнению с задачей повышения аэродинамических свойств или шумовых показателей, которую решает осевой вентилятор, документ исключаем из дальнейшего рассмотрения. Если видно, что изобретение решает ту же или близкую задачу (аналог), то документ оставляем для детального рассмотрения. Запись об этом делаем в графе 5, таблицы 3.

2.2.13 Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Оцениваем обеспечение показателей положительного эффекта каждым аналогом в баллах от -4 до $+4$. Базовому варианту, показанному на рисунке 1, по каждому показателю выставаем оценку «0». Заносим оценки в таблицу 4. Суммируем баллы по каждому аналогу и заносим их в нижнюю строку таблицы. Из таблицы 4 видим, что наибольшую сумму баллов имеет шаровой кран по а.с. № 2362911 Российская Федерация, автор - Востропятов Иван Давыдович. В этом изобретение достигнута поставленная цель - увеличение КПД вентилятора и снижение шума при его работе. Следовательно, данное изобретение является наиболее прогрессивным.

Таблица 4 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	База	Аналоги			
		Российская Федерация а.с. № 2407921 МПК F04D 19/00	Российская Федерация а.с. № 2413878 МПК F04D 19/00	Российская Федерация а.с. № 2362911 МПК F04D 19/00	Российская Федерация а.с. №2261370 МПК F04D 19/00
Аэродинамические показатели	0	0	0	0	0
Увеличение КПД	0	0	0	+3	0
Простота конструкции	0	+4	+3	+4	+2
Надёжность и долговечность Конструкции	0	+3	+4	+4	+3
Простота в эксплуатации	0	+4	+3	+4	+2
Шумовые показатели	0	+4	+2	+4	-1
Суммарный балл	0	+15	+12	+19	+6

2.2.14 Определение тенденций развития

В последние годы сделано множество попыток по усовершенствованию осевых вентиляторов. Развитие изобретений осевого вентилятора происходит за счёт повышения требований надёжности, увеличение КПД, и уменьшения шума.

2.2.15 Вывод по результатам исследования достигнутого уровня

Из предложенного материала видно, что из всех рассмотренных типов осевых вентиляторов, целью изобретения которых является способность уменьшать шум, увеличивать КПД, именно изобретение а.с. № 2362911 Российская Федерация, является наиболее прогрессивным.

2.2.16 Выводы по результатам исследований тенденций развития

Все рассмотренные изобретения имеют различные конструкции, благодаря которым и достигается цель и положительные эффекты. Каждая конструкция имеет свои положительные и отрицательные стороны. Дальнейшее развитие данного вида техники по результатам исследования пойдёт по пути усовершенствования конструктивных особенностей и надёжности в эксплуатации.

2.2.17 Рекомендации по применению или использованию прогрессивных изобретений

Осевой вентилятор может быть использован в различных системах вентиляции.

3 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ

3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкции

$$ГСОП = (20 - (-5, 2)) * 203 = 5319^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

По методике, представленной в СП [11], выполняются следующие расчеты:

Теплотехнический расчет наружных стен

$$R_{ym} = R_{req} - \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right)$$

$$R_{ym} = 3,3 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{0,51}{0,52} + \frac{0,012}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 2,53 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт},$$

$$\delta_{ym} = R_{ym} \lambda_{ym} = 2,53 \cdot 0,04 = 0,1 \text{ м}$$

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{0,51}{0,52} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,012}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,7,$$

$$K = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{3,7} = 0,27 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

Теплотехнический расчет чердачного перекрытия

$$R_{ym} = 4,29 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{0,04}{0,93} + \frac{1}{12} \right) = 3,9 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт},$$

$\delta_{ym} = R_{ym} \lambda_{ym} = 3,9 \cdot 0,04 = 0,16 \text{ м}$. К расчету принимается блок с толщиной 0,2м.

Фактическое приведенное сопротивление конструкции:

$$R_0^{\phi} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{2,04} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,04} + \frac{0,04}{0,93} + \frac{1}{12} \right) = 5,4 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт},$$

$$K = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{5,4} = 0,19 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

Теплотехнический расчет перекрытия над подвалами и техническими подпольями

$$R_0^{\text{проб}} = 4,29 * n = 4,29 * 0,16 = 0,7 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C) / Вт},$$

где n-поправочный коэффициент, находится как:

$$n = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{подвала}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}} = \frac{20 - 16}{20 + 5,2} = 0,16$$

Фактическое приведенное сопротивление конструкции:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{0,05}{0,17} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,01}{0,29} + \frac{1}{12} = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт},$$

$$K = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{1,2} = 0,83 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Теплотехнический расчет окна

$$R_{\text{req}} = 0,55 \text{ м}^2 \text{°C} / \text{Вт}$$

Для окон: стекло и двухкамерный стеклопакет в спаренных переплетах
 $R_w = 0,68 \text{ м}^2 \text{°C} / \text{Вт} > R_{\text{req}} = 0,55 \text{ м}^2 \text{°C} / \text{Вт}$

$$K = \frac{1}{0,68} = 1,47 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Теплотехнический расчет наружных дверей

Расчет ведется согласно методике, представленной в СП[11].

$$R_0 = 0,6 * R_{\text{req}}^{\text{сг}}$$

$$R_{\text{req}}^{\text{сг}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\alpha_{\text{в}} \cdot \Delta t_{\text{н}}} = \frac{1 \cdot (16 + 30)}{8,7 \cdot 4} = 1,3 (\text{м}^2 \cdot \square) / \text{Вт}.$$

$$R_0^{\text{НД}} = 0,6 \cdot 1,3 = 0,8 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \square)$$

Теплотехнический расчет полов по грунту

Расчет ведется согласно методике, представленной в СП[11].

Условное термическое сопротивление теплопередаче будет равно:

$$R_{\text{II}}^{\text{нл}} = 2,1 + \frac{0,005}{0,73} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,003}{0,22} + \frac{0,015}{0,27} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,1}{0,47} = 2,52 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{\text{II}}^{\text{нл}} = 4,3 + \frac{0,005}{0,73} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,003}{0,22} + \frac{0,015}{0,27} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,1}{0,47} = 4,72 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{III}^{nl} = 8,6 + \frac{0,005}{0,73} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,003}{0,22} + \frac{0,015}{0,27} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,1}{0,47} = 9,01 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{II}^{nl} = 14,2 + \frac{0,005}{0,73} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,003}{0,22} + \frac{0,015}{0,27} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,1}{0,47} = 14,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

Все теплотехнические характеристики сводятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{\text{ут.сл.}}$, Мм	Толщина ограждающей конструкции, δ , мм	Приведенное сопротивление теплопередаче, R_0^{ϕ} , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$)	Коэффициент теплопередачи, k , $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Наружная стена	0,1	0,74	3,7	0,27
Чердачное покрытие		0,2	0,46	5,4
Перекрытие над подвалом		0,05	0,3	1,2
Окно	двухкамерный стеклопакет в спаренных переплетах		0,68	1,47
Полы по грунту:				
I зона			2,52	0,4
II зона			4,72	0,21
III зона			9,01	0,11
IV зона			14,6	0,069

3.2 Определение теплотерь здания

Основные потери теплоты через наружные ограждения равны:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot (1 + \sum \beta), \text{ Вт} \quad (2.1)$$

Таблица 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

Ограждающие конструкции						основные потери	Добавки			$Q(1 + \Sigma\beta)$	$\Sigma, \text{Вт}$
№ помещения	наименование помещения	Ориентация	площадь	коэффициент теплопередачи	разница температур		На ориентацию	Прочее	$\Sigma\beta$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЛК(001)	Наружная стена 1	С	17,33	0,27	46	215	0,1	0,05	1,15	247	629
	Наружная стена 2	В	3,85	0,27	46	48	0,1	0,05	1,15	55	
	Наружная стена 4	З	21,87	0,27	46	272	0,05	0,05	1,1	299	
	Наружная стена 3	Ю	2,16	0,27	46	27	0	0,05	1,05	28	
склад (002)	Наружная стена 1	С	3,47	0,27	46	43	0,1	0,05	1,15	49	49
ЛК(003)	Наружная стена 1	С	2,31	0,27	16	10	0,1	0,05	1,15	11	11
зона холодильных камер (004)	Наружная стена 1	С	6,93	0,27	48	90	0,1	0,05	1,15	103	103
холодоузел (005)	Наружная стена 1	С	6,93	0,27	49	92	0,1		1,1	101	101
венткамера для гостиницы(006)	Наружная стена 1	С	7,16	0,27	48	93	0,1		1,1	102	172
	Наружная стена 1	С	4,93	0,27	48	64	0,1		1,1	70	
СУ(007)	Наружная стена 1	В	2,08	0,27	49	28	0,1		1,1	30	30
постирочная(008)	Наружная стена 2	В	4,62	0,27	48	60	0,1		1,1	66	66
кладовая стиральных средств(009)	Наружная стена 2	В	2,85	0,27	48	37	0,1	0,05	1,15	42	42

Продолжение таблицы 3.2 – Теплопотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЛК(010)	Наружная стена 2	В	2,31	0,27	46	29	0,1		1,1	32	32
ЛК(011)	Наружная стена 3	Ю	9,70	0,27	46	120	0,1	0,05	1,15	139	251
	Наружная стена 2	В	5,31	0,27	46	66	0,1	0,05	1,15	76	
	Наружная стена 1	С	2,54	0,27	46	32	0,1	0,05	1,15	36	
Помещение бассейна(018)	Наружная стена 1	С	1,54	0,27	46	19	0,1	0,05	1,15	22	821
	Наружная стена 2	В	8,78	0,27	46	109	0,1	0,05	1,15	125	
	Наружная стена 3	Ю	8,47	0,27	46	105		0,05	1,05	110	
	Наружная стена 5	В	3,62	0,27	46	45	0,1	0,05	1,15	52	
	Наружная стена 6	ЮВ	5,08	0,27	46	63	0,05	0,05	1,1	69	
	Наружная стена 7	Ю	5,39	0,27	46	67		0,05	1,05	70	
	Наружная стена 8	ЮЗ	5,39	0,27	46	67		0,05	1,05	70	
	Наружная стена 9	З	10,78	0,27	46	134	0,05	0,05	1,1	147	
	Наружная стена 10	СЗ	10,78	0,27	46	134	0,1	0,05	1,15	154	
вент камера для бассейна(019)	Наружная стена 4	З	4,77	0,27	46	59	0,05	0,05	1,1	65	65
раздевалка(020)	Наружная стена 1	С	7,32	0,27	55	109	0,1	0,05	1,15	125	237
	Наружная стена 4	З	2,464	0,83	55	112	0,05	0,05	1,1	112	
комната персонала(021)	Наружная стена 4	З	3,23	0,27	48	42	0,05	0,05	1,1	46	46
5 душевых (022)	Наружная стена 4	З	2,31	0,27	55	34	0,05	0,05	1,1	38	38
кладовая овощей(023)	Наружная стена 4	З	2,08	0,27	48	27	0,05		1,05	28	28
венткамера для кафе(024)	Наружная стена 4	З	3,08	0,27	46	38	0,1	0,05	1,15	44	44
СУ (025)	Наружная стена 3	Ю	2,23	0,27	49	30	0,01	0,05	1,06	31	31
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СУ (026)	Наружная стена 2	В	4,7894	0,27	49	63	0,1	0,05	1,15	73	73
Насосная (027)	Наружная стена 4	З	17,40	0,27	46	216	0,05	0,05	1,1	238	238
Электрощитовая (025)	Наружная стена 4	З	2,85	0,27	46	35	0,05	0,05	1,1	39	39

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

Ограждающие конструкции						Σ, Вт
№ помещения	наименование помещения	площадь	коэффициент теплопередачи	разница температур	основные потери	
1	2	3	4	5	6	7
ЛК(001)	Наружная стена 1 зона	95,4	0,46	46	2022	2 314
	Наружная стена 2 зона	27,7	0,23	46	291	
склад (002)	Наружная стена 1 зона	11,2	0,46	46	237	268
	Наружная стена 2 зона	2,968	0,23	46	31	
ЛК(003)	Наружная стена 1 зона	10	0,46	46	212	240
	Наружная стена 2 зона	2,65	0,23	46	28	
зона холодильных камер (004)	Наружная стена 1 зона	20	0,46	46	423	479
	Наружная стена 2 зона	5,3	0,23	46	56	
холодоузел (005)	Наружная стена 1 зона	18	0,46	46	381	431
	Наружная стена 2 зона	4,77	0,23	46	50	
венткамеры для гостиницы(006)	Наружная стена 1 зона	32	0,46	46	677	767
	Наружная стена 2 зона	8,48	0,23	46	90	
СУ(007)	Наружная стена 1 зона	6	0,46	49	135	153
	Наружная стена 2 зона	1,59	0,23	49	18	
постирочная(008)	Наружная стена 1 зона	6	0,46	48	132	150
	Наружная стена 2 зона	1,59	0,23	48	18	
кладовая стиральных средств (009)	Наружная стена 1 зона	7,4	0,46	46	157	177
	Наружная стена 2 зона	1,961	0,23	46	21	
ЛК(010)	Наружная стена 1 зона	16	0,46	46	339	383
	Наружная стена 2 зона	4,24	0,23	46	45	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7
ЛК(011)	Наружная стена 1 зона	39,2	0,46	46	829	939
	Наружная стена 2 зона	10,388	0,23	46	110	
тех помещение для оборудования бассейна (012)	Наружная стена 1 зона	155,4	0,46	16	1144	1 295
	Наружная стена 2 зона	41,181	0,23	16	152	
вент камера для бассейна(013-016)	Наружная стена 1 зона	13	0,46	46	275	312
	Наружная стена 2 зона	3,445	0,23	46	36	
раздевалка (017)	Наружная стена 1 зона	25,4	0,46	55	643	728
	Наружная стена 2 зона	6,731	0,23	55	85	
комната персонала(018)	Наружная стена 1 зона	8,4	0,46	48	185	210
	Наружная стена 2 зона	2,226	0,23	48	25	
комната уборного инвентаря (019)	Наружная стена 1 зона	7,2	0,46	46	152	173
	Наружная стена 2 зона	1,908	0,23	46	20	
5 душевых (020)	Наружная стена 1 зона	6	0,46	55	152	172
	Наружная стена 2 зона	1,59	0,23	55	20	
кладовая овощей(021)	Наружная стена 1 зона	5	0,46	48	110	125
	Наружная стена 2 зона	1,325	0,23	48	15	
венткамера для кафе(022)	Наружная стена 1 зона	8	0,46	46	169	192
	Наружная стена 2 зона	2,12	0,23	46	22	
СУ (023)	Наружная стена 1 зона	7,8	0,46	49	176	199
	Наружная стена 2 зона	2,067	0,23	49	23	
СУ (023)	Наружная стена 1 зона	12,44	0,46	49	280	318
	Наружная стена 2 зона	3,2966	0,23	49	37	
Насосная (024)	Наружная стена 1 зона	45,2	0,46	46	956	1 081
	Наружная стена 2 зона	11,766	0,23	46	124	
электрощитовая (025)	Наружная стена 1 зона	7,4	0,46	48	163	185
	Наружная стена 2 зона	1,961	0,23	48	22	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплопотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7
ЛК(001)	Пол 1 зона	72,35	0,4	46	1215	1 508
	Пол 2 зона	25	0,21	46	233	
	Пол 3 зона	15,0	0,11	46	60	
склад (002)	Пол 1 зона	8,4	0,4	46	139	289
	Пол 2 зона	11,2	0,21	46	103	
	Пол 3 зона	11,2	0,11	46	46	
ЛК(003)	Пол 1 зона	7,5	0,4	46	126	259
	Пол 2 зона	10	0,21	46	93	
	Пол 3 зона	10	0,11	46	40	
зона холодильных камер (004)	Пол 1 зона	15	0,4	46	252	519
	Пол 2 зона	20	0,21	46	187	
	Пол 3 зона	20	0,11	46	80	
холодоузел (005)	Пол 1 зона	13,5	0,4	46	227	467
	Пол 2 зона	18	0,21	46	168	
	Пол 3 зона	18	0,11	46	72	
венткамеры для гостиницы(006)	Пол 1 зона	28	0,4	46	470	897
	Пол 2 зона	32	0,21	46	299	
	Пол 3 зона	32	0,11	46	128	
СУ(007)	Пол 1 зона	4,5	0,4	49	80	166
	Пол 2 зона	6	0,21	49	60	
	Пол 3 зона	6	0,11	49	26	
постирочная(008)	Пол 1 зона	4,5	0,4	48	79	98
	Пол 2 зона	2	0,21	48	19	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплопотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7
кладовая стиральных средств (009)	Пол 1 зона	5,55	0,4	46	93	197
	Пол 2 зона	7,4	0,21	46	69	
	Пол 3 зона	7,4	0,11	46	30	
	Пол 4 зона	1,7	0,069	46	5	
ЛК(010)	Пол 1 зона	12	0,4	46	201	351
	Пол 2 зона	16	0,21	46	149	
ЛК(011)	Пол 1 зона	31,4	0,4	46	527	828
	Пол 2 зона	25,2	0,21	46	235	
	Пол 3 зона	16,38	0,11	46	66	
тех помещение для оборудования бассейна (012)	Пол 1 зона	187,5	0,4	16	1095	1 864
	Пол 2 зона	147	0,21	16	477	
	Пол 3 зона	118	0,11	16	164	
	Пол 4 зона	133	0,069	16	128	
вент камера для бассейна(013-016)	Пол 1 зона	9,75	0,4	46	164	429
	Пол 2 зона	13	0,21	46	121	
	Пол 3 зона	13	0,11	46	52	
	Пол 4 зона	33,15	0,069	46	91	
раздевалка (017)	Пол 1 зона	18,55	0,4	55	372	372
	Пол 2 зона	19,4	0,21	55		
комната персонала(018)	Пол 1 зона	6,3	0,4	48	110	192
	Пол 2 зона	8,4	0,21	48	82	
комната уборного инвентаря (019)	Пол 1 зона	5,4	0,4	46	91	158
	Пол 2 зона	7,2	0,21	46	67	
5 душевых (020)	Пол 1 зона	4,5	0,4	55	90	192
	Пол 2 зона	6	0,21	55	67	
	Пол 3 зона	6	0,11	55	29	
	Пол 4 зона	1,8	0,069	55	6	
кладовая овощей(021)	Пол 1 зона	3,75	0,4	48	66	135
	Пол 2 зона	5	0,21	48	49	
	Пол 3 зона	5	0,11	48	21	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплопотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7
венткамера для кафе(022)	Пол 1 зона	6	0,4	46	101	218
	Пол 2 зона	8	0,21	46	75	
	Пол 3 зона	8	0,11	46	32	
	Пол 4 зона	4	0,069	46	11	
СУ (023)	Пол 1 зона	5,85	0,4	49	105	215
	Пол 2 зона	7,8	0,21	49	78	
	Пол 3 зона	7,8	0,11	49	33	
СУ (023)	Пол 1 зона	5,4	0,4	49	97	263
	Пол 2 зона	11	0,21	49	109	
	Пол 3 зона	11	0,11	49	47	
	Пол 4 зона	3,2966	0,069	49	10	
Насосная (024)	Пол 1 зона	50	0,4	46	839	1 424
	Пол 2 зона	49	0,21	46	457	
	Пол 3 зона	18	0,11	46	72	
	Пол 4 зона	20	0,069	46	55	
электрощитовая (025)	Пол 1 зона	5,55	0,4	48	97	218
	Пол 2 зона	7,4	0,21	48	72	
	Пол 3 зона	7,4	0,11	48	31	
	Пол 4 зона	6,29	0,069	48	18	
горячий цех(021)	Пол 1 зона	14,25	0,4	48	250	733
	Пол 2 зона	30	0,21	48	292	
	Пол 3 зона	30	0,11	48	125	
	Пол 4 зона	23	0,069	48	66	
Холодный цех(022)	Пол 4 зона	20	0,069	48	58	58
Овощной цех (023)	Пол 2 зона	3	0,21	48	29	73
	Пол 3 зона	10,3	0,11	48	44	
моечная посуды(024)	Пол 4 зона	12	0,069	48	35	35

Продолжение таблицы 3.2 – Теплопотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7
рыбный цех (025)	Пол 4 зона	45,5	0,069	48	131	131
кладовая сухих продуктов(026)	Пол 1 зона	5,55	0,4	48	97	206
	Пол 2 зона	7,4	0,21	48	72	
	Пол 3 зона	7,4	0,11	48	31	
	Пол 4 зона	1,85	0,069	48	5	
тамбур (027)	Пол 4 зона	91,8	0,069	48	264	264
глажка и хранение белья (028)	Пол 4 зона	29,16	0,069	48	84	84
прием белья (029)	Пол 4 зона	12,6	0,069	48	36	36
помещение для персонала (030)	Пол 3 зона	6	0,09	48	25	68
	Пол 4 зона	14,88	0,069	48	43	
раздевалки 2 (031-032)	Пол 4 зона	21,12	0,069	55	70	70
тренажерный зал (033)	Пол 4 зона	80	0,069	48	230	230
венткамера(034)	Пол 2 зона	6,2	0,20	48	60	120
	Пол 3 зона	6,2	0,09	48	26	
	Пол 4 зона	11,78	0,069	48	34	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЛК(101)	Наружная стена 1	С	101,25	0,27	46	1 258	0,1	0,05	1,15	1446	3864
	Наружная стена 2	В	17,22	0,27	46	214	0,1	0,05	1,15	246	
	Наружная стена 4	З	122,52	0,27	46	1 522	0,05	0,05	1,1	1674	
	Наружная стена 3	Ю	12,60	0,27	46	156	0	0,05	1,05	164	
	Наружная дверь	З	5,28	1,25	46	304	0,05	0,05	1,1	334	
склад (102)	Наружная стена 1	С	14,64	0,27	46	182	0,1	0,05	1,15	209	580
	Наружная дверь	С	5,61	1,25	46	323	0,1	0,05	1,15	371	
ЛК(103)	Наружная стена 1	С	8,37	0,27	16	36	0,1	0,05	1,15	42	160
	Наружная дверь	С	5,13	1,25	16	103	0,1	0,05	1,15	118	
									1		
Диванная зона (104)	Наружная стена 1	С	16,90	0,27	48	219	0,1	0,05	1,15	252	1786
	Наружная стена 3	Ю	58,12	0,27	48	753		0,05	1,05	791	
	Наружная дверь	Ю	5,63	1,25	48	338		0,05	1,05	355	
	Окно	Ю	3,74	1,47	48	264		0,05	1,05	277	
	Окно	С	4,48	1,47	48	316	0,1	0,05	1,15	363	
СУ (105)	Наружная стена 1	С	9,43	0,27	49	125	0,1		1,1	137	335
	Окно	С	2,50	1,47	49	180	0,1		1,1	198	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
вестибюль(106)	Наружная стена 1	С	16,98	0,27	48	220	0,1		1,1	242	758
	Окно	С	2,50	1,47	48	176	0,1		1,1	194	
	Витраж	С	4,14	1,47	48	292	0,1		1,1	321	
охрана(107)	Наружная стена 1	С	13,50	0,27	48	175	0,1		1,1	192	542
	Окно	С	4,50	1,47	48	318	0,1		1,1	349	
									1		
рецепция(108)	Наружная стена 1	С	6,00	0,27	48	78	0,1		1,1	86	318
	Окно	С	3,00	1,47	48	212	0,1		1,1	233	
вестибюль (109)	Наружная стена 1	С	36,15	0,27	48	469	0,1	0,05	1,15	539	2778
	Наружная стена 2	В	34,91	0,27	48	452	0,1	0,05	1,15	520	
	Окно	С	3,00	1,47	48	212	0,1	0,05	1,15	243	
	Витраж	В	18,19	1,47	48	1 283	0,1	0,05	1,15	1476	
ЛК(110)	Наружная стена 2	В	9,77	0,27	46	121	0,1		1,1	133	478
	Окно	В	4,63	1,47	46	313	0,1		1,1	344	
									1		
ЛК(111)	Наружная стена 2	В	9,77	0,27	46	121	0,1	0,05	1,15	140	500
	Окно	В	4,63	1,47	46	313	0,1	0,05	1,15	360	
									1		
рецепция (112)	Наружная стена 2	В	13,76	0,27	48	178	0,1	0,05	1,15	205	288
	Витраж	В	8,74	0,19	43,2	72	0,1	0,05	1,15	82	
зона релакса (113-116)	Наружная стена 2	В	11,25	0,27	55	167	0,1	0,05	1,15	192	522
	Окно	В	2,25	1,47	55	182	0,1	0,05	1,15	209	
	Чердачное перекрытие	-	16,20	0,83	9	121			1	121	
ЛК (117)	Наружная стена 2	В	12,83	0,27	46	159	0,1	0,05	1,15	183	391
	НД	В	3,15	1,25	46	181	0,1	0,05	1,15	208	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Помещение бассейна(118)	Наружная стена 1	С	9,00	0,27	57	139	0,1	0,05	1,15	159	21237
	Наружная стена 2	В	21,20	0,27	57	326	0,1	0,05	1,15	375	
	Витраж	В	30,10	1,47	57	2 522	0,1	0,05	1,15	2900	
	Наружная стена 3	Ю	30,60	0,27	57	471		0,05	1,05	494	
	Витраж	Ю	18,90	1,47	57	1 584		0,05	1,05	1663	
	Наружная стена 5	В	21,15	0,27	57	325	0,1	0,05	1,15	374	
	Наружная стена 6	ЮВ	29,70	0,27	57	457	0,05	0,05	1,1	503	
	Наружная стена 7	Ю	14,00	0,27	57	215		0,05	1,05	226	
	Витраж	Ю	10,50	1,47	57	880		0,05	1,05	924	
	Наружная стена 8	ЮЗ	14,00	0,27	57	215		0,05	1,05	226	
	Витраж	ЮЗ	10,50	1,47	57	880		0,05	1,05	924	
	Наружная стена 9	З	14,00	0,27	57	215	0,05	0,05	1,1	237	
	Витраж	З	10,50	1,47	57	880	0,05	0,05	1,1	968	
	Наружная стена 10	СЗ	14,00	0,27	57	215	0,1	0,05	1,15	248	
	Витраж	СЗ	10,50	1,47	57	880	0,1	0,05	1,15	1012	
	Чердачное перекрытие	-	504,70	0,19	51,3	4 919		0,05	1,05	5165	
Пол	-	504,70	0,83	11	4 608		0,05	1,05	4838		
вспомогательное помещение (119)	Наружная стена 4	З	16,65	0,27	50	225	0,05	0,05	1,1	247	895
	Витраж	З	6,75	1,47	50	496	0,05	0,05	1,1	546	
русская баня(120)	Наружная стена 4	З	17,55	0,27	95	450	0,05	0,05	1,1	495	943
	Пол		11	0,83	49	447			1	447	
парная(121)	Наружная стена 4	З	29,25	0,27	95	750	0,05	0,05	1,1	825	1870
	Наружная стена 1	С	13,50	0,27	95	346	0,1	0,05	1,15	398	
	ПЛ		15,9	0,83	49	647			1	647	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

тепловой пункт(122)	Наружная стена 4	3	17,55	0,27	46	218	0,05	0,05	1,1	240	240
									1		
холл (123)	Наружная стена 4	3	8,40	0,27	48	109	0,05		1,05	114	392
	Витраж	3	3,75	1,47	48	265	0,05		1,05	278	
									1		
гардероб верхней одежды (123)	Наружная стена 4	3	18,00	0,27	48	233	0,1	0,05	1,15	268	268
хоз.комната (124)	Наружная стена 3	Ю	15,30	0,27	48	198	0,01	0,05	1,06	210	513
	Витраж	Ю	4,05	1,47	48	286	0,01	0,05	1,06	303	
кафе (125)	Наружная стена 2	В	25,08	0,27	50	339	0,1	0,05	1,15	389	6685
	Витраж	В	9,57	1,47	50	703	0,1	0,05	1,15	809	
	Наружная стена 9	3	23,52	0,27	50	318	0,05	0,05	1,1	349	
	Витраж	3	10,23	1,47	50	752	0,05	0,05	1,1	827	
	Наружная стена 8	ЮЗ	16,47	0,27	50	222		0,05	1,05	233	
	Витраж	ЮЗ	17,28	1,47	50	1 270		0,05	1,05	1334	
	Наружная стена 7	Ю	16,47	0,27	50	222		0,05	1,05	233	
		Ю	17,28	1,47	50	1 270		0,05	1,05	1334	
	Наружная стена 6	ЮВ	23,52	0,27	50	318	0,05	0,05	1,1	349	
		ЮВ	10,23	1,47	50	752	0,05	0,05	1,1	827	
ЛК(126)	Наружная стена 4	3	7,08	0,27	48	92	0,01	0,05	1,06	97	773
	Витраж	3	9,57	1,47	48	675			1	675	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

ЖК(201-207)	Наружная стена 1	С	10,30	0,27	50	139	0,1	0	1,1	153	290
	Окно	С	1,70	1,47	50	125	0,1	0	1,1	137	
ЖК(208)	Наружная стена 2	В	14,65	0,27	50	198	0,1	0,05	1,15	227	814
	Наружная стена 1	С	10,30	0,27	50	139	0,1	0,05	1,15	160	
	Окно	В	3,35	1,47	50	246	0,1	0,05	1,15	283	
	Окно	С	1,70	1,47	50	125	0,1	0,05	1,15	144	
ЖК(209-212)	Наружная стена 3	Ю	10,30	0,27	50	139	0	0	1	139	264
	Окно	Ю	1,70	1,47	50	125	0	0	1	125	
Холл (213)	Наружная стена 2	В	12,52	0,27	48	162	0,1	0	1,1	178	558
	Окно	В	4,88	1,47	48	345	0,1	0	1,1	379	
Коридор (214)	Наружная стена 4	З	8,80	0,27	48	114	0,05	0,05	1,1	125	434
	Наружная стена 3	Ю	9,00	0,27	48	117	0	0,05	1,05	122	
	Окно		1,70	1,47	48	120	0,5	0,05	1,55	186	
ЛК(215)	Наружная стена 2	В	7,90	0,27	46	98	0,1	0	1,1	108	234
	ОК	В	1,70	1,47	46	115	0,1	0	1,1	126	
комната отдыха(216)	Наружная стена 2	В	10,30	0,27	55	153	0,1	0	1,1	168	319
	Окно	В	1,70	1,47	55	137	0,1	0	1,1	151	
кабинет спа- процедур(217)	Наружная стена 2	В	15,03	0,27	52	211	0,1	0	1,1	232	595
	Окно	В	4,32	1,47	52	330	0,1	0	1,1	363	
салон красоты (218)	Наружная стена 2	В	4,32	0,27	52	61	0,1	0	1,1	67	309
	Окно	В	2,88	1,47	52	220	0,1	0	1,1	242	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
солярий (219)	Наружная стена 2	В	8,40	0,27	50	113	0,1	0	1,1	125	241

	Окно	В	1,44	1,47	50	106	0,1	0	1,1	116	
ЛК(220)	Наружная стена 3	Ю	24,00	0,27	46	298	0	0,05	1,05	313	643
	Наружная стена 2	В	7,85	0,27	46	97	0,1	0,05	1,15	112	
	Окно	В	2,81	1,47	46	190	0,1	0,05	1,15	218	
коридор (221)	Наружная стена 3	Ю	22,30	0,27	48	289	0	0	1	289	409
	Окно	Ю	1,70	1,47	48	120	0	0	1	120	
кабинет мед.косметологии (222)	Наружная стена 3	Ю	6,60	0,27	52	93	0	0,05	1,05	97	375
	Наружная стена 4	З	18,00	0,27	52	253	0,05	0,05	1,1	278	
кабинет отдыха (223)	Наружная стена 4	З	20,40	0,27	55	303	0,05	0	1,05	318	295
кабинет спа- процедур с гидромассажной ванной (224)	Наружная стена 1	С	11,40	0,27	55	169	0,1	0,05	1,15	195	317
	Наружная стена 4	З	7,50	0,27	55	111	0,05	0,05	1,1	123	
кабинет врача (225)	Наружная стена 4	З	9,60	0,27	50	130	0,05	0,05	1,1	143	337
	Окно	З	2,40	1,47	50	176	0,05	0,05	1,1	194	
СУ(226)	Наружная стена 4	З	12,00	0,27	49	159	0,10	0	1,1	175	175
ЛК(225)	Наружная стена 1	С	8,10	0,27	46	101	0,1	0,05	1,15	116	543
	Наружная стена 3	С	18,00	0,27	46	224	0,1	0,05	1,15	257	
	Окно	Ю	2,40	1,47	46	162	0	0,05	1,05	170	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

ЖК(301-307)	Наружная стена 1	С	12,14	0,27	50	164	0,1		1,1	180	516
	Чердачное перекрытие	-	23,20	0,19	45	198			1	198	
	Окно	С	1,70	1,47	50	125	0,1		1,1	137	
ЖК(308)	Наружная стена 2	В	17,41	0,27	50	235	0,1	0,05	1,15	270	1014
	Наружная стена 1	С	12,14	0,27	50	164	0,1	0,05	1,15	188	
	Окно	С	1,70	1,47	50	125	0,1	0,05	1,15	144	
	Окно	В	3,35	1,47	50	246	0,1	0,05	1,15	283	
	Чердачное перекрытие	-	15,00	0,19	45	128			1	128	
ЖК(309-312)	Наружная стена 3	Ю	12,14	0,27	50	164			1	164	487
	Окно	Ю	1,70	1,47	50	125			1	125	
	Чердачное перекрытие	-	23,20	0,19	45	198			1	198	
Холл (313)	Наружная стена 2	В	15,18	0,27	48	197	0,1	0,05	1,1	216	2262
	Чердачное перекрытие	-	122,00	0,19	43,2	1 001			1	1001	
	Окно	В	4,88	1,47	48	345	0,1	0,05	1,1	379	
	Наружная стена 4	Ю	25,09	0,27	48	325		0,05	1,05	341	
	Наружная стена 3	З	21,80	0,27	48	283		0,05	1,05	297	
Коридор (314)	Наружная стена 4	З	10,41	0,27	48	135	0,05		1,05	142	614
	Наружная стена 3	Ю	10,38	0,27	48	135			1	135	
	Окно	Ю	1,70	1,47	48	120			1	120	
	Чердачное перекрытие	-	26,50	0,19	43,2	218			1	218	
ЛК(315)	Наружная стена 2	В	9,37	0,27	46	116	0,1		1,1	128	446
	Чердачное перекрытие		24,40	0,19	41,4	192			1	192	
	Окно	В	1,70	1,47	46	115	0,1		1,1	126	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Комнатаотдыха(316)	Наружная стена 2	В	10,76	0,27	55	160	0,1		1,1	176	609
	Чердачное перекрытие		30,00	0,19	49,5	282			1	282	
	Окно	В	1,70	1,47	55	137	0,1		1,1	151	
комната директора(317)	Наружная стена 2	В	11,38	0,27	50	154	0,1		1,1	169	644
	Чердачное перекрытие		32,30	0,19	45	276			1	276	
	Окно	В	2,46	1,47	50	181	0,1		1,1	199	
комната зам.директора (318)	Наружная стена 2	В	18,30	0,27	50	247	0,1		1,1	272	910
	Чердачное перекрытие		51,40	0,19	45	439			1	439	
	Окно	В	2,46	1,47	50	181	0,1		1,1	199	
комната бухгалтера(319)	Наружная стена 2	В	18,30	0,27	50	247	0,1		1,1	272	910
	Чердачное перекрытие		51,40	0,19	45	439			1	439	
	Окно	В	2,46	1,47	50	181	0,1		1,1	199	
ЛК(320)	Наружная стена 3	В	6,23	0,27	46	77	0,1	0,05	1,15	89	940
	Наружная стена 3	Ю	24,00	0,27	46	298		0,05	1,05	313	
	Окно	В	4,50	1,47	46	304	0,1	0,05	1,15	350	
	Чердачное перекрытие	-	24,40	0,19	40,5	188			1	188	
коридор (321)	Наружная стена 4	З	52,59	0,27	48	682	0,05	0,05	1,1	750	1577
	Наружная стена 3	Ю	24,91	0,27	48	323		0,05	1,05	339	
	Наружная стена 1	С	10,73	0,27	48	139	0,1	0,05	1,15	160	
	Чердачное перекрытие	-	40,00	0,19	43,2	328			1	328	
холл (322)	Наружная стена 4	Ю	10,38	0,27	48	135		0,05	1,05	141	828
	Окно	З	2,46	1,47	48	174	0,05	0,05	1,1	191	
	Наружная стена 3	З	11,38	0,27	48	147	0,05	0,05	1,1	162	
	Чердачное перекрытие	-	40,70	0,19	43,2	334			1	334	
СУ (323)	Наружная стена 4	З	14,53	0,27	49	192	0,05	0,05	1,1	211	315
	Чердачное перекрытие		12,40	0,19	44,1	104			1	104	

Продолжение таблицы 3.2 – Теплотери через ограждающие конструкции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

комната для персонала (324)	Чердачное перекрытие	-	8,70	0,19	48	79			1	79	79
ЛК(325)	Наружная стена 1	С	10,64	0,27	46	132	0,1	0,05	1,15	152	694
	Наружная стена 4	З	20,76	0,27	46	258	0,05	0,05	1,1	284	
	Окно	С	1,47	1,47	46	99	0,1	0,05	1,15	114	
	Чердачное перекрытие	-	18,30	0,19	41,4	144			1	144	

4 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА

4.1 Отопление

4.1.1 Конструирование

В здании гостиницы запроектирована двухтрубная горизонтальная система отопления с тупиковым движением теплоносителя. Температура теплоносителя составляет - 95-70°C. Система отопления выполнена из металлопластиковых труб по ГОСТ 53630-2015. Трубопровод проложен в полу в гильзе большего диаметра. Данный материал имеет ряд преимуществ: простота монтажа из-за меньшего веса, относительно стальных труб, возможность укладки труб без дополнительных соединительных элементов.[23] Прокладка в полу осуществляется с целью поддержания эстетического вида. В качестве отопительных приборов запроектированы стальные панельные радиаторы фирмы «Kermi», [22] которые обладают высокой теплоотдачей, компактны, имеют нижнюю подводку, и оснащены термостатическим клапаном.

4.1.2 Гидравлический расчет

Гидравлический расчет выполняется с целью определения требуемых диаметров трубопроводов, а также потерь давления воды в системе.

Потери давления системы отопления определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (1.1)$$

Определяется давления насосное, естественное и располагаемое в ветке на гостиницу:

$$\Delta P_n = 12480 \text{ Па}, \Delta P_e = 0,64 \cdot 9,81 \cdot 16,5 \cdot 95 - 70 = 2560 \text{ Па},$$

$$\Delta P_p = 12480 + 0,4 \cdot 2560 = 13516 \text{ Па}$$

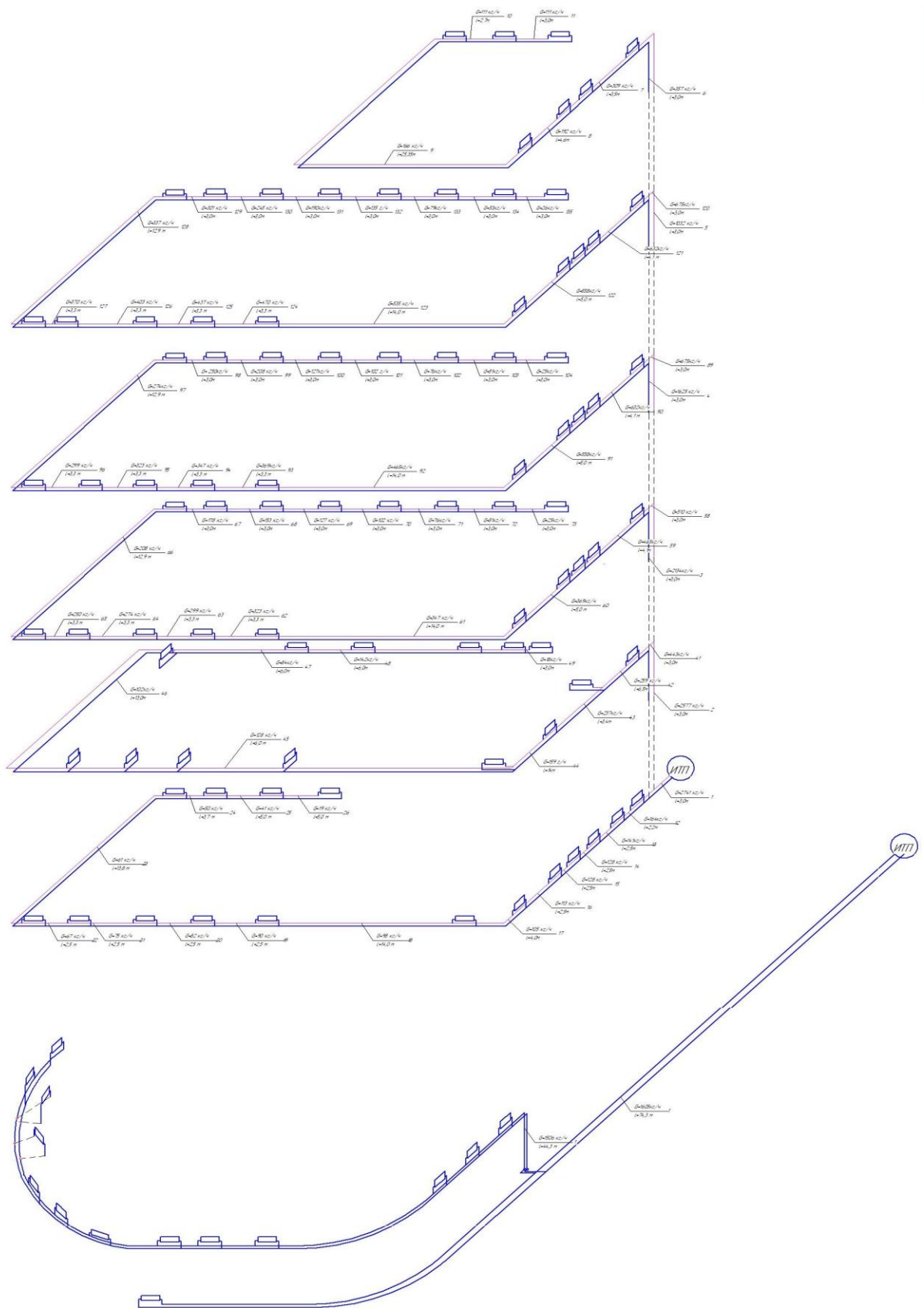


Рисунок 2 – Расчетная схема системы отопления в гостинице и в помещении бассейна

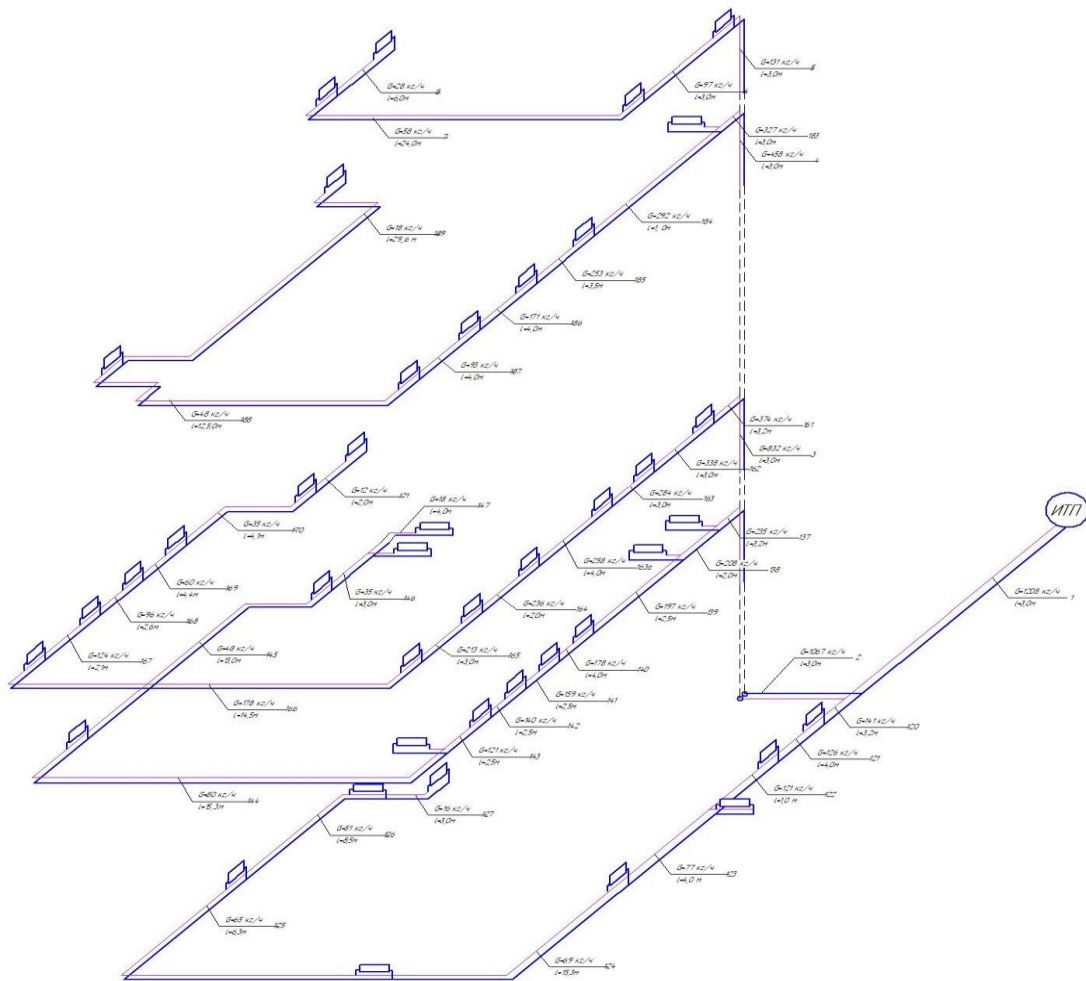


Рисунок 3 – Расчетная схема на дополнительный блок гостиницы

Таблица 4.1– Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	v, м/с	R*1, Па	v ² *ρ/2	Σξ	Z, Па	R1+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	75120	2741	3,00	64	40	210	0,7	630	240	8,0	1917	2547
2	70628	2577	3,00		40	210	0,6	630	176	1,0	176	806
3	58493	2134	3,00		40	180	0,5	540	122	1,0	122	662
4	44527	1625	3,00		40	75	0,45	225	99	1,0	99	324
5	28268	1032	3,00		40	40	0,28	120	38	1,0	38	158
6	9771	357	3,00		32	20	0,1	60	5	1,0	5	65
7	8479	309	3,50		32	18	0,12	63	7	2,0	14	77
8	5270	192	4,60		32	8	0,13	37	8	1,0	8	45
9	4553	166	25,35		25	15	0,12	380	7	4,0	28	408
10	3035	111	2,70		20	20	0,1	54	5	1,0	5	59

Продолжение таблицы 4.1 – Гидравлический расчет системы отопления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	1518	55	3,00		15	35	0,08	105	3	7,3	23	128
10'	3035	111	2,70		20	20	0,1	54	5	1,0	5	59
9'	4553	166	25,35		25	15	0,12	380	7	4,0	28	408
8'	5270	192	4,60		32	8	0,13	37	8	1,0	8	45
7'	8479	309	3,50		32	18	0,12	63	7	2,0	14	77
6'	9771	357	3,00		32	20	0,1	60	5	1,0	5	65
5'	28268	1032	3,00		40	40	0,28	120	38	1,0	38	158
4'	44527	1625	3,00		40	75	0,45	225	99	1,0	99	324
3'	58493	2134	3,00		40	180	0,50	540	122	1,0	122	662
2'	70628	2577	3,00		40	205	0,60	615	176	1,0	176	791
1'	75120	2741	16,50		40	210	0,70	3465	240	8,0	1917	5382
			124,80									13252
ветка на подвал гостиницы												
12	4492	164	2,20		20	60	0,24	132	28	9,0	253	385
13	3871	141	2,50		20	55	0,22	138	24	1,0	24	161
14	3503	128	2,50		20	40	0,18	100	16	1,0	16	116
15	3320	121	2,50		20	35	0,15	88	11	1,0	11	99
16	3104	113	2,50		15	110	0,26	275	33	1,0	33	308
17	2885	105	4,00		15	90	0,25	360	31	1,0	31	391
18	2675	98	14,00		15	87	0,25	1218	31	2,5	76	1294
19	2465	90	2,50		15	85	0,23	213	26	1,0	26	238
20	2255	82	2,50		15	65	0,2	163	20	1,0	20	182
21	2045	75	2,50		15	55	0,18	138	16	1,0	16	153
22	1835	67	2,50		15	40	0,15	100	11	1,0	11	111
23	1682	61	13,80		15	35	0,12	483	7	1,0	7	490
24	1365	50	3,70		15	25	0,11	93	6	4,0	24	116
25	1114	41	5,00		15	20	0,1	100	5	1,0	5	105
26	532	19	5,00		15	12	0,05	60	1	7,3	9	69
27	1114	41	5,00		15	20	0,1	100	5	1,0	5	105
28	1365	50	3,70		15	25	0,11	93	6	4,0	24	116
29	1682	61	13,80		15	35	0,12	483	7	1,0	7	490
30	1835	67	2,50		15	40	0,15	100	11	1,0	11	111
31	2045	75	2,50		15	55	0,18	138	16	1,0	16	153
32	2255	82	2,50		15	65	0,2	163	20	1,0	20	182
33	2465	90	2,50		15	85	0,23	213	26	1,0	26	238
34	2675	98	14,00		15	87	0,25	1218	31	1,0	31	1249
35	2885	105	4,00		15	90	0,25	360	31	2,5	76	436
36	3104	113	2,50		15	110	0,26	275	33	1,0	33	308
37	3320	121	2,50		20	35	0,15	88	11	1,0	11	99
38	3503	128	2,50		20	40	0,18	100	16	1,0	16	116
39	3871	141	2,50		20	55	0,22	138	24	1,0	24	161
40	4492	164	2,20		20	60	0,24	132	28	9,0	253	385
$\Delta P_{изб} = 8369 - 5321 = 3048 \text{ Па}$, регулировка производится б.к.												
ветка на 1 этаж гостиницы												
41	12135	443	3,00		25	90	0,36	270	63	9,0	570	840
42	7106	259	6,50		20	128	0,22	832	24	1,5	36	868
43	6508	237	3,40		20	120	0,2	408	20	2,5	49	457
44	4344	159	42,40		20	60	0,18	2544	16	5,5	87	2631
45	3496	128	6,00		20	40	0,15	240	11	4,0	44	284
46	2799	102	3,00		15	90	0,12	270	7	1,5	11	281
47	2300	84	5,00		15	65	0,11	325	6	1,0	6	331
48	1160	42	3,00		15	20	0,1	60	5	1,0	5	65
49	497	18	3,00		15	12	0,05	36	1	7,3	9	45
50	1160	42	3,00		15	20	0,1	60	5	1,0	5	65
51	2300	84	5,00		15	65	0,11	325	6	1,0	6	331
52	2799	102	3,00		15	90	0,12	270	7	1,5	11	281
53	3496	128	6,00		20	40	0,15	240	11	4,0	44	284
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Продолжение таблицы 4.1 - Гидравлический расчет системы отопления

54	4344	159	42,00		20	60	0,18	2520	16	5,5	87	2607
55	6508	237	3,40		20	120	0,2	408	20	2,5	49	457
56	7106	259	6,50		20	128	0,22	832	24	1,0	24	856
57	12135	443	3,00		25	90	0,36	270	63	9,0	570	840
ΔРизб=11522-3724=7798 Па, регулировка производится б.к.												
ветка на 2 этаж гостиницы, ветка на 3 этаж												
58	13966	510	3,00		25	130	0,39	390	74	9,0	669	1059
59	12746	465	4,10		25	95	0,38	390	71	1,0	71	460
60	10120	369	5,00		20	240	0,64	1200	200	1,0	200	1400
61	9520	347	14,00		20	200	0,6	2800	176	2,5	440	3240
62	8850	323	3,30		20	180	0,5	594	122	1,0	122	716
63	8180	299	3,30		20	150	0,4	495	78	1,0	78	573
64	7510	274	3,30		20	110	0,35	363	60	1,0	60	423
65	6840	250	3,30		20	100	0,3	330	44	1,0	44	374
66	5694	208	12,90		20	80	0,27	1032	36	4,0	143	1175
67	4877	178	3,00		20	60	0,18	180	16	1,0	16	196
68	4180	153	3,00		20	55	0,15	165	11	1,0	11	176
69	3483	127	3,00		15	105	0,4	315	78	1,0	78	393
70	2786	102	3,00		15	95	0,25	285	31	1,0	31	316
71	2089	76	3,00		15	55	0,2	165	20	1,0	20	185
72	1392	51	3,00		15	30	0,1	90	5	1,0	5	95
73	697	25	3,00		15	15	0,08	45	3	7,3	23	68
74	1392	51	3,00		15	30	0,1	90	5	1,0	5	95
75	2089	76	3,00		15	55	0,2	165	20	1,0	20	185
76	2786	102	3,00		15	95	0,25	285	31	1,0	31	316
77	3483	127	3,00		20	105	0,4	315	78	1,0	78	393
78	4180	153	3,00		20	55	0,15	165	11	1,0	11	176
79	4877	178	3,00		20	60	0,18	180	16	1,0	16	196
80	4180	153	12,90		20	80	0,27	1032	36	4,0	143	1175
81	6840	250	3,30		20	100	0,3	330	44	1,0	44	374
82	7510	274	3,30		20	110	0,35	363	60	1,0	60	423
83	8180	299	3,30		20	150	0,4	495	78	1,0	78	573
84	8850	323	3,30		20	180	0,5	594	122	1,0	122	716
85	9520	347	14,00		20	200	0,6	2800	176	2,5	440	3240
86	10120	369	5,00		20	240	0,64	1200	200	1,0	200	1400
87	12746	465	4,10		25	95	0,38	390	71	1,0	71	460
88	13966	510	3,00		25	130	0,39	390	74	9,0	669	1059
ΔРизб=12209-2400=9809 Па, регулировка производится б.к.												
ветка на 4 этаж												
89	18497	675	3,00		25	180	0,6	540	176	9,0	1584	2124
90	17319	632	4,10		25		0,55	0	148	1,0	148	148
91	15283	558	5,00		25		0,5	0	122	1,0	122	122
92	14671	535	14,00		25	120	0,45	1680	99	2,0	198	1878
93	12883	470	3,30		25	110	0,4	363	78	1,0	78	441
94	11968	437	3,30		25	90	0,35	297	60	1,0	60	357
95	11053	403	3,30		20	300	0,65	990	207	1,0	207	1197
96	10138	370	3,30		20	240	0,6	792	176	1,0	176	968
97	9223	337	12,90		20	190	0,57	2451	159	4,0	636	3087
98	8245	301	3,00		20	170	0,55	510	148	1,0	148	658
99	6727	245	3,00		20	110	0,5	330	122	1,0	122	452
100	5209	190	3,00		20	72	0,45	216	99	1,0	99	315
101	3691	135	3,00		20	110	0,4	330	78	1,0	78	408
102	2173	79	3,00		15	55	0,2	165	20	1,0	20	185
103	1449	53	3,00		15	30	0,1	90	5	1,0	5	95
104	725	26	3,00		15	15	0,08	45	3	7,3	23	68
105	1449	53	3,00		15	30	0,1	90	5	1,0	5	95
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
106	2173	79	3,00		15	55	0,2	165	20	1,0	20	185
107	3691	135	3,00		20	110	0,4	330	78	1,0	78	408
108	5209	190	3,00		20	72	0,45	216	99	1,0	99	315

Продолжение таблицы 4.1 - Гидравлический расчет системы отопления

109	6727	245	3,00		20	110	0,5	330	122	1,0	122	452
110	8245	301	3,00		20	170	0,55	510	148	1,0	148	658
111	9223	337	12,90		20	190	0,57	2451	159	4,0	636	3087
112	10138	370	3,30		20	240	0,6	792	176	1,0	176	968
113	11053	403	3,30		20	300	0,65	990	207	1,0	207	1197
114	11968	437	3,30		25	90	0,35	297	60	1,0	60	357
115	12883	470	3,30		25	110	0,4	363	78	1,0	78	441
117	14671	535	14,00		25	120	0,45	1680	99	2,0	198	1878
118	15283	558	5,00		25	140	0,5	700	122	1,0	122	822
119	17319	632	4,10		25	160	0,55	656	148	1,0	148	804
120	18497	675	3,00		25	180	0,6	540	176	9,0	1584	2124
117												

Потери давления в главном циркуляционном кольце:

$$\frac{\Delta P_p - \Sigma P_{уч}}{\Delta P_p} \cdot 100\% \leq \llcorner -10 \text{ ‰} , \quad (1.2)$$

$$\Delta P = \frac{13516 - 13252}{13516} \cdot 100\% = 2\%$$

Давления насосное, естественное и располагаемое в ветке дополнительного блока гостиницы:

$$\Delta P_n = 7800 \text{ Па} ,$$

$$\Delta P_e = 1552 \text{ Па} ,$$

$$\Delta P_p = 8741 \text{ Па}$$

Таблица 4.2 – Гидравлический расчет на дополнительный блок гостиницы

№ участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	Rcp, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	v, м/с	R*l, Па	v ² *ρ/2	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	36920	1347	3,00	66	40	55	0,4	165	78	8,0	626	791
2	33054	1206	3,00		32	160	0,76	480	282	1,0	282	762
3	22803	832	3,00		32	95	0,66	285	213	1,0	213	498
4	12560	458	3,00		32	50	0,6	150	176	1,0	176	326
5	3602	131	3,00		25	10	0,5	30	122	2,5	306	336
6	2652	97	3,00		20	25	0,1	75	5	1,0	5	80
7	1590	58	6,00		15	55	0,12	330	7	2,5	18	348
8	777	28	24,00		15	15	0,13	360	8	11,3	93	453
7'	1590	58	6,00		15	55	0,12	330	7	2,5	18	348
6'	2652	97	3,00		20	25	0,1	75	5	1,0	5	80

Продолжение таблицы 4.2 - Гидравлический расчет на дополнительный блок гостиницы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5'	3602	131	3,00		25	10	0,50	30	122	2,5	306	336
4'	12560	458	3,00		32	50	0,60	150	176	1,0	176	326
3'	22803	832	3,00		32	95	0,66	285	213	1,0	213	498
2'	33054	1206	3,00		32	160	0,76	480	282	1,0	282	762
1'	36920	1347	9,00		32	180	0,40	1620	78	9,0	704	2324
			78,00									8268
ветка на подвал												
	3866	141	3,20		25	15	0,45	48	99	9,0	891	939
121	3451	126	4,00		20	35	0,5	140	122	1,0	122	262
122	3311	121	1,00		20	33	0,5	33	122	1,0	122	155
123	2121	77	4,00		20	17	0,12	68	7	1,0	7	75
124	1891	69	15,30		15	60	0,26	918	33	1,0	33	951
125	1771	65	6,30		15	58	0,25	365	31	1,0	31	396
126	1394	51	8,50		15	50	0,12	425	7	2,5	18	443
127	429	16	3,00		15	10	0,11	30	6	11,3	67	97
128	1394	51	8,50		15	50	0,25	425	31	2,5	76	501
129	1771	65	6,30		15	58	0,26	365	33	1,0	33	398
130	1891	69	15,30		15	60	0,12	918	7	1,0	7	925
131	2121	77	4,00		20	17	0,15	68	11	1,0	11	79
132	3311	121	1,00		20	33	0,5	33	122	1,0	122	155
133	3451	126	4,00		20	35	0,5	140	122	1,0	122	262
134	3866	141	3,20		25	15	0,45	48	99	9,0	891	939
$\Delta P_{\text{ризб}}=6579-4391=2188$ Па, регулировка производится б.к.												
ветка на 1 этаж												
137	9223	337	2,50		25	37	0,67	93	220	1,0	220	312
138	8701	318	4,00		25	35	0,65	140	207	1,0	207	347
139	8179	298	2,50		25	30	0,62	75	188	3,0	564	639
140	7657	279	2,50		25	29	0,6	73	176	1,0	176	249
141	7135	260	2,50		25	27	0,57	68	159	1,0	159	226
142	6021	220	2,50		25	25	0,55	63	148	1,0	148	210
143	5126	187	15,30		25	20	0,5	306	122	1,0	122	428
144	3172	116	6,30		20	30	0,5	189	122	1,0	122	311
145	1302	48	8,50		15	55	0,3	468	44	1,0	44	512
146	971	35	3,00		15	40	0,12	120	7	2,5	18	138
147	481	18	4,00		15	12	0,1	48	5	7,3	36	84
148	971	35	3,00		15	40	0,12	120	7	2,5	18	138
149	1302	48	8,50		15	55	0,3	468	44	1,0	44	512
150	3172	116	6,30		20	30	0,5	189	122	1,0	122	311
151	5126	187	15,30		25	20	0,5	306	122	1,0	122	428
152	6021	220	2,50		25	25	0,55	63	148	1,0	148	210
153	7135	260	2,50		25	27	0,57	68	159	1,0	159	226
154	7657	279	2,50		25	29	0,6	73	176	1,0	176	249
155	8179	298	2,50		25	30	0,62	75	188	3,0	564	639
156	8701	318	4,00		25	35	0,65	140	207	1,0	207	347
157	9223	337	2,50		25	37	0,67	93	220	1,0	220	312
$\Delta P_{\text{ризб}}=12308-3131=9177$ Па, регулировка производится б.к.												
ветка на 2 этаж												
161	10243	374	3,20		25	45	0,39	144	74	9,0	669	813
162	9271	338	3,00		25	38	0,38	114	71	1,0	71	185
163	7778	284	3,00		25	29	0,64	87	200	1,0	200	287
163a	7074	258	4,00		25	27	0,6	108	176	1,0	176	284
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
164	6460	236	2,00		25	26	0,5	52	122	1,0	122	174
165	5846	213	3,00		25	23	0,4	69	78	1,0	78	147
166	4868	178	14,50		25	18	0,35	261	60	1,0	60	321

Продолжение таблицы 4.2 - Гидравлический расчет на дополнительный блок гостиницы

167	3398	124	2,10		20	35	0,3	74	44	1,0	44	118
168	2632	96	2,60		20	25	0,27	65	36	2,5	89	154
169	1644	60	4,40		15	60	0,18	264	16	1,0	16	280
170	947	35	4,10		15	40	0,15	164	11	1,0	11	175
171	340	12	2,00		15	10	0,1	20	5	7,3	36	56
172	947	35	4,10		20	40	0,15	164	11	1,0	11	175
173	1644	60	4,40		20	60	0,18	264	16	1,0	16	280
174	947	35	2,60		20	25	0,27	65	36	2,5	89	154
175	3398	124	2,10		20	35	0,3	74	44	1,0	44	118
176	4868	178	14,50		25	18	0,35	261	60	1,0	60	321
177	5846	213	3,00		25	23	0,4	69	78	1,0	78	147
178	6460	236	2,00		25	26	0,5	52	122	1,0	122	174
179	7074	258	4,00		25	27	0,6	108	176	1,0	176	284
180	7778	284	3,00		25	29	0,64	87	200	1,0	200	287
181	9271	338	3,00		25	38	0,38	114	71	1,0	71	185
182	10243	374	3,20		25	45	0,39	144	74	9,0	669	813
ΔРизб=5932-2307=3625 Па, регулировка производится б.к.												
ветка на 3 этаж												
183	8958	327	3,00		25	34	0,6	102	176	9,0	1584	1686
184	7998	292	1,00		25	32	0,55	32	148	1,0	148	180
185	6936	253	3,30		25	27	0,5	89	122	1,0	122	211
186	4676	171	4,00		25	16	0,45	64	99	2,0	198	262
187	2537	93	4,00		20	25	0,4	100	78	1,0	78	178
188	1304	48	12,50		15	36	0,35	450	60	1,0	60	510
189	491	18	29,60		15	12	0,65	355	207	7,3	1508	1863
190	1304	48	12,50		15	36	0,35	450	60	1,0	60	510
191	2537	93	4,00		20	25	0,4	100	78	1,0	78	178
192	4676	171	4,00		25	16	0,45	64	99	2,0	198	262
193	6936	253	3,30		25	27	0,5	89	122	1,0	122	211
194	7998	292	1,00		25	32	0,55	32	148	1,0	148	180
195	8958	327	3,00		25	34	0,6	102	176	9,0	1584	1686
ΔРизб=7919-2389=5530 Па, регулировка производится б.к.												

$$\Delta P = \frac{8741 - 8268}{8741} \cdot 100\% = 5,4\%$$

Давления насосное, естественное и располагаемое в ветке на помещение бассейн:

$$\Delta P_n = 19920 \text{ Па},$$

$$\Delta P_e = 291 \text{ Па},$$

$$\Delta P_p = 19406 \text{ Па}$$

Таблица 4.3 – Результаты гидравлического расчета на помещение бассейна

№ участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	Rep, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	v, м/с	R*l, Па	v ² *ρ/2	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па
1	43979	1605	74,30	59	40	80	0,45	5944	99	13,0	1287	7231
2	41263	1506	44,30		40	65	0,42	2880	86	17,9	1544	4424
1'	43979	1605	74,30		40	80	0,45	5944	99	13,0	1287	7231
			192,90									18886

$$\Delta P = \frac{19406 - 18886}{19406} \cdot 100\% = 2\%$$

4.1.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

Тепловой расчет отопительных приборов был произведен по методике, представленной в [13].

Таблица 4.4 – Тепловой расчет нагревательных приборов

№пом	Q _{пом} , Вт	G _{пр} , кг/ч	t _{вх} , °С	t _{вых} , °С	Δt _{ср} , °С	q _{пр} , Вт/м ²	Q _{гр} , Вт	Q _{пр} , Вт	F, м ²	β ₃	β ₄	N, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
001	2943	107	95	70	66,5	1080	55	2894	3	1	1,02	12
002	317	12	95	70	66,5	827	55	268	0	1	1,02	2
003	251	9	95	70	66,5	804	55	202	0	1	1,02	2
004	582	21	95	70	64,5	855	55	533	1	1	1,02	3
005	532	19	95	70	62,5	812	55	483	1	1	1,02	3
006	621	23	95	70	66,5	896	55	572	1	1	1,02	3
007	368	13	95	70	64,5	809	55	319	0	1	1,02	2
008	183	7	95	70	65,5	759	55	134	0	1	1,02	1
009	216	8	95	70	65,5	774	55	167	0	1	1,02	1
010	219	8	95	70	66,5	791	55	170	0	1	1,02	1
011	415	15	95	70	66,5	854	55	366	0	1	1,02	2
012	1190	43	95	70	66,5	969	55	1141	1	1	1,02	5
013	2716	99	95	70	64,5	1028	55	2667	3	1	1,02	11
014	140	5	95	70	64,5	720	55	91	0	1	1,02	1
015	230	8	95	70	64,5	765	55	181	0	1	1,02	1
016	120	4	95	70	64,5	707	55	71	0	1	1,02	1
017	377	14	95	70	64,5	811	55	328	0	1	1,02	2
018	965	35	95	70	64,5	908	55	916	1	1	1,02	5
019	429	16	95	70	64,5	824	55	380	0	1	1,02	2
020	210	8	95	70	64,5	756	55	161	0	1	1,02	1
021	153	6	95	70	64,5	728	55	104	0	1	1,02	1
022	236	9	95	70	64,5	767	55	187	0	1	1,02	2
023	230	8	95	70	64,5	765	55	181	0	1	1,02	1
024	391	14	95	70	64,5	815	55	342	0	1	1,02	2
025	1319	48	95	70	64,5	943	55	1270	1	1	1,02	6

Продолжение таблицы 4.4 – Тепловой расчет нагревательных приборов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
026	224	8	95	70	64,5	762	55	175	0	1	1,02	1
027	170	6	95	70	64,5	737	55	121	0	1	1,02	1
028	337	12	95	70	64,5	800	55	288	0	1	1,02	2
029	131	5	95	70	64,5	715	55	82	0	1	1,02	1
030	733	27	95	70	64,5	879	55	684	1	1	1,02	4
101	14289	521	95	70	64,5	1255	55	14240	11	1	1,02	48
102	848	31	95	70	64,5	894	55	799	1	1	1,02	4
103	697	25	95	70	64,5	873	55	648	1	1	1,02	4
104	2164	79	95	70	64,5	1001	55	2115	2	1	1,02	9
105	499	18	95	70	64,5	839	55	450	1	1	1,02	3
106	1140	42	95	70	64,5	926	55	1091	1	1	1,02	5
107	663	24	95	70	64,5	868	55	614	1	1	1,02	3
108	497	18	95	70	64,5	839	55	448	1	1	1,02	3
109	5029	184	95	70	64,5	1107	55	4980	4	1	1,02	19
110	598	22	95	70	64,5	857	55	549	1	1	1,02	3
111	740	27	95	70	64,5	880	55	691	1	1	1,02	4
112	1114	41	95	70	64,5	924	55	1065	1	1	1,02	5
113	21811	796	95	70	64,5	1320	55	21762	16	1	1,02	69
114	895	33	95	70	64,5	900	55	846	1	1	1,02	4
115	1954	71	95	70	64,5	988	55	1905	2	1	1,02	9
116	331	12	95	70	64,5	799	55	282	0	1	1,02	2
117	490	18	95	70	64,5	837	55	441	1	1	1,02	3
118	481	18	95	70	64,5	835	55	432	1	1	1,02	3
119	12339	450	95	70	64,5	1233	55	12290	10	1	1,02	42
120	1062	39	95	70	64,5	919	55	1013	1	1	1,02	5
201-207	697	25	95	70	64,5	873	55	648	1	1	1,02	4
208	1220	45	95	70	64,5	934	55	1171	1	1	1,02	6
209-212	670	24	95	70	64,5	869	55	621	1	1	1,02	3
213	2626	96	95	70	64,5	1024	55	2577	3	1	1,02	11
214	1146	42	95	70	64,5	927	55	1097	1	1	1,02	5
215	600	22	95	70	64,5	858	55	551	1	1	1,02	3
216	972	35	95	70	64,5	909	55	923	1	1	1,02	5
217	1493	54	95	70	64,5	957	55	1444	2	1	1,02	7
218	704	26	95	70	64,5	874	55	655	1	1	1,02	4
219	614	22	95	70	64,5	860	55	565	1	1	1,02	3
220	978	36	95	70	64,5	910	55	929	1	1	1,02	5
221	1470	54	95	70	64,5	955	55	1421	1	1	1,02	7
222	766	28	95	70	64,5	883	55	717	1	1	1,02	4
223	988	36	95	70	64,5	911	55	939	1	1	1,02	5
224	697	25	95	70	64,5	873	55	648	1	1	1,02	4
225	607	22	95	70	64,5	859	55	558	1	1	1,02	3
226	340	12	95	70	64,5	801	55	291	0	1	1,02	2
227	817	30	95	70	64,5	890	55	768	1	1	1,02	4
301	978	36	95	70	64,5	910	55	929	1	1	1,02	5
302-307	827	30	95	70	64,5	891	55	778	1	1	1,02	4
308	1292	47	95	70	64,5	940	55	1243	1	1	1,02	6
309-312	915	33	95	70	64,5	902	55	866	1	1	1,02	5
313	2036	74	95	70	64,5	993	55	1987	2	1	1,02	9
314	1788	65	95	70	64,5	978	55	1739	2	1	1,02	8
315	717	26	95	70	64,5	876	55	668	1	1	1,02	4
316	950	35	95	70	64,5	906	55	901	1	1	1,02	5
317	1062	39	95	70	64,5	919	55	1013	1	1	1,02	5
318	2260	82	95	70	64,5	1006	55	2211	2	1	1,02	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

319	2139	78	95	70	64,5	999	55	2090	2	1	1,02	9
320	1233	45	95	70	64,5	935	55	1184	1	1	1,02	6
321	2886	105	95	70	64,5	1036	55	2837	3	1	1,02	12
322	813	30	95	70	64,5	890	55	764	1	1	1,02	4
323	491	18	95	70	64,5	837	55	442	1	1	1,02	3
401	978	36	95	70	64,5	910	55	929	1	1	1,02	5
402-404	1518	55	95	70	64,5	959	55	1469	2	1	1,02	7
405-407	724	26	95	70	64,5	877	55	675	1	1	1,02	4
408	1178	43	95	70	64,5	930	55	1129	1	1	1,02	6
409-412	915	33	95	70	64,5	902	55	866	1	1	1,02	5
413	2036	74	95	70	64,5	993	55	1987	2	1	1,02	9
414	1788	65	95	70	64,5	978	55	1739	2	1	1,02	8
415	612	22	95	70	64,5	860	55	563	1	1	1,02	3
416	950	35	95	70	64,5	906	55	901	1	1	1,02	5
417	1062	39	95	70	64,5	919	55	1013	1	1	1,02	5
418	813	30	95	70	64,5	890	55	764	1	1	1,02	4
419	491	18	95	70	64,5	837	55	442	1	1	1,02	3
420	286	10	95	70	64,5	785	55	237	0	1	1,02	2
421	978	36	95	70	64,5	910	55	929	1	1	1,02	5
501-503	1518	55	95	70	64,5	959	55	1469	2	1	1,02	7
504	1292	47	95	70	64,5	940	55	1243	1	1	1,02	6
505	3209	117	95	70	64,5	1049	55	3160	3	1	1,02	13
506	717	26	95	70	64,5	876	55	668	1	1	1,02	4

4.1.4 Расчет и подбор оборудования

Присоединение системы центрального отопления к тепловым сетям осуществляется в индивидуальном тепловом пункте. Схема присоединения – зависимая схема с насосом на подаче на подающей магистрали.

Подбор насоса

Для двухтрубной системы отопления:

$$G_{\text{тс}} = \frac{75120}{(4,187 \cdot (150 - 70))} = 224 \text{ кг / ч} = 0,224 \text{ т / ч} ,$$

$$G_{\text{со}} = \frac{75120}{4,187 \cdot (95 - 70)} = 718 \text{ кг / ч} = 0,718 \text{ т / ч}$$

$$u=2,2$$

$$G_{\text{н}} = 1,1 \cdot 2,2 \cdot 0,224 = 0,54 \text{ т / ч}$$

$$\Delta p_n = 13252 \cdot 1,15 = 15,3 \text{ кПа}$$

Исходя из имеющихся характеристик, был выбран циркуляционный насос фирмы Grundfos [15], который сможет работать в данных условиях с КПД - 87%.

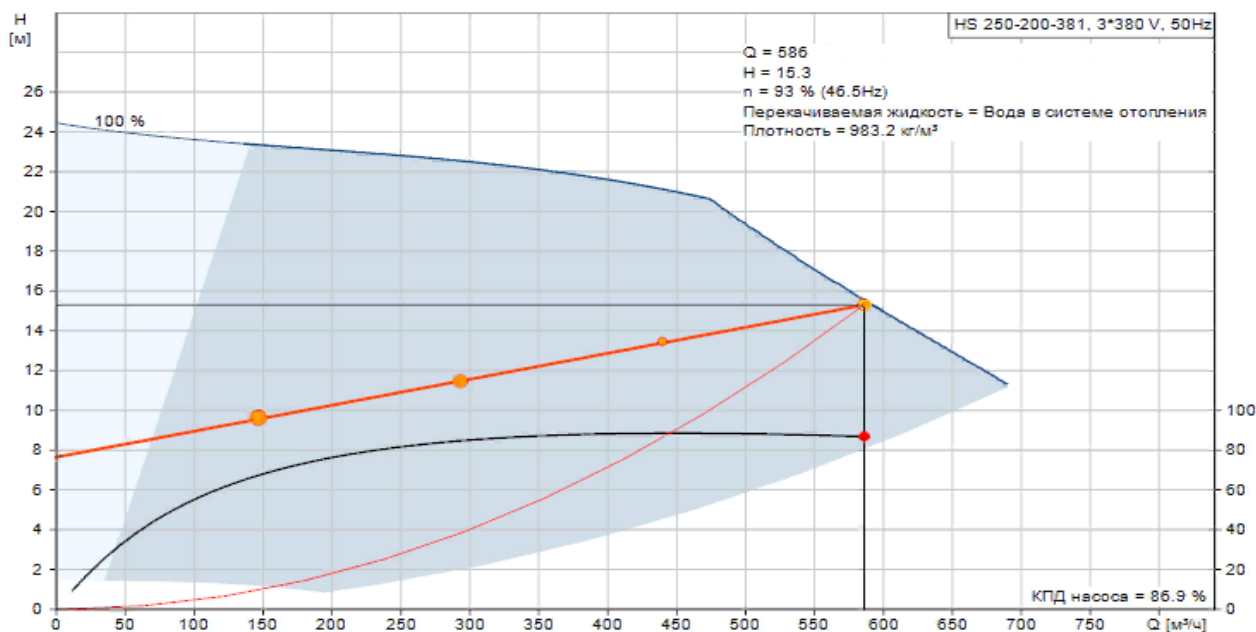


Рисунок2 – Характеристики насоса

4.2 Вентиляция

4.2.1 Определение требуемых воздухообменов

Для проектирования систем вентиляции, отопления и кондиционирования в залах с ваннами бассейна, необходима особая методика, которая учитывает все нюансы данного помещения. Системы ОВК должны решать ряд задач:

1. Обеспечение санитарно-гигиенических норм;
2. Обеспечение параметров микроклимата помещения, которые способствуют предотвращению образования конденсата на ограждающих конструкциях помещения;
3. В зависимости от изменения наружных параметров воздуха, оптимизировать потребление энергоресурсов.

Рассматривается следующий объект: здание гостиницы в городе Тольятти, имеющее помещение с ванной бассейна.

Площадь помещения - 505 м², объем - 1667 м³, высота - 3,3 м.

Площадь ванны бассейна - 240 м²;

Площадь обходных дорожек - 140 м²;

Температура наружного воздуха (холодный период года): -30°C

Относительная влажность наружного воздуха (холодный период года): 84%

Температура наружного воздуха (тёплый период года): 24,6°C

Относительная влажность наружного воздуха (тёплый период года): 60%

Температура внутри помещения: 27°C

Температура поверхности воды: 26°C

Температура поверхности обходных дорожек: 31°C

Расчет ведется согласно методике, представленной в [9].

Расчёт явных тепловыделений

Тепловыделения от освещения

$$Q_{\text{осв}} = F_{\text{пл}} \cdot E \cdot q \cdot \eta_{\text{осв}}, \text{ Вт};$$

где $F_{\text{пл}}$ - площадь помещения, м²;

E - освещенность рабочих поверхностей, Лк,

Для крытых бассейнов принимается - 150 Лк;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, Вт/м²·Лк;

$\eta_{\text{осв}}$ – доля тепла, поступающего в помещение. Принимается - 1.

$$Q_{\text{осв}} = 505 \cdot 150 \cdot 0,056 \cdot 1 = 4242 \text{ Вт};$$

Тепловыделения от пловцов

$$Q_{\text{пл}} = q \cdot n \cdot 1 - 0,33, \text{ Вт}$$

где q - удельное выделение тепла от одного пловца, принимается 58 Вт/чел;

n - количество пловцов, чел;

0,33 - доля времени, проводимое пловцами в бассейне;

$$Q_{\text{пл}} = 58 \cdot 30 \cdot 1 - 0,33 = 1166 \text{ Вт}$$

Тепловыделения от обходных дорожек

$$Q_{\text{обх.д.}} = \alpha_{\text{обх.д.}} \cdot F_{\text{обх.д.}} \cdot (t_{\text{обх.д.}} - t_{\text{в}}), \text{ Вт};$$

где $\alpha_{\text{обх.д.}}$ – коэффициент теплоотдачи обходных дорожек, $10 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$F_{\text{обх.д.}}$ – площадь обходных дорожек, м^2 ;

$t_{\text{обх.д.}}$ – температура поверхности обходных дорожек, $^\circ\text{C}$;

$$Q_{\text{обх.д.}} = 10 \cdot 140 \cdot 31 - 27 = 5600 \text{ Вт}$$

Тепловыделения на нагрев воды в ванне

$$Q_{\text{в}} = \alpha \cdot F_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}} - t_{\text{пов}}, \text{ Вт}$$

где α – коэффициент теплоотдачи явного тепла от зеркала воды, $4 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

$F_{\text{в}}$ – площадь зеркала воды, м^2 ;

$$Q_{\text{в}} = 4 \cdot 240 \cdot 27 - 26 = 960 \text{ Вт}$$

Расчёт влаговыделений

Влаговыделения от пловцов

$$W_{\text{пл}} = w \cdot n \cdot 1 - 0,33, \text{ кг/ч};$$

Где w – удельное влаговыделение от одного пловца, кг/ч

$$W_{\text{пл}} = 0,295 \cdot 30 \cdot 1 - 0,33 = 5,93 \text{ кг/ч}$$

Поступления влаги с поверхности бассейна

$$W_{\text{б}} = A \cdot F \cdot \text{б}_{\text{исп}} \cdot \frac{(d_{\text{в}} - d_{\text{в}})}{1000}, \text{ кг/ч};$$

где A – коэффициент, полученный опытным путем, описывающий интенсивность испарения с поверхности воды. Для оздоровительных бассейнов принимается - 1,5;

F – площадь ванны бассейна, м^2 ;

$\text{б}_{\text{исп}}$ – коэффициент испарения, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}$;

$$\text{б}_{\text{исп}} = 25 + 19 \cdot u,$$

где u – подвижность воздуха над ванной бассейна, м/с ;

$$W_{\text{б}} = \frac{1,5 \cdot 240 \cdot 26,9 \cdot 20 - 10,8}{1000} = 89 \text{ кг/ч};$$

$$\text{б} = 25 + 19 \cdot 0,1 = 26,9 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Поступление влаги с обходных дорожек

$$W_{\text{обх.д.}} = 0,0061 \cdot t_{\text{в}} - t_{\text{м.т.}} \cdot F, \text{ кг/ч};$$

$$W_{\text{обх.д.}} = 0,0061 \cdot 27 - 22,8 \cdot 140 = 3,6 \text{ кг/ч}$$

Расчёт полного тепла

$$\Sigma Q_{\text{п}} = Q_{\text{скр.б.}} + Q_{\text{скр.обх.д.}} + Q_{\text{скр.пл.}} + 3,6 \cdot \Sigma Q_{\text{я}}, \text{ Вт},$$

где

$$Q_{\text{скр.б.}} = W_{\text{б}} \cdot 2500 - 2,39 \cdot t_{\text{пов}}, \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{скр.б.}} = 89 \cdot 2500 - 2,39 \times 26 = 216\,804 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{скр.обх.д.}} = W_{\text{обх.д.}} \cdot 2500 - 2,39 \cdot t_{\text{пов}}, \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{скр.обх.д.}} = 3,6 \cdot 2500 - 2,39 \cdot 31 = 8\,734 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{скр.пл.}} = n \cdot q_{\text{ном}} - q_{\text{яв}}, \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{скр.пл.}} = 30 \cdot 295 - 95 = 6\,000 \text{ Вт}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{п}} &= 216804 + 8734 + 6000 + 3,6 \cdot 4242 + 1166 + 5600 + 960 \\ &= 274623 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Расчёт воздухообмена для теплого периода

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{п}}}{W} = \frac{274623}{98,5} = 2\,788$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} = \frac{11968}{1667} = 7,18 \text{ Вт/м}^3$$

$$t_{\text{y}} = 27 + 0 \cdot 3,3 - 2 = 27,5^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 25,6^{\circ}\text{C}$$

По влаге:

$$G_{\text{w}} = \frac{98,5}{0,0179 - 0,0109} = 14071 \text{ кг/ч}$$

$$L_{\Pi} = 14\,071 \div \frac{353}{273 + 25,6} = 11\,925 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По полному теплу:

$$G_{\Pi} = \frac{274\,623}{74,1 - 53,5} = 13\,331 \text{ кг/ч}$$

$$L_{\Pi} = 13\,331 \div \frac{353}{273 + 25,6} = 11\,298 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По санитарным нормам:

$$G_{\text{сан.}} = 80 \cdot 30 = 2\,400 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчёт воздухообмена для холодного периода

$$G_{\Pi} = 14\,071 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{сан.}} = 2\,400 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{рец}} = 14\,071 - 2\,400 = 11\,671 \text{ кг/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{Q_{\Pi}}{W} = \frac{274\,623}{98,5} = 2\,788$$

$$t_y = 27 + 0,5 \cdot 3,3 - 2 = 27,5^{\circ}\text{C}$$

$$G_{\text{сан.}} \cdot d_{\Gamma} + G_{\text{p1}} \cdot d_y = G_{\Pi} \cdot d_c$$

$$d_c = \frac{G_{\text{сан.}} \cdot d_{\Gamma} + G_{\text{p}} \cdot d_y}{G_{\Pi}} = \frac{2\,400 \cdot 0,3 + 11\,671 \cdot 14,5}{14\,071} = 12,5 \text{ г/кг}$$

$$t_{\Pi} = 25,8^{\circ}\text{C}$$

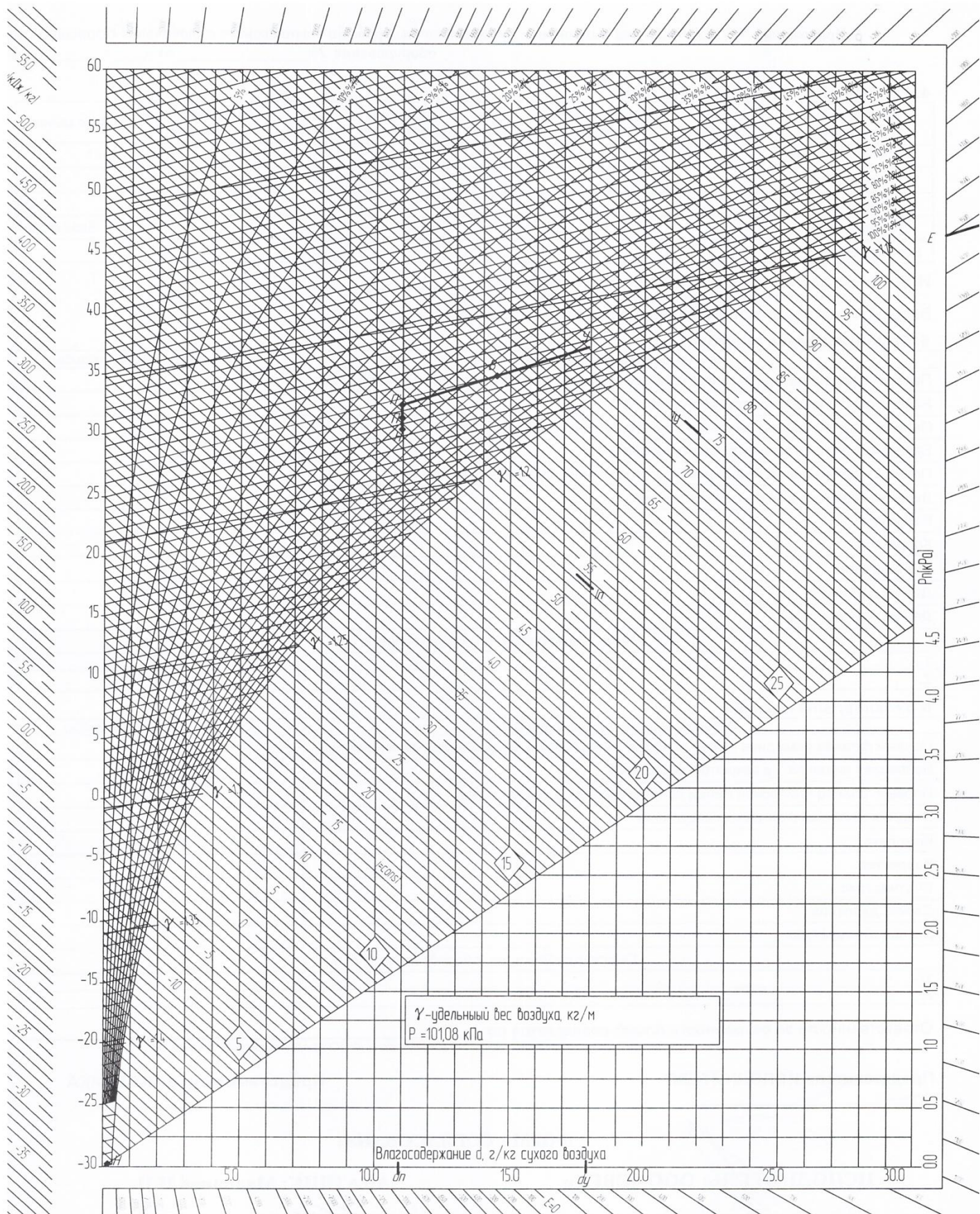


Рисунок 4 - Процесс изменения параметров воздуха в теплый период года

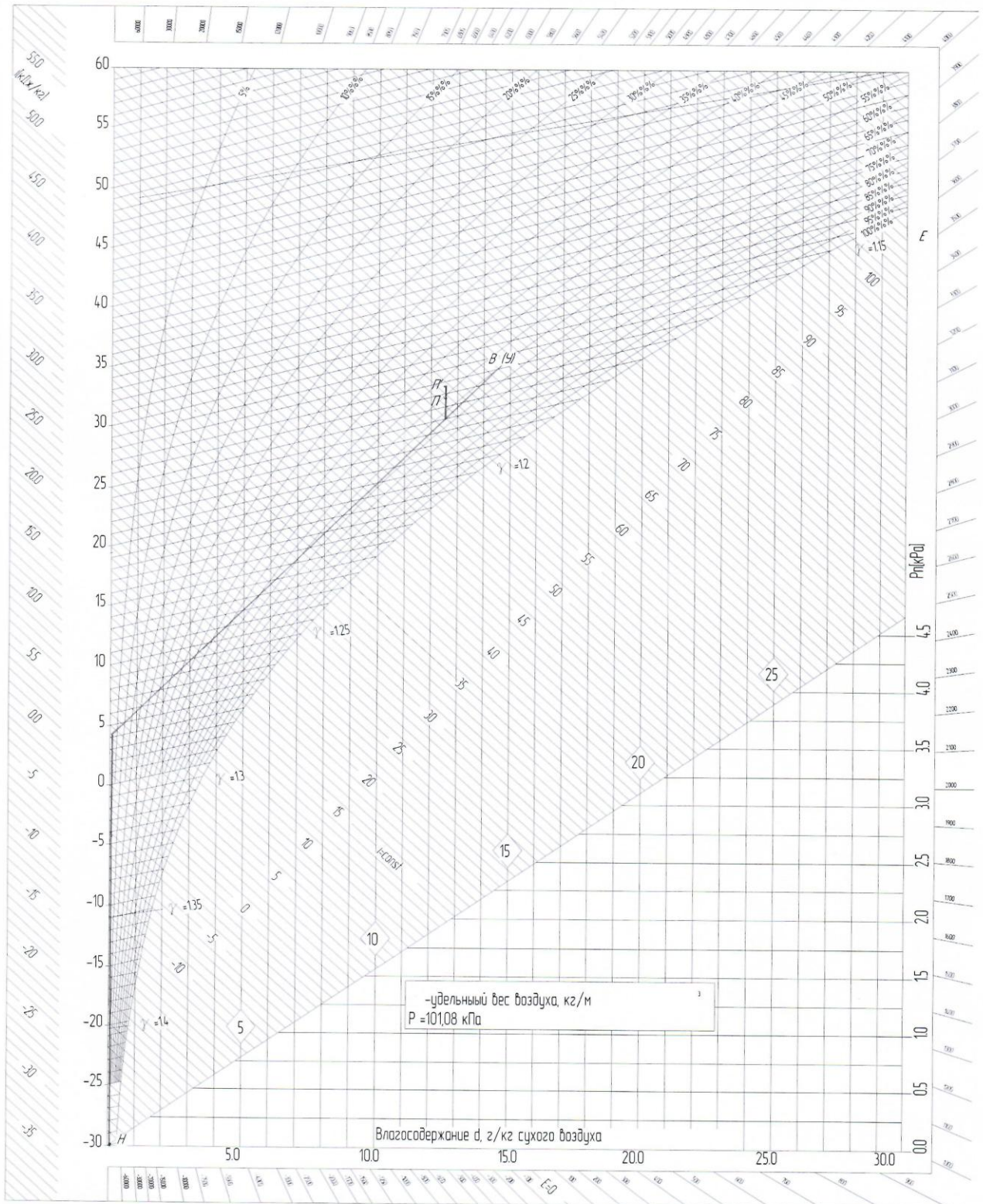


Рисунок 5 - Процесс изменения параметров воздуха в холодный период года

Определение воздухообмена по кратности. Воздушный баланс

Расход вентилируемого воздуха по нормируемой кратности, $\text{м}^3/\text{ч}$, рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.1)$$

где k – кратность воздухообмена, ч^{-1} , принимается по [3],[4],[10],[11];

V – внутренний объем помещения, м^3 .

Таблица 4.6 – Расход вентилируемого воздуха

№	Наименование помещения	тв, °С	Объем помещения, $V, \text{ м}^3$	Приток		Вытяжка	
				$k, \text{ ч}^{-1}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$k, \text{ ч}^{-1}$	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$
1	2	3	5	6	6	7	8
1	Склад пищевых отходов	2	101,6	10	1016	10	1016
2	Холодоузел	16	163,4	4	654	5	817
3	СУ	19	54,5	через смежные помещения		50 м^3 на 1 унитаз	500
4	Постирочная	18	21,5	10	215	13	280
5	Кладовая стиральных средств	10	72,8	2	146	3	218
6	Тех.помещение для оборудования бассейна	16	1932,0	2	3864	3	5796
7	Раздевалка	25	125,2	через смежные помещения		2 (через душевые)	
8	Комната для персонала	18	48,5	1	49	1	49
9	Комната уборного инвентаря	18	41,6	4	166	6	250
10	Душевые	25	60,4	через смежные помещения		75 м^3 на 1 душевую сетку	375
11	Кладовая овощей	4	45,4	4	182	4	182
12	Насосная	10	243,0	2,0	486	3	729
13	Горячий цех	18	131,0	100 м^3 на 1 чел	400,0	100 м^3 на 1 чел	400
14	Холодный цех	18	66,0	3	198	4	264
15	Овощной цех	18	43,9	3	132	4	176
16	Моечная посуды	18	39,6	4	158	6	238
17	Рыбный цех	16	150,2	3	451	4	601
18	Кладовая сухих продуктов	12	73,3	по расчету	73	1	73
19	Глажка и хранение белья	16	96,2	2	192	1	96
20	Прием белья	12	41,6	2	83	1	42
21	Помещение для персонала	18	68,9	2	138	3	207
1	2	3	5	6		6	7

22	Раздевалка	22	69,7	через смежные помещения		3	209
23	Тренажерный зал	18	264,0	30 м ³ на 1 чел	1200	80 м ³ на 1 чел	1200
24	Коридор	18	347,0	по расчету	3914	через смежные помещения	
					13716		13716
1 этаж							
25	Склад	16	30,0	3	90	через смежные помещения	
26	диванная зона	16	248,0	2	496		
27	СУ	19	16,5	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	200
28	Вестибюль	16	40,0	2	80	через смежные помещения	
29	Охрана	18	12,5	1	13	2	25
30	Рецепция	18	19,0	2	38	1	19
31	Вестибюль	16	231,0	2	462	через смежные помещения	
32	Помещение бассейна	27	1667,0	по расчету	11925	по расчету	11925
33	Холл	18	30,0	по расчету	54	через смежные помещения	
34	Русская баня	80	36,0	через смежные помещения		5	180
35	Парная	80	52,5			5	263
36	ТП	18	10,0			3	30
37	Холл	18	90,0	по расчету	128	через смежные помещения	
38	Гардероб верхней одежды	16	22,0	через смежные помещения		2	44
39	Кафе	16	551,0	30 м ³ на 1 чел	5250	30 м ³ на 1 чел	5250
40	СУ	19	25,0	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	200
41	СУ	19	13,0	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	200
42	СУ	19	16,5	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	200
					18536		18536
2 этаж							
40	ЖК 1	20	39,6	60 м ³ на 1 чел	120	через СУ	110
41	ЖК2	20	39,6	60 м ³ на 1 чел	120	через СУ	110
42	ЖК3	20	39,6	60 м ³ на 1 чел	120	через СУ	110
43	ЖК 4	20	39,6	60 м ³ на 1 чел	120	через СУ	110
44	ЖК 5	20	39,6	60 м ³ на 1 чел	120	через СУ	110
45	ЖК 6	20	39,6	60 м ³ на 1 чел	120	через СУ	110
1	2	3	5	6	6	7	8
46	ЖК 7	20	39,6	60 м ³ на 1 чел	120	через СУ	110

47	ЖК 8	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
48	ЖК 9	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
49	ЖК 10	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
50	ЖК 11	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
51	ЖК 12	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
52	Холл	18	181,5	по расчету	500	через смежные помещения	
54	Комната отдыха	26	105,6	через смежные помещения		3	317
55	кабинет спа-процедур	25	158,4			4	634
56	салон красоты	18	79,2			1	79
57	солярий	23	73,92			3	222
58	Холл	18	355	по расчету	901	через смежные помещения	
59	кабинет мед.косметологии	20	76,56	1	77	1	77
61	кабинет спа-процедур с гидромассажной ванной	25	60	3	180	5	300
62	Кабинет врача	20	53	1	53	1	53
63	СУ	20	41	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	150
					3151		3151
3 этаж							
64	ЖК 1	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
65	ЖК2	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
66	ЖК3	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
67	ЖК 4	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
68	ЖК 5	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
69	ЖК 6	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
70	ЖК 7	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
71	ЖК 8	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
72	ЖК 9	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
73	ЖК 10	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
74	ЖК 11	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
75	ЖК 12	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
1	2	3	5	6	6	7	
76	Холл	18	181,5	по расчету	200	через смежные помещения	
77	Комната отдыха	26	52,8	через смежные помещения		3	158,4

78	Кабинет директора	18	62,7	2	125,4	3	188,1
79	Кабинет зам.директора	18	115,5	2	231	3	346,5
80	Кабинет бухгалтера	18	109	1,5	164	3	327
81	Холл	18	165	по расчету	280	через смежные помещения	
82	СУ	19	41	через смежные помещения		50 м3 на 1 унитаз	100
					2440		2440
4 этаж							
83	ЖК 1	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
84	ЖК2	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
85	ЖК3	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
86	ЖК 4	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
87	ЖК 5	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
88	ЖК 6	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
89	ЖК 7	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
90	ЖК 8	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
91	ЖК 9	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
92	ЖК 10	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
93	ЖК 11	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
94	ЖК 12	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
95	Холл	18	294	по расчету	250	через СУ	110
96	Комната отдыха	26	52,8	через смежные помещения		3	158,4
97	Комната директора	18	62,7	2	126	3	188,1
98	Холл	18	33	по расчету	61	через смежные помещения	
99	СУ	19	41	через смежные помещения		50 м3 на 1 унитаз	100
					1877		1877
5 этаж							
100	ЖК 1	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
101	ЖК2	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
1	2	3	5	6	6	7	8
102	ЖК3	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
103	ЖК 4	20	39,6	60 м3 на 1 чел	120	через СУ	110
104	Холл	18	181,5	по расчету	60	через смежные помещения	

105	СУ	19	10	через смежные помещения	50 м3 на 1 унитаз	100
					540	540

4.2.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

Для создания требуемых параметров микроклимата в здании запроектированы системы: приточной, вытяжной вентиляции с механическим побуждением.

Системы вентиляции приняты отдельными для следующих групп помещений:

гостиничный блок, административные помещения гостиницы, помещения кафе, и в помещение с зала ванной бассейна. Также предусмотрены вытяжные системы с механическим побуждением.

Гостиничные номера обслуживают системы приточная - П1, и вытяжные - В1, В2.

Раздача воздуха осуществляется в верхнюю зону помещений, удаление воздуха из помещений сан.узлов гостиничных номеров.

Для вентиляции зала ресторана предусмотрена приточная установка П2. Раздача воздуха осуществляется в верхнюю зону помещений через регулируемые решетки.

Для вентиляции бассейна используются приточно-вытяжная установка ПВ3.

Приточный воздух в зал бассейна подается по периметру помещения. Удаление воздуха производится из верхней зоны над чашей бассейна. Вытяжные воздуховоды необходимо проложить с уклоном 0,01 м для отвода конденсата.

Для каждой из указанных групп помещений предусмотрены отдельные вытяжные системы. Удаление воздуха производится из верхней зоны.

В данном здании были запроектированы воздухораспределители фирмы Арктос, типоразмера - 2ВНЛ имеет площадь живого сечения $F_0 = 0,85 \text{ м}^2$, скоростной коэффициент $m = 2,2$ и температурный коэффициент $n = 1,9$

1. Количество подаваемого воздуха через одно воздухораспределительное устройство:

$$L_0 = \frac{11925}{24} = 497 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$v_0 = \frac{497}{3600 \cdot 0,85} = 0,16 \text{ м/с.}$$

Дальнобойность струи: $x = 3,3 - 2 = 1,3 \text{ м.}$

$$F_{\Pi} = \frac{505}{24} = 21 \text{ м}^2.$$

Коэффициент стеснения струи:

$$x = \frac{1,3}{2,2 \cdot \frac{1}{21}} = 0,13$$
$$F = \frac{0,85}{21} = 0,004 \quad k_c = 1.$$

Коэффициент взаимодействия двух и более струй:

$$\frac{x}{l} = \frac{1,3}{2} = 0,65 \quad k_B = 1$$
$$N = 24$$

Разница температур между температурой на выходе из воздухораспределителя и температурой внутреннего воздуха:

$$\Delta t_0 = 28 - 27 = 1^\circ\text{C}$$

Геометрической характеристики струи:

$$H = 5,45 \cdot \frac{2,2 \cdot 0,16 \cdot \sqrt[4]{0,85}}{1,9 \cdot 1} = 1,33$$

Коэффициент неизотермичности струи:

$$k_H = \sqrt[3]{1 + \frac{1,3^2}{1,33}} = 1,25.$$

$$v_x = \frac{2,2 \cdot 0,16 \cdot \sqrt[4]{0,85}}{3,14} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 0,13 \text{ м/с.}$$

3. $v_x = 0,13 \text{ м/с} < k \cdot v_B = 1,4 \cdot 0,2 = 0,28 \text{ м/с}$

4. Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне

$$\Delta t_x = \frac{1,9 \cdot 1 \cdot \sqrt[4]{0,85}}{1,3} \cdot \frac{1}{1 \cdot 1,25} = 1,73^\circ\text{C}$$

5. $\Delta t_x = 1,73^\circ\text{C} \leq \Delta t_H = 2^\circ\text{C}.$

Проведен расчет, согласно которому, можно сделать вывод, что данные воздухораспределители разрешены к использованию.

4.2.3 Аэродинамический расчет систем вентиляции

Целью аэродинамического расчета систем вентиляции является выбор диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и определения потерь давления.

Аэродинамический расчет систем вентиляции ведется методом определения удельных потерь по длине и определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (4.3)$$

Таблица 4.5 – Аэродинамический расчет системы вентиляции в помещении бассейна

№ участка	L, м ³ /час	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Приток П1												
Магистраль												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,400	0,02	0,02	0,02	
1	497	2	225	0,04	3,47	0,07	0,139	0,560	7,24	4,05	4,19	4,21
2	994	2	315	0,08	3,54	0,05	0,102	0,150	7,54	1,13	1,23	5,45
3	1491	2	315	0,08	5,42	0,10	0,193	0,200	16,96	3,39	3,58	9,03
4	1988	2,4	355	0,10	5,58	0,09	0,224	0,150	18,69	2,80	3,03	12,06
5	2485	2	355	0,10	6,98	0,14	0,279	0,410	29,20	11,97	12,25	24,31
6	2982	2,5	400	0,13	6,59	0,11	0,284	0,300	26,09	7,83	8,11	32,42
7	3479	3	400	0,13	7,69	0,15	0,443	0,410	35,51	14,56	15,00	47,42
8	3976	2	450	0,16	6,95	0,11	0,218	0,150	28,96	4,34	4,56	51,98
9	4473	2	450	0,16	7,82	0,13	0,265	0,200	36,65	7,33	7,60	59,58
10	4970	3	500	0,20	7,03	0,10	0,302	0,410	29,69	12,17	12,47	72,05
11	5467	2,2	560	0,25	6,17	0,07	0,147	0,150	22,83	3,42	3,57	75,63
12	5964	3	560	0,25	6,73	0,09	0,268	0,150	27,17	4,08	4,34	79,97
13	6461	3,7	560	0,25	7,29	0,11	0,391	0,200	31,89	6,38	6,77	86,74
14	6958	5	630	0,31	6,20	0,06	0,320	0,360	23,09	8,31	8,63	95,37
15	7455	3,7	630	0,31	6,65	0,08	0,281	0,410	26,50	10,87	11,15	106,52
16	7952	2,8	630	0,31	7,09	0,09	0,262	0,200	30,15	6,03	6,29	112,81
17	8449	3,4	630	0,31	7,53	0,11	0,376	0,250	34,04	8,51	8,89	121,69
18	8946	2,8	710	0,40	6,28	0,06	0,156	0,410	23,66	9,70	9,86	131,55
19	9443	5,2	710	0,40	6,63	0,06	0,325	0,410	26,36	10,81	11,13	142,68
20	9940	3,9	710	0,40	6,98	0,07	0,271	0,410	29,21	11,98	12,25	154,93
21	10437	2,3	710	0,40	7,33	0,08	0,176	0,410	32,20	13,20	13,38	168,31
22	10934	7,8	710	0,40	7,67	0,08	0,629	0,620	35,34	21,91	22,54	190,85
23	11925	6	710	0,40	8,37	0,69	4,132	0,840	42,04	35,32	39,45	230,30
Участок												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,400	0,02	0,02	0,02	
24	497	2,6	225	0,04	3,47	0,07	0,180	0,720	7,24	5,21	5,39	5,41
25	1740	3	315	0,08	6,21	0,14	0,415	0,400	23,10	9,24	9,66	15,07

Продолжение таблицы 4.5 – Аэродинамический расчет системы вентиляции в помещении бассейна

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
невязка $= (230,3 - 15,07) / 230,3 = 93,5\%$ $\xi = 9,3$ $d = 191$ мм												
Ответвление												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
26	497	0,35	280	0,06	2,24	0,02	0,009	1,620	3,02	4,89	4,90	4,92
невязка $= (5,45 - 4,92) / 5,45 = 9,6\%$												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
27	497	0,35	250	0,05	2,81	0,03	0,009	1,620	4,75	7,69	7,70	7,73
невязка $= (9,03 - 7,73) / 9,03 = 14,4\%$												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
28	497	0,35	225	0,04	3,47	0,07	0,024	1,520	7,24	11,00	11,02	11,05
невязка $= (12,06 - 11,05) / 12,06 = 8,3\%$												
2ВНЛ	497			0,85	0,07			1,500	0,02	0,03	0,03	
29	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,890	11,59	10,32	10,34	10,37
невязка $= (24,31 - 10,37) / 24,31 = 57\%$ $\xi = 1,4$ $d = 160$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
30	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,940	11,60	10,90	10,93	10,95
невязка $= (32,42 - 10,95) / 32,42 = 66\%$ $\xi = 2$ $d = 154$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
31	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,890	11,60	10,32	10,35	10,37
невязка $= (47,42 - 10,37) / 47,42 = 78\%$ $\xi = 3,2$ $d = 145$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
32	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,940	11,60	10,90	10,93	10,95
невязка $= (51,98 - 10,95) / 51,98 = 79\%$ $\xi = 3,6$ $d = 145$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,07			1,500	0,02	0,03	0,03	
33	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,890	11,60	10,32	10,35	10,38
невязка $= (59,58 - 10,38) / 59,58 = 83\%$ $\xi = 3,6$ $d = 145$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			0,680	0,02	0,01	0,01	
34	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,890	11,59	10,32	10,34	10,35
невязка $= (72,05 - 10,35) / 72,05 = 84\%$ $\xi = 4,5$ $d = 110$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			0,680	0,02	0,01	0,01	
35	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,940	11,59	10,90	10,92	10,93
невязка $= (75,63 - 10,93) / 75,63 = 86\%$ $\xi = 5,5$ $d = 133$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
36	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,940	11,60	10,90	10,93	10,95
невязка $= (79,97 - 10,95) / 79,97 = 86\%$ $\xi = 5,5$ $d = 133$ мм												
2ВНЛ	870			0,85	0,07			1,500	0,00	0,02	0,02	
37	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,890	11,60	10,32	10,35	10,37
невязка $= (86,74 - 10,37) / 86,74 = 88\%$ $\xi = 6,5$ $d = 130$ мм												
2ВНЛ	497			0,50	0,28			1,500	0,05	0,07	0,07	
38	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,024	0,940	11,60	10,90	10,93	10,99
невязка $= (95,37 - 10,99) / 95,37 = 89\%$ $\xi = 6,5$ $d = 130$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
39	497	0,35	200	0,03	4,40	0,20	0,070	0,940	11,60	10,90	10,97	11,00
невязка $= (106,52 - 11,0) / 106,52 = 90\%$ $\xi = 7,5$ $d = 127$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
40	497	0,35	200	0,03	4,40	0,20	0,070	0,940	11,60	10,90	10,97	11,00

Продолжение таблицы 4.5 – Аэродинамический расчет системы вентиляции в помещении бассейна

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
невязка $= (112,81 - 11,0) / 112,81 = 90\%$ $\xi = 8,5$ $d = 99$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,20			1,500	0,02	0,04	0,04	
41	497	0,35	200	0,03	4,40	0,20	0,070	0,890	11,60	10,32	10,39	10,43
невязка $= (121,69 - 10,43) / 121,69 = 92\%$ $\xi = 8,85$ $d = 99$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			0,730	0,02	0,01	0,01	
42	497	0,35	180	0,03	5,43	0,20	0,068	0,940	17,68	16,62	16,69	16,70
невязка $= (131,55 - 16,7) / 132,55 = 87\%$ $\xi = 6,5$ $d = 130$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			0,730	0,02	0,01	0,01	
43	497	0,35	180	0,03	5,43	0,20	0,068	0,940	17,68	16,62	16,69	16,70
невязка $= (142,68 - 16,7) / 142,68 = 88\%$ $\xi = 7,5$ $d = 127$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
44	497	0,35	180	0,03	5,43	0,20	0,068	0,943	17,68	16,67	16,74	16,76
невязка $= (154,93 - 16,76) / 154,93 = 89\%$ $\xi = 7,8$ $d = 110$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,20			1,500	0,02	0,03	0,03	
45	497	0,35	180	0,03	5,43	0,20	0,068	0,940	17,68	16,62	16,69	16,72
невязка $= (168,31 - 16,72) / 168,31 = 90\%$ $\xi = 8,5$ $d = 99$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			0,730	0,02	0,01	0,01	
46	497	0,35	160	0,02	6,87	0,36	0,125	0,940	28,32	26,62	26,74	26,75
невязка $= (190,85 - 26,75) / 190,85 = 86\%$ $\xi = 5,8$ $d = 105$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
47	497	0,35	160	0,02	6,87	0,36	0,125	0,940	28,32	26,62	26,74	26,77
невязка $= (230,3 - 26,77) / 230,3 = 88\%$ $\xi = 5,8$ $d = 105$ мм												
2ВНЛ	497			0,85	0,16			1,500	0,02	0,02	0,02	
48	497	0,35	200	0,03	4,40	0,07	0,025	1,150	11,60	13,34	13,36	13,39
невязка $= (15,07 - 13,39) / 15,07 = 11\%$												
Вытяжка М												
Магистраль												
1	1325	2	315	0,078	4,73	0,08	0,162	2,550	13,40	34,16	34,32	
2	2650	1,7	355	0,099	7,44	0,16	0,275	1,500	33,22	49,83	50,10	84,43
3	3975	2	400	0,126	8,79	0,19	0,383	1,400	46,37	64,92	65,30	149,73
4	5300	2,3	500	0,196	7,50	0,10	0,230	1,800	33,77	60,78	61,01	210,74
5	6625	1,9	630	0,312	5,91	0,05	0,091	2,000	20,93	41,86	41,96	252,69
6	11925	19,6	710	0,396	8,37	0,08	1,517	0,210	42,04	8,83	10,35	263,04
Участок												
7	1325	2,6	315	0,078	4,73	2,88	7,478	2,550	13,40	34,16	41,64	
8	2650	2,2	355	0,099	7,44	1,91	4,204	1,500	33,22	49,83	54,03	95,67
9	3975	2,5	400	0,126	8,79	0,73	1,818	1,400	46,37	64,92	66,74	162,41
10	5300	0,8	560	0,246	5,98	0,06	0,048	1,800	21,46	38,63	38,67	201,08
ответвление												
11	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	0,650	13,40	8,71	8,72	8,72
невязка $= (84,43 - 8,72) / 84,43 = 90\%$ $\xi = 5,7$ $d = 207$ мм												
12	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	1,170	13,40	15,67	15,68	15,68
невязка $= (149,73 - 15,68) / 149,73 = 90\%$ $\xi = 5,2$ $d = 214$ мм												
13	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	0,920	13,40	12,32	12,33	12,33

Продолжение таблицы 4.5 – Аэродинамический расчет системы вентиляции в помещении бассейна

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
невязка $= (210,74 - 12,33) / 210,74 = 94\%$ $\xi = 10,3$ $d = 188$ мм												
14	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	1,100	13,40	14,74	14,74	14,74
невязка $= (252,69 - 14,74) / 252,69 = 94\%$ $\xi = 15$ $d = 176$ мм												
15	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	1,300	13,40	17,42	17,42	17,42
невязка $= (263,04 - 17,42) / 263,04 = 94\%$ $\xi = 15$ $d = 176$ мм												
16	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	0,750	13,40	10,05	10,06	10,06
невязка $= (95,67 - 10,06) / 95,67 = 90\%$ $\xi = 2,6$ $d = 235$ мм												
17	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	1,170	13,40	15,67	15,68	15,68
невязка $= (162,41 - 15,68) / 162,41 = 90\%$ $\xi = 6,0$ $d = 207$ мм												
18	1325	0,1	315	0,078	4,73	0,08	0,008	0,920	13,40	12,32	12,33	12,33
невязка $= (201,08 - 12,33) / 201,08 = 94\%$ $\xi = 14$ $d = 178$ мм												

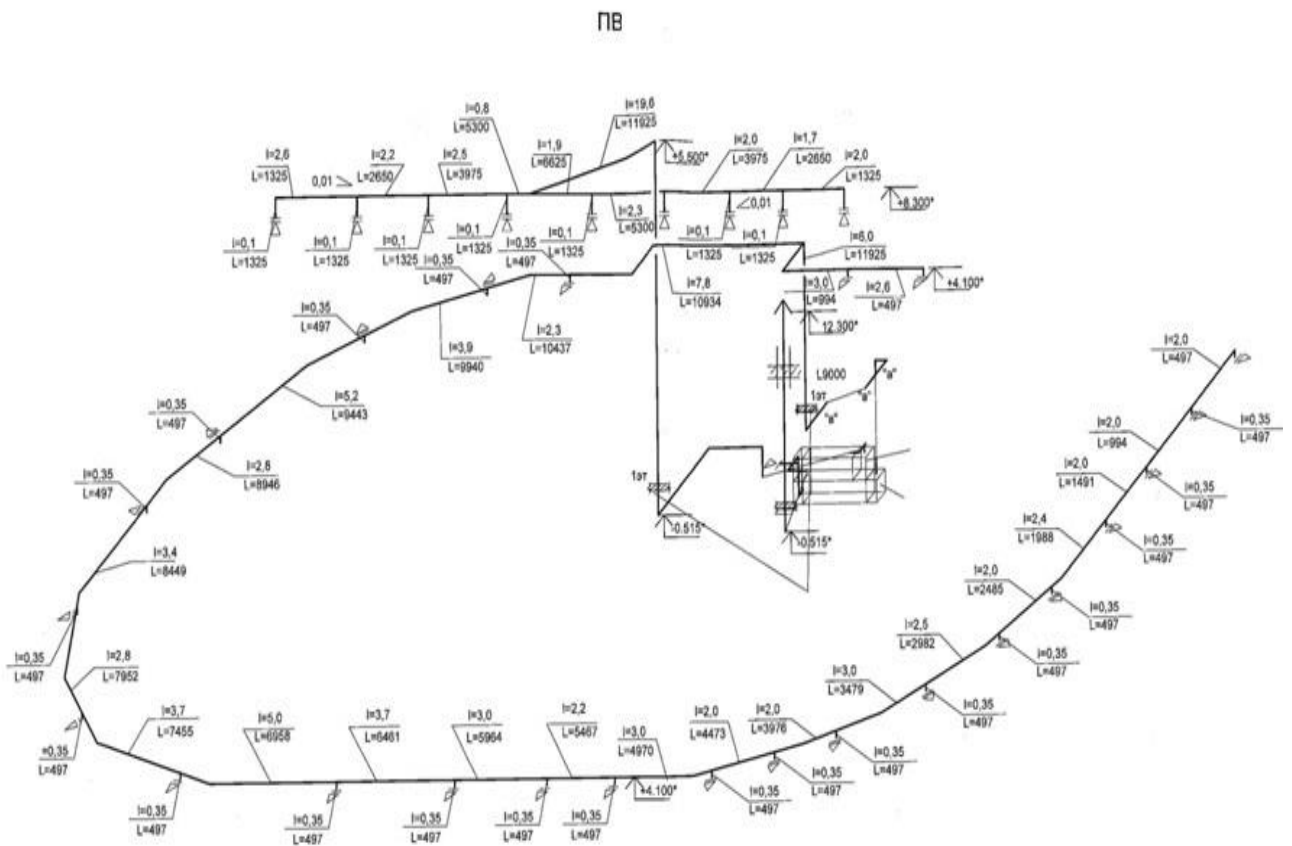


Рисунок 6 – расчетная схема системы вентиляции в помещении бассейна

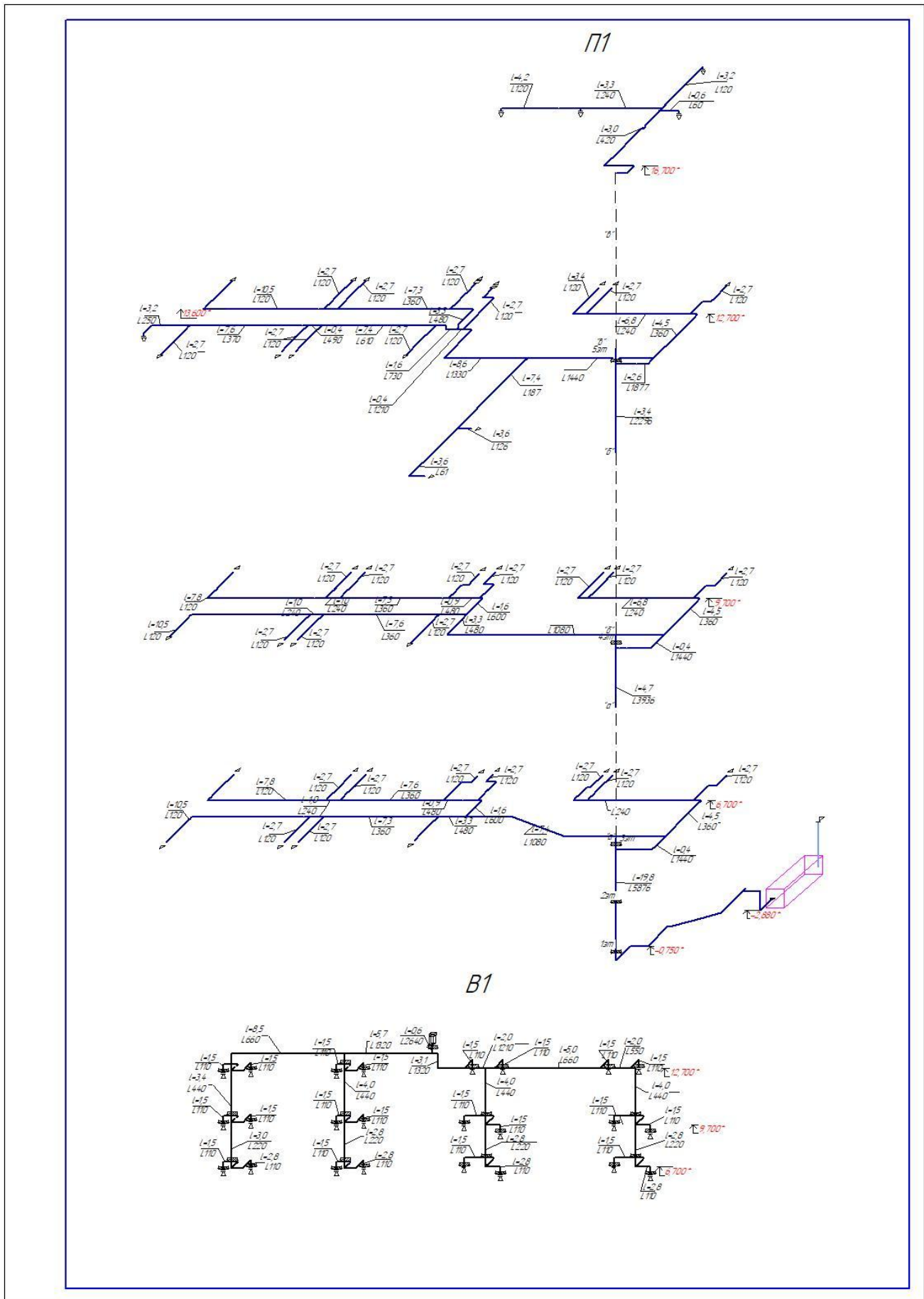


Рисунок 7 – Расчетная схема системы вентиляции в гостиничном блоке

Таблица 4.6 -Аэродинамический расчет системы вентиляции в гостинице

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Pд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Приток П1												
Магистраль												
2ВНЛ	120	0,2		0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
1	120	4	125	0,01	2,72	0,09	0,37	0,960	4,431	4,254	4,623	4,62
2	240	3,3	125	0,01	5,44	0,37	1,21	0,750	17,725	13,294	14,501	19,13
3	360	0,6	125	0,01	8,15	0,65	0,39	0,750	39,882	29,911	30,298	49,42
4	420	3	125	0,01	9,51	0,86	2,57	0,750	54,283	40,712	43,283	92,71
5	2296	10,4	280	0,06	10,36	0,31	3,21	2,810	64,435	181,06	184,27	276,98
6	3936	4,7	355	0,10	11,05	0,33	1,56	2,600	73,283	190,53	192,10	469,08
7	5876	19,8	400	0,13	13,00	0,39	7,72	1,100	101,32	111,46	119,17	588,26
Участок												
2ВНЛ	120	0,2		0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
8	120	3	125	0,01	2,72	0,07	0,20	1,710	4,431	7,577	7,776	7,78
невязка =(19,13-7,78)/19,13 =59% ξ = 2,6 d =92мм												
Ответвление 4 этаж												
2ВНЛ	250	0,2		0,85	0,08			1,400	0,004	0,006	0,006	
9	250	3,2	125	0,01	5,66	0,37	1,17	1,610	19,233	30,965	32,136	32,14
10	370	7,6	180	0,03	4,04	0,65	4,90	2,000	9,798	19,595	24,500	56,64
11	490	0,9	180	0,03	5,35	0,86	0,77	0,300	17,183	5,155	5,926	62,57
12	610	7,4	250	0,05	3,45	0,31	2,28	3,200	7,157	22,901	25,184	87,75
13	730	1,6	250	0,05	4,13	0,33	0,53	1,300	10,249	13,324	13,857	101,61
14	1210	0,4	280	0,06	5,46	0,39	0,16	0,750	17,896	13,422	13,578	115,19
15	1330	8,6	280	0,06	6,00	2,12	18,22	1,800	21,621	38,918	57,141	172,33
16	1517	8,2	280	0,06	6,85	0,17	1,37	1,200	28,128	33,754	35,123	207,45
17	1877	2,6	280	0,06	8,47	0,28	0,72	0,800	43,063	34,450	35,172	242,62
невязка =(276,98-242,62)/276,98 =12,4%												
Участок												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
18	120	10,5	125	0,01	2,72	0,12	1,29	1,610	4,431	7,134	8,426	8,43
19	240	1	140	0,02	4,33	0,19	0,19	1,030	11,265	11,603	11,789	20,22
20	360	7,3	140	0,02	6,50	0,37	2,70	1,330	25,345	33,709	36,410	56,63
21	480	3,3	200	0,03	4,25	0,14	0,48	2,630	10,819	28,453	28,929	85,56
невязка =(87,75-85,56)/87,75 =2,5%												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,200	0,001	0,001	0,001	
22	120	3,4	125	0,01	2,72	0,17	0,58	1,610	4,431	7,134	7,717	7,72
23	240	6,8	125	0,01	5,44	0,17	1,17	0,400	17,725	7,090	8,256	15,97
24	360	4,5	125	0,01	8,15	0,37	1,65	2,420	39,882	96,513	98,160	114,13
невязка =(207,45-114,13)/207,45 =44% ξ = 2,4 d =94мм												
2ВНЛ	61			0,85	0,02			1,610	0,001	1,400	1,400	
25	61	3,6	125	0,01	1,38	0,03	0,11	1,610	1,145	1,844	1,951	3,35
26	187	7,4	125	0,01	4,23	0,20	1,50	0,150	10,761	1,614	3,114	6,47
невязка =(172,33-6,47)/172,33 =96% ξ = 15 d =70мм												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
27	120	2,7	125	0,01	2,72	0,07	0,18	1,710	4,431	3,220	3,399	3,40

Продолжение таблицы 4.6 -Аэродинамический расчет системы вентиляции в гостинице

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
невязка $= (32,14-3,4)/32,14 = 87\%$ $\xi = 6,5$ $d = 81\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	0,001	0,020	0,020	
28	120	2,7	125	0,01	2,72	0,07	0,18	2,400	4,431	10,635	10,814	10,83
невязка $= (56,64-10,83)/56,64 = 80\%$ $\xi = 11,6$ $d = 74\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,07			1,400	0,003	0,020	0,020	
29	120	2,7	125	0,01	2,72	0,07	0,18	1,710	4,431	3,220	3,399	3,42
невязка $= (62,57-3,42)/62,57 = 95\%$ $\xi = 13,3$ $d = 72\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
30	120	2,7	125	0,01	2,72	0,07	0,18	1,000	4,431	4,431	4,610	4,61
невязка $= (87,75-4,61)/87,75 = 95\%$ $\xi = 15$ $d = 70\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
31	120	2,7	125	0,01	2,72	0,07	0,18	1,710	4,431	3,220	3,399	3,40
невязка $= (101,61-3,4)/101,61 = 96\%$ $\xi = 15$ $d = 70\text{мм}$												
Ответвление 3 этаж												
2ВНЛ	120	0,2		0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
32	120	7,6	125	0,01	2,72	0,09	0,71	2,000	4,431	8,863	9,570	9,57
33	240	3,2	125	0,01	5,44	0,37	1,17	0,300	17,725	5,318	6,488	16,06
34	360	7,6	160	0,02	4,98	0,70	5,29	3,200	14,857	47,542	52,835	68,89
35	480	0,9	160	0,02	6,63	0,27	0,24	0,000	26,412	0,000	0,242	69,13
36	600	7,4	200	0,03	5,31	0,15	1,13	0,960	16,904	16,228	17,355	86,49
37	1080	1,6	200	0,03	9,55	0,33	0,53	0,210	54,769	11,501	12,032	98,52
38	1440	0,4	315	0,08	5,14	0,32	0,13	4,210	15,823	66,615	66,743	165,26
невязка $= (469,08-165,26)/469,08 = 65\%$ $\xi = 5,5$ $d = 210\text{мм}$												
Участок												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400				
41	120	10,5	125	0,01	2,72	0,09	0,98	0,000	4,431	0,000	0,977	0,98
42	240	1	160	0,02	3,32	0,34	0,34	1,610	6,603	10,631	10,971	11,95
43	360	7,3	160	0,02	4,98	0,69	5,06	0,820	14,857	12,183	17,238	29,19
44	480	3,3	180	0,03	5,24	1,02	3,36	2,000	16,489	32,978	36,339	65,53
невязка $= (86,49-65,53)/86,49 = 24\%$ $\xi = 1,5$ $d = 158\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400				
45	120	3,4	125	0,01	2,72	0,09	0,32	0,400	4,431	1,773	2,089	2,09
46	240	6,8	140	0,02	4,33	0,34	2,34	2,420	11,265	27,260	29,597	31,69
47	360	4,5	140	0,02	6,50	0,32	1,44	1,810	25,345	45,875	47,315	76,91
невязка $= (98,52-76,91)/98,52 = 22\%$ $\xi = 0,9$ $d = 134\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400				
48	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,25	1,710	4,431	1,400	1,651	1,65
невязка $= (9,57-1,65)/9,57 = 83\%$ $\xi = 2$ $d = 96\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400				
49	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,25	1,700	4,431	7,530	7,781	7,78
невязка $= (16,06-7,78)/16,06 = 52\%$ $\xi = 1,9$ $d = 74\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,09			1,400	0,005	0,020	0,020	
50	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,25	1,710	4,431	7,530	7,781	7,80
невязка $= (68,89-7,8)/68,89 = 89\%$ $\xi = 14$ $d = 71\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	

Продолжение таблицы 4.6 -Аэродинамический расчет системы вентиляции в гостинице

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
51	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,25	1,700	4,431	7,533	7,784	7,79
невязка $= (69,13-7,79)/69,13 = 89\%$ $\xi = 14$ $d = 71\text{мм}$												
Ответвление 2 этаж												
2ВНЛ	120	0,2		0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
53	120	7,6	125	0,01	2,72	0,09	0,71	2,000	4,431	8,863	9,570	9,57
54	240	3,2	125	0,01	5,44	0,37	1,17	0,300	17,725	5,318	6,488	16,06
55	360	7,6	160	0,02	4,98	0,70	5,29	3,410	14,857	50,662	55,955	72,01
56	480	0,9	180	0,03	5,24	0,38	0,34	0,000	16,489	0,000	0,343	72,35
57	600	7,4	250	0,05	3,40	0,16	1,15	0,750	6,924	5,193	6,346	78,70
58	1080	1,6	315	0,08	3,85	0,34	0,54	0,420	8,900	3,738	4,278	82,98
59	1440	0,4	400	0,13	3,18	0,32	0,13	9,200	6,085	55,986	56,115	139,09
невязка $= (588,26-139,09)/588,26 = 65\%$ $\xi = 7,7$ $d = 253\text{мм}$												
Участок												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400				
62	120	10,5	125	0,01	2,72	0,09	0,98	1,610	4,431	7,134	8,111	8,11
63	240	1	125	0,01	5,44	0,37	0,37	0,400	17,725	7,090	7,456	15,57
64	360	7,3	140	0,02	6,50	0,70	5,08	2,000	25,345	50,691	55,771	71,34
65	480	3,3	250	0,05	2,72	1,01	3,33	0,500	4,431	2,216	5,544	76,88
невязка $= (78,7-76,88)/78,7 = 3\%$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400				
66	120	3,4	110	0,01	3,51	0,14	0,48	0,820	7,389	6,059	6,537	6,54
67	240	6,8	125	0,01	5,44	0,37	2,49	2,000	17,725	35,450	37,938	44,48
68	360	4,5	160	0,02	4,98	0,37	1,65	1,810	14,857	26,891	28,545	73,02
невязка $= (82,98-73,02)/82,98 = 12\%$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	1,400	1,960	1,960	
69	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,24	1,710	4,431	7,530	7,770	9,73
невязка $= (9,57-9,73)/9,57 = -1,6\%$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	1,400	0,020	0,020	
70	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,24	1,700	4,431	7,533	7,776	7,80
невязка $= (16,06-7,80)/16,06 = 52\%$ $\xi = 2$ $d = 96\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,00			1,400	1,400	0,020	0,020	
71	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,24	1,710	4,431	7,530	7,773	7,79
невязка $= (72,01-7,79)/72,01 = 90\%$ $\xi = 14,5$ $d = 71\text{мм}$												
2ВНЛ	120			0,85	0,04			1,400	0,001	0,001	0,001	
72	120	2,7	125	0,01	2,72	0,09	0,24	1,700	4,431	7,533	7,776	7,78
невязка $= (72,35-7,78)/72,35 = 90\%$ $\xi = 14,5$ $d = 71\text{мм}$												
Вытяжка М												
1	110	2,8	125	0,012	2,49	0,08	0,23	3,630	3,724	13,516	13,742	
2	220	2,8	125	0,012	4,98	0,27	0,75	0,750	14,894	11,171	11,925	25,67
3	440	4	140	0,015	7,94	0,54	2,15	0,750	37,862	28,396	30,549	56,22
4	550	2	140	0,015	9,93	0,81	1,62	0,000	59,159	0,000	1,622	57,84
5	660	5	160	0,020	9,12	0,59	2,97	0,250	49,936	12,484	15,455	73,29
6	770	0,5	160	0,020	10,64	0,76	0,38	0,250	67,969	16,992	17,374	90,67
7	1210	2	200	0,031	10,70	0,61	1,23	0,600	68,748	41,249	42,478	133,14
8	1320	3,1	225	0,040	9,23	0,41	1,26	0,720	51,077	36,775	38,040	171,18
9	2620	0,6	280	0,062	11,83	0,50	0,30	0,000	83,903	0,000	0,299	171,48
Участок												

Продолжение таблицы 4.6 -Аэродинамический расчет системы вентиляции в гостинице

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	110	2,8	110	0,009	3,22	0,15	0,41	3,630	6,209	22,539	22,951	
11	220	3	125	0,012	4,98	0,27	0,81	0,750	14,894	11,171	11,979	34,93
12	440	3,4	140	0,015	7,94	0,54	1,83	0,750	37,862	28,396	30,226	65,16
13	660	9	140	0,015	11,92	1,14	10,22	0,460	85,189	39,187	49,406	114,56
14	1320	5,7	200	0,031	11,68	0,72	4,13	0,000	81,815	0,000	4,130	118,69
Ответвление												
15	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,160	3,724	11,766	11,887	11,89
невязка $= (25,67 - 11,89) / 25,67 = 54\%$ $\xi = 3,7$ $d = 74\text{мм}$												
16	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,580	3,724	13,330	13,451	13,45
невязка $= (56,62 - 13,45) / 13,45 = 76\%$ $\xi = 3,3$ $d = 90\text{мм}$												
17	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,330	3,724	12,399	12,520	12,52
невязка $= (57,84 - 12,52) / 57,84 = 78\%$ $\xi = 11,7$ $d = 79\text{мм}$												
18	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,510	3,724	13,070	13,190	13,19
невязка $= (73,29 - 13,19) / 73,29 = 82\%$ $\xi = 12$ $d = 73\text{мм}$												
19	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,510	3,724	13,070	13,190	13,19
невязка $= (90,67 - 13,19) / 90,67 = 86\%$ $\xi = 15$ $d = 71\text{мм}$												
20	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	0,960	3,724	3,575	3,695	3,70
невязка $= (133,14 - 3,7) / 133,14 = 97\%$ $\xi = 15$ $d = 71\text{мм}$												
Участок												
21	110	2,8	125	0,012	2,49	0,06	0,17	3,630	3,724	13,516	13,682	
22	220	3	125	0,012	4,98	0,27	0,81	0,750	14,894	11,171	11,979	25,66
23	440	3,4	140	0,015	7,94	0,54	1,83	0,750	37,862	28,396	30,226	55,89
24	660	8,5	140	0,015	11,92	1,14	9,65	0,460	85,189	39,187	48,838	104,73
25	1320	5,7	200	0,031	11,68	0,72	4,11	0,000	81,815	0,000	4,109	108,83
Ответвление												
26	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,160	3,724	11,766	11,887	11,89
невязка $= (13,682 - 11,89) / 13,682 = 13\%$												
27	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,580	3,724	13,330	13,451	13,45
невязка $= (25,66 - 13,45) / 25,66 = 48\%$ $\xi = 3,3$ $d = 90\text{мм}$												
28	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,330	3,724	12,399	12,520	12,52
невязка $= (55,89 - 12,52) / 55,89 = 78\%$ $\xi = 12,5$ $d = 73\text{мм}$												
29	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,510	3,724	13,070	13,190	13,19
невязка $= (104,73 - 13,19) / 104,73 = 87\%$ $\xi = 7,5$ $d = 79\text{мм}$												
30	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	3,510	3,724	13,070	13,190	13,19
невязка $= (108,83 - 13,19) / 108,83 = 88\%$ $\xi = 7,5$ $d = 79\text{мм}$												
Ответвление												
31	110	2,8	125	0,012	2,49	0,08	0,23	4,030	3,724	15,006	15,231	
32	220	3	125	0,012	4,98	0,27	0,81	0,750	14,894	11,171	11,979	27,21
33	440	3,4	140	0,015	7,94	0,54	1,83	0,750	37,862	28,396	30,226	57,44
невязка $= (12,52 - 5,26) / 12,52 = 71\%$ $\xi = 2,2$ $d = 95\text{мм}$												
34	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	0,750	3,724	2,793	2,913	2,91
невязка $= (11,89 - 2,91) / 11,89 = 76\%$ $\xi = 2,4$ $d = 94\text{мм}$												
35	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	0,960	3,724	3,575	3,695	3,70
невязка $= (13,45 - 3,7) / 13,45 = 73\%$ $\xi = 2,6$ $d = 96\text{мм}$												
36	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	0,960	3,724	3,575	3,695	3,70
невязка $= (12,52 - 3,7) / 12,52 = 71\%$ $\xi = 2,2$ $d = 95\text{мм}$												

Продолжение таблицы 4.6 -Аэродинамический расчет системы вентиляции в гостинице

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
37	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	1,380	3,724	5,138	5,259	5,26
невязка =(13,19-5,26)/13,19 =60% $\xi = 1,4$ d =100мм												
38	110	1,5	125	0,012	2,49	0,08	0,12	1,130	3,724	4,208	4,328	4,33
невязка =(13,19-4,33)/13,19 =67% $\xi = 2,5$ d =94мм												

Таблица 4.7- Аэродинамический расчет системы вентиляции в кафе

№ участка	L, м3/ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	$\Sigma \varepsilon$	Pд, Па	Z, Па	RL+Z	$\Sigma RL+Z$
		l, м	d, мм	F, м2	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Приток П2												
Магистраль												
2ВНЛ	290			0,85	0,09			1,40	0,01	0,008	0,01	
1	290	6,4	160	0,02	4,01	0,12	0,75	0,61	9,64	5,881	6,63	6,64
2	580	11,7	250	0,05	3,28	0,06	0,65	1,97	6,47	12,74	13,40	20,03
3	875	3,8	250	0,05	4,95	0,10	0,37	1,02	14,7	15,02	15,39	35,43
4	1460	3,7	250	0,05	8,27	0,29	1,09	2,00	41,0	81,99	83,08	118,51
5	2045	11,4	355	0,10	5,74	0,08	0,91	1,53	19,7	30,26	31,18	149,69
6	2630	3,6	400	0,13	5,82	0,08	0,30	1,20	20,3	24,35	24,66	174,34
7	3215	4	400	0,13	7,11	0,13	0,53	1,20	30,3	36,40	36,93	211,27
8	3800	2	400	0,13	8,40	0,18	0,35	1,41	42,3	59,75	60,10	271,38
9	5250	4,5	500	0,20	7,43	0,11	0,49	1,60	33,1	53,01	53,50	324,88
10	5374	4,1	500	0,20	7,61	0,11	0,46	1,60	34,7	55,54	56,00	380,88
11	5498	4	500	0,20	7,78	0,12	0,46	1,60	36,3	58,13	58,60	439,48
12	5622	10,1	500	0,20	7,96	0,12	1,20	1,80	37,9	68,76	69,97	509,45
13	5746	20,6	500	0,20	8,13	0,13	2,58	3,07	39,6	121,8	124,4	633,88
невязка =(6,64-4,34)/6,64=35% $\xi = 1$ d =165 мм												
2ВНЛ	295			0,85	0,10			0,33	0,01	0,002	0,01	
14	295	2	225	0,04	2,03	0,02	0,05	1,740	2,47	4,290	4,33	4,34
невязка =(20,03-5,69)/20,03=72% $\xi = 3$ d =116 мм												
2ВНЛ	295			0,85	0,10			0,330	0,01	0,002	0,01	
15	295	2	160	0,02	4,08	0,14	0,29	0,54	9,98	5,387	5,68	5,69
невязка =(35,43-21,73)/35,43=38% $\xi = 1,4$ d =160 мм												
2ВНЛ	295			0,85	0,10			1,50	0,01	0,020	0,02	
16	295	2	225	0,04	2,06	0,02	0,04	1,710	2,55	4,362	4,40	4,41
17	585	2	225	0,04	4,09	0,08	0,17	1,710	10,0	17,15	17,32	21,73
невязка =(118,51-80,7)/118,51=31% $\xi = 1,8$ d =125 мм												
2ВНЛ	295			0,85	0,10			1,50	0,01	0,020	0,02	
18	295	2	160	0,02	4,08	0,14	0,29	1,71	9,98	17,06	17,35	17,37
19	585	2	160	0,02	8,09	0,48	0,95	1,59	39,2	62,37	63,33	80,70
невязка =(149,69-85,6)/149,69=43% $\xi = 2,3$ d =123 мм												
2ВНЛ	295			0,85	0,10			1,50	0,01	0,008	0,01	
20	295	2,5	160	0,02	4,08	0,14	0,36	1,71	9,98	17,06	17,42	17,44
21	585	2,3	160	0,02	8,09	0,48	1,10	1,71	39,23	67,08	68,18	85,60
невязка =(174,34-55,4)/174,34=68% $\xi = 4,0$ d =112 мм												
2ВНЛ	295			0,85	0,10			1,50	0,01	0,008	0,01	
22	295	2,5	160	0,02	4,08	0,14	0,36	1,71	9,98	17,06	17,42	17,43
23	585	2,3	160	0,02	8,09	0,48	1,10	0,94	39,23	36,87	37,97	55,40
невязка =(174,34-55,4)/174,34=68% $\xi = 4,0$ d =112 мм												
2ВНЛ	295			0,85	0,10			1,50	0,01	0,008	0,01	
24	295	2,5	160	0,02	4,08	0,14	0,36	1,71	9,98	17,06	17,42	17,43

Продолжение таблицы 4.7- Аэродинамический расчет системы вентиляции в кафе

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	585	2,3	160	0,02	8,09	0,48	1,10	1,71	39,23	67,08	68,18	85,61
невязка $= (211,27-85,61)/211,27=60\%$ $\xi = 4,7$ $d=110$ мм												
2ВНЛ	290			0,85	0,09			1,50	0,01	0,008	0,01	
26	290	5,4	160	0,02	4,01	0,14	0,76	1,92	9,64	18,51	19,27	19,28
27	870	4	200	0,03	7,70	0,15	0,58	1,42	35,54	50,46	51,05	70,32
28	1450	1,6	250	0,05	8,21	0,29	0,47	1,32	40,44	53,37	53,84	124,16
невязка $= (271,38-124,16)/271,38=54\%$ $\xi = 5$ $d=170$ мм												
2ВНЛ	124			0,85	0,72			1,50	0,31	0,468	0,47	
30	124	4,4	80	0,01	6,86	0,72	3,17	1,71	28,20	48,22	51,40	51,87
невязка $= (324,88-51,87)/324,88=84\%$ $\xi = 9,6$ $d=61$ мм												
2ВНЛ	124			0,85	0,04			0,73	0,31	0,226	0,23	
31	124	4,4	80	0,01	6,86	0,72	3,17	1,15	28,20	32,43	35,61	35,83
невязка $= (380,88-35,83)/380,88=90\%$ $\xi = 12$ $d=58$ мм												
2ВНЛ	124			0,85	0,04			0,73	0,31	0,226	0,23	
32	124	4,4	80	0,01	6,86	0,72	3,17	1,71	28,20	48,22	51,40	51,63
невязка $= (439,38-51,63)/439,38=88\%$ $\xi = 13,7$ $d=56$ мм												
	124			0,85	0,04			1,50	0,31	0,465	0,47	
33	124	12,4	80	0,01	6,86	0,72	8,94	1,61	28,20	45,40	54,35	54,81
невязка $= (509,45-54,81)/509,45=89\%$ $\xi = 15$ $d=56$ мм												
2ВНЛ	290			0,85	0,72			1,50	0,31	0,468	0,47	
34	290	2,4	160	0,02	4,01	0,14	0,34	1,71	9,64	3,220	3,56	3,56
35	580	4	160	0,02	8,02	0,47	1,88	1,71	38,56	3,220	5,10	8,65
невязка $= (70,32-8,65)/70,32=88\%$ $\xi = 1,6$ $d=126$ мм												
2ВНЛ	290			0,85	0,72			1,50	0,31	0,468	0,47	
36	290	2,4	160	0,02	4,01	0,50	1,20	1,71	9,64	3,220	4,42	4,42
37	580	3,2	160	0,02	8,02	0,47	1,50	1,71	38,56	3,220	4,72	9,14
невязка $= (124,16-9,14)/124,16=93\%$ $\xi = 3$ $d=116$ мм												
Вытяжка М												
1	335	7,7	180	0,02	3,66	0,66	5,12	2,97	8,03	23,85	28,97	
2	670	2,8	180	0,02	7,32	0,35	0,97	0,92	32,13	29,55	30,53	59,50
3	1340	3,2	250	0,04	7,59	0,26	0,82	0,30	34,53	10,36	11,18	70,68
4	2015	2,8	280	0,06	9,09	0,31	0,86	0,35	49,63	17,37	18,23	88,90
5	2690	1,8	355	0,09	7,55	0,17	0,30	0,20	34,23	6,846	7,14	96,05
6	3025	1,3	355	0,09	8,49	0,21	0,27	0,42	43,29	18,18	18,45	114,50
7	4035	6,9	355	0,09	11,3	0,35	2,41	0,21	77,02	16,17	18,58	133,08
8	5250	6,1	355	0,09	14,7	0,65	3,96	0,21	130,38	27,38	31,34	164,42
Участок												
7	405	3	160	0,02	5,60	0,24	0,73	2,97	18,80	55,8	56,57	
8	810	3	200	0,03	7,17	0,47	1,41	1,20	30,81	36,96	38,38	94,96
9	1215	3	355	0,09	3,41	1,11	3,34	1,61	6,98	11,24	14,58	109,54
невязка $= (133,08-109,54)/133,08=15\%$												
11	335	4	180	0,02	3,66	0,10	0,40	0,21	8,03	1,687	2,09	2,09
невязка $= (59,5-2,09)/59,5=97\%$ $\xi = 7,5$ $d=225$ мм												
12	340	2,5	180	0,02	3,71	0,10	0,26	0,71	8,27	5,874	6,13	6,13
13	675	2,3	200	0,03	5,97	0,24	0,54	0,50	21,39	10,69	11,24	11,24
невязка $= (70,68-11,24)/70,68=84\%$ $\xi = 2,8$ $d=147$ мм												
14	340	2,5	180	0,02	3,71	0,10	0,26	0,71	8,27	5,874	6,13	6,13
15	675	2,3	200	0,03	5,97	0,24	0,54	0,50	21,39	10,69	11,24	11,24
невязка $= (88,9-11,24)/88,9=88\%$ $\xi = 4,2$ $d=137$ мм												
16	340	2,5	180	0,02	3,71	0,10	0,26	0,71	8,27	5,874	6,13	6,13
17	675	2,3	200	0,03	5,97	0,24	0,54	0,30	21,39	6,418	6,96	13,09
невязка $= (96,05-13,09)/96,05=86\%$ $\xi = 5$ $d=135$ мм												
18	340	2,5	180	0,02	3,71	0,10	0,26	0,71	8,27	5,874	6,13	6,13
19	675	2,3	200	0,03	5,97	0,24	0,54	0,30	21,39	6,418	6,96	13,09
невязка $= (114,5-13,09)/114,5=89\%$ $\xi = 5$ $d=135$ мм												
20	405	1,4	180	0,02	4,42	0,14	0,19	0,96	11,74	11,26	11,46	11,46
невязка $= (94,96-11,46)/94,96=88\%$ $\xi = 11$ $d=118$ мм												
21	405	1,4	180	0,02	4,42	0,14	0,19	1,38	11,74	16,20	16,39	16,39

Продолжение таблицы 4.7- Аэродинамический расчет системы вентиляции в кафе

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
невязка $= (109,54 - 16,39) / 109,54 = 85\%$ $\xi = 13$ $d = 115$ мм												

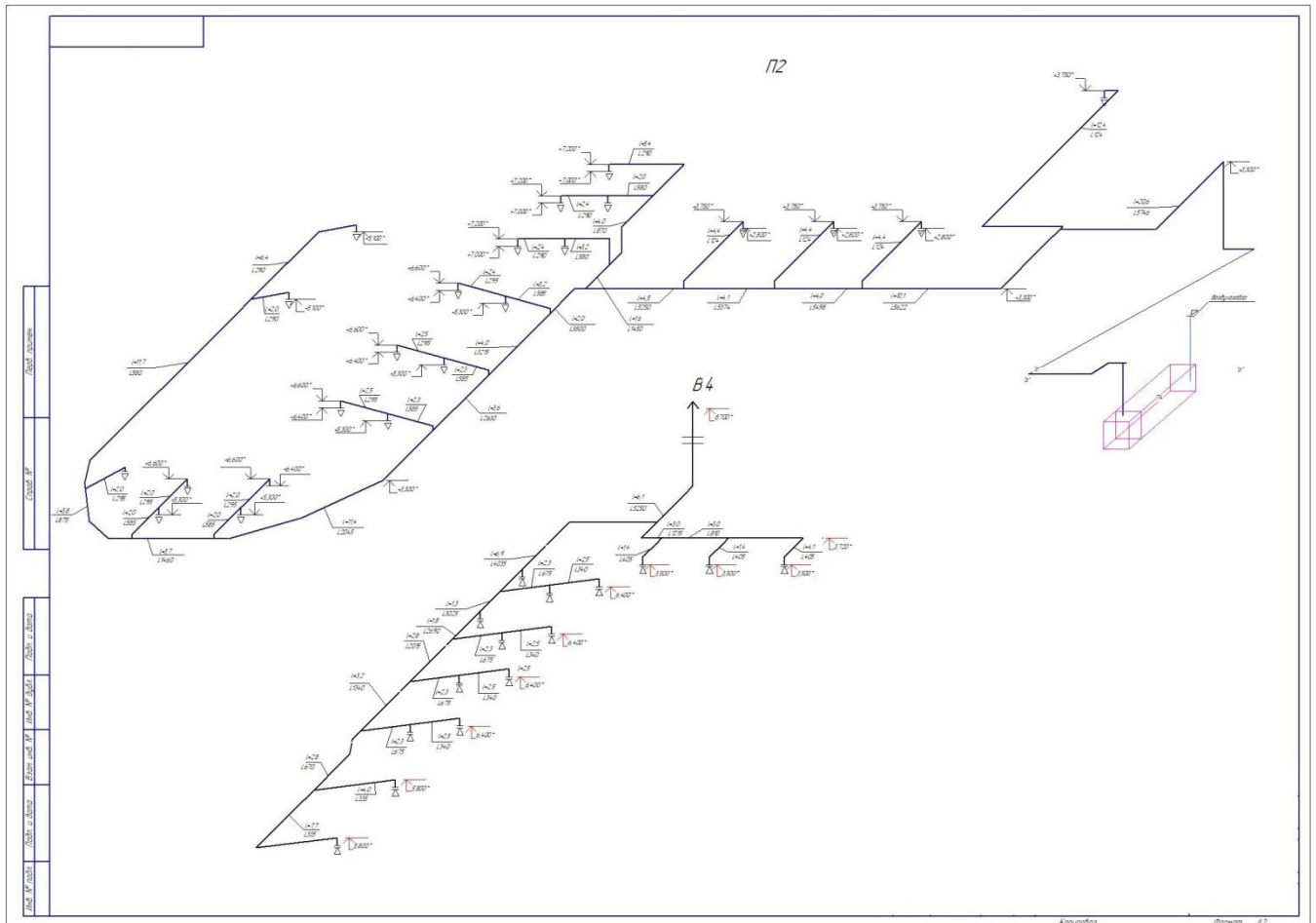


Рисунок 8 – расчетная схема системы вентиляции в помещении кафе

4.2.4 Расчет и подбор оборудования

Оборудование подобрано для систем П2, В2 в программе фирмы «KORF», представленной на официальном сайте [16]. Оборудование для систем П3, В4, ПВ1 подобрано аналогично.

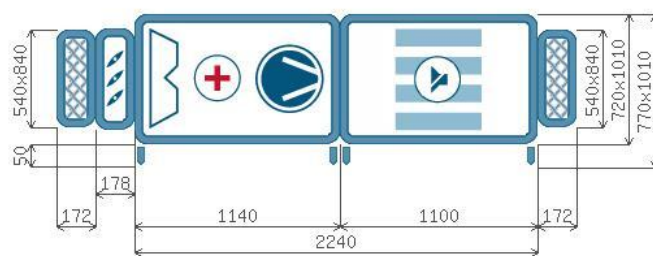
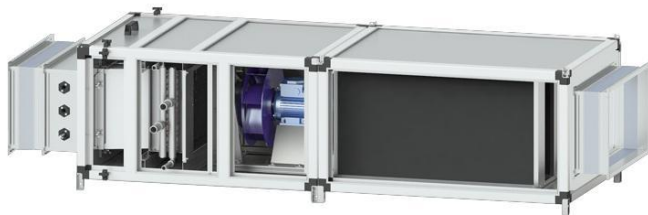
АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г.Самара 443080, Самарская обл.	PHONE / FAX	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR19-180545/1
	МЕНЕДЖЕР	EMAIL

Проект: П1 (L=5876 м³/ч, Pс=222 Па)

UTR 80-50 А.3.35-2.2х30.N [Напольная]

	Заданные	Расчетные
Производительность	5876 м ³ /ч	6075 м ³ /ч
Свободный напор	222 Па	222 Па

Типоразмер	80-50
Длина установки, мм	2240
Масса, кг	420
Сторона обслуживания	Слева



А x B - Высота x Ширина

Наименование	Размеры, ДхШхВ мм	Масса, кг	Потери давления, Па
Фильтрация + нагревание + вентилятор	1140 x 1010 x 720	151	198
Вставка карманная фильтрующая укороченная фильтр EU-3 EU3	350 x 935 x 645	24	73
Заслонка торцевая	178 x 884 x 564	12	4
Гибкая вставка боковая	172 x 840 x 540	4	0
Вставка карманная фильтрующая укороченная фильтр EU-3 EU3	350 x 935 x 645	24	73
Шумоглушитель удлиненный	1100 x 1010 x 720	74	31
Гибкая вставка боковая	172 x 840 x 540	4	0



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г.Самара 443080, Самарская обл. Самара г , Карла Маркса пр- кт, 201Б, оф.202	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR19-180545/1
	МЕНЕДЖЕР	EMAIL

Характеристики секций

Вентилятор	Приточный	Вытяжной
Обозначение	V1.35-2.2x30.N	
Производительность (L), м ³ /ч	6074.9	
Статическое давление (Pст), Па	593	
Свободное давление (Pс), Па	222	
Дорегулирование (Рд), Па	138.2	
Частота (f), Гц	50	
Рабочее число оборотов (nр), об/мин	2860	
Номинальное число оборотов (nн), об/мин	2860	
Тип посадки	прямая посадка	
Установочная мощность (Nуст), кВт	2.2	
Потребляемая мощность (Nп), кВт	1.69	
Напряжение (U) / Ток (I), А	380/4.9	
Скорость воздуха в сечении (Vс), м/с	4.1	
Масса, кг	84	

Фильтр Приточный	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	FKU			
Класс очистки	EU3			
Потери давления по воздуху	73			
Степень загрязнения	0			
Масса	24			

Нагреватели	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	WWN.3			
Мощность нагрева	96.86 кВт			
Мощность нагрева (установочная)				
Напряжение/Число ступеней				
Потеря давления по воздуху	125.3 Па			
t°/влажность вход. воз.	-29 C°			
t°/влажность выход. воз.	+20 C°			
t° вход. Воды	150 C°			
t° вых. Воды	70 C°			
Расход воды	1.08 м ³ /ч			
Потеря давления по воде	2.2 кПа			
Подсоединение по воде	G 1"			
Рядность	3			
Содержание гликоля	0			
Масса	43 кг			



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г.Самара 443080, Самарская обл. Самара г , Карла Маркса пр- кт, 201Б, оф.202	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR19-180545/1
	МЕНЕДЖЕР	EMAIL

Концевые элементы	Обозначение	Потери давления (Па)	Уст. мощн. (кВт)	Напряжение (В)	Масса (кг)
Заслонка торцевая	ZR	4	0		12
Шумоглушитель удлиненный	SGD	30.6			74
Гибкая вставка боковая	WG	0			4
Гибкая вставка боковая	WG	0			4

Акустические характеристики

Полосы октав, Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сум. дБА
На всасывании	64	76	83	83	80	76	70	88
На нагнетании	52	61	62	44	31	31	32	65
К Окружению	59	69	71	70	68	57	49	76

Автоматика

Наименование	Количество
Блок управления: CHU CR1-W-30-1A6	1
Смесительный узел SURP 40-2.5 обратной конфигурации	1
Датчик перепада давления 500 Па DPD-5 с контактором	1
Датчик температуры канальный STK-3	1

Датчик температуры воды погружной VSP-3	1
Датчик наружной температуры STN-3	1
Термостат КР 61 (060L126466) 6 м	1
Привод воздушной заслонки GPC 321.1A	1



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г. Самара 443080, Самарская обл. Самара г., Карла Маркса пр- кт, 201Б, оф.202	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR19-180545/1
	МЕНЕДЖЕР КОРНЕЕВ Андрей	EMAIL

Проект: В1 (L=2620 м³/ч, Pс=200 Па)

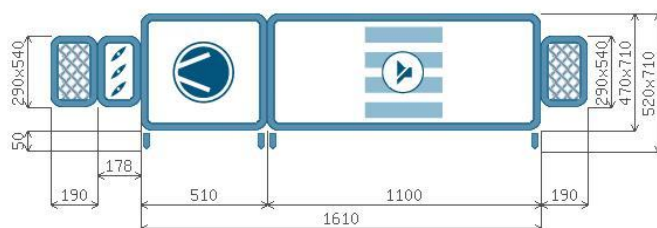
UTR 50-25 V1.25-0.55x30.R [Напольная]



	Заданные	Расчетные
Производительность	2620 м ³ /ч	2620 м ³ /ч
Свободный напор	200 Па	200 Па



Типоразмер	50-25
Длина установки, мм	1610
Масса, кг	98.6
Сторона обслуживания	Слева



А x В - Высота x Ширина



Продолжение таблицы 4.4 – Тепловой расчет нагревательных приборов

Наименование	Размеры, ДхШхВ мм	Масса, кг	Потери давления, Па
Шумоглушитель удлиненный	1100 x 710 x 470	44	131
Гибкая вставка боковая	190 x 540 x 290	2.5	0
Вентилятор (выхлоп прямо) (0,55кВт)	510 x 710 x 470	43	0
Заслонка торцевая	178 x 540 x 290	6.6	9
Гибкая вставка боковая	190 x 540 x 290	2.5	0



АДРЕС Обособленное подразделение ООО "КОРФ" в г.Самара 443080, Самарская обл. Самара г , Карла Маркса пр- кт, 201Б, оф.202	PHONE / FAX +7(846)2110063	ПРЕДЛОЖЕНИЕ KR19-180545/1
	МЕНЕДЖЕР КОРНЕЕВ Андрей	EMAIL

Характеристики секций

Вентилятор	Приточный	Вытяжной
Обозначение		V1.25-0.55x30.R
Производительность (L), м ³ /ч		2620
Статическое давление (Рст), Па		340
Свободное давление (Рс), Па		200
Дорегулирование (Рд), Па		0
Частота (f), Гц		60
Рабочее число оборотов (nр), об/мин		3282

Номинальное число оборотов (пн), об/мин		2730
Тип посадки		прямая посадка
Установочная мощность (N _{уст}), кВт		0.55
Потребляемая мощность (N _п), кВт		0.47
Напряжение (U) / Ток (I), А		380/1.4
Скорость воздуха в сечении (V _с), м/с		5.8
Масса, кг		43

Концевые элементы	Обозначение	Потери давления (Па)	Уст. мощн. (кВт)	Напряжение (В)	Масса (кг)
Заслонка торцевая	ZR	9	0		6.6
Шумоглушитель удлиненный	SGD	131			44
Гибкая вставка боковая	WG	0			2.5
Гибкая вставка боковая	WG	0			2.5

Акустические характеристики

Полосы октав, Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сум. дБА
На всасывании	40	53	50	39	31	31	29	55
На нагнетании	61	73	81	81	78	74	67	86
К Окружению	54	64	67	66	64	53	44	72

Автоматика

Наименование	Количество
Привод воздушной заслонки GDB 331.1E/КФ	1
Комплект частотного преобразователя FC-051P1K75 (0,75 кВт, 4,2 А, 220 В) №132F0003	1

4.2.5 Расчет и подбор оборудования вентиляции специального назначения.

Для обеспечения параметров микроклимата и энергосбережения в помещениях плавательных бассейнов предусматривается применение блочной приточно-вытяжной установки. В данной установке происходит процесс рециркуляции и рекуперации, при которых возможно выпадение конденсата. В свою очередь, эта установка может рассматриваться в качестве осушителя воздуха.

В зависимости от параметров наружного воздуха приточно-вытяжная установка работает в разных режимах, которые представлены ниже [16].

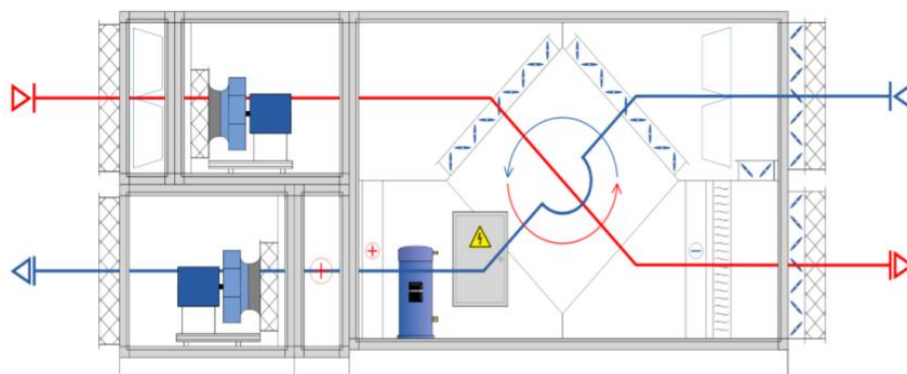


Рисунок 9 – Режим эксплуатации летний при температуре наружного воздуха выше либо равной $+22^{\circ}\text{C}$.

Наружный воздух проходит через байпас рекуператора, чтобы избежать нежелательной рекуперации теплоты. Отсутствует тепловлажностная обработка воздуха.

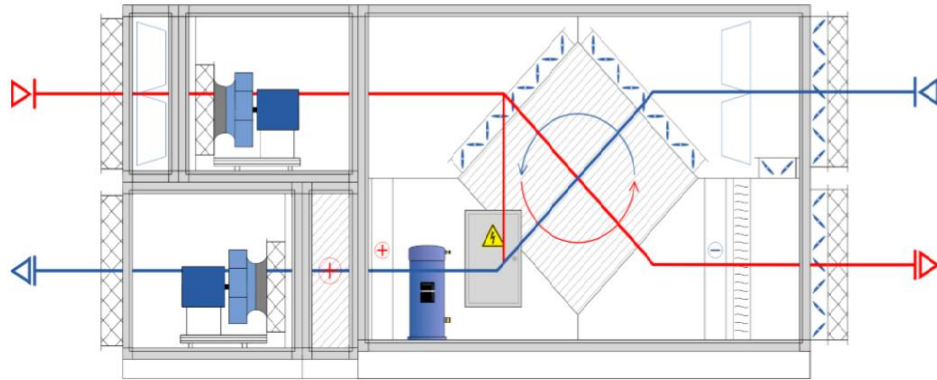


Рисунок 10 – Режим эксплуатации установки в холодный период при температуре наружного воздуха меньше 0°C

Наружный воздух, попадая в рекуператор, нагревается удаляемым воздухом, после смешивается в блоке рециркуляции. Если температура приточного воздуха будет недостаточной, то воздух подогревается в калорифере и после подается в помещение. Влажность поддерживается с помощью датчика влажности, установленного на вытяжном потоке.

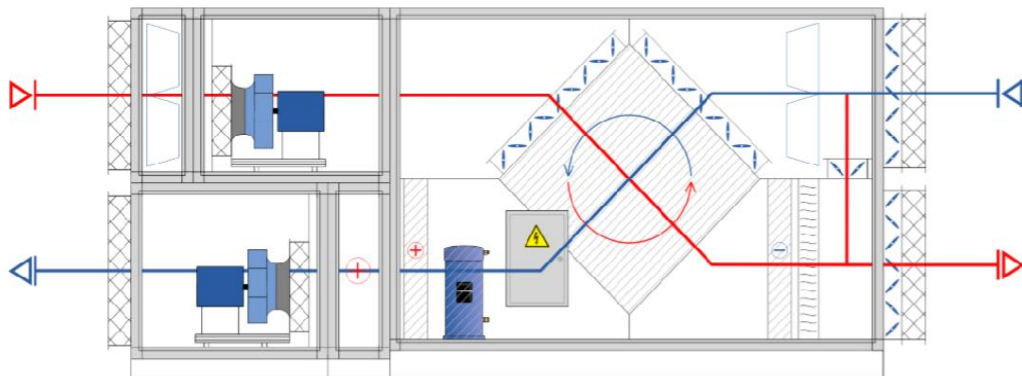


Рисунок 11 – Режим эксплуатации установки в переходный период при температуре наружного воздуха равной 0°C или в теплый период при температуре от 0°C до +22°C

Наружный воздух, попадает в блок рециркуляции, смешивается с удаляемым воздухом, после направляется в рекуператор. Если мощности нагрева в тепловом насосе недостаточно, то воздух подогревается в калорифере до требуемых параметров и после подается в помещение. Влажность поддерживается с помощью датчика влажности, установленного на вытяжном

потоке. Однако при смешении наружного и удаляемого воздуха в блоке рециркуляции есть вероятность выпадения конденсата, которой нельзя пренебречь.

Для оценки работы установки в переходный период были произведены расчеты, в ходе которых был рассчитан и подобран рекуператор[17], построены $i-d$ диаграммы, которые представлены ниже, так же расчеты позволили сделать вывод, что максимальное выпадение конденсата наблюдается в апреле – 33770 г/ч, а минимальное – в сентябре - 4421 г/ч.

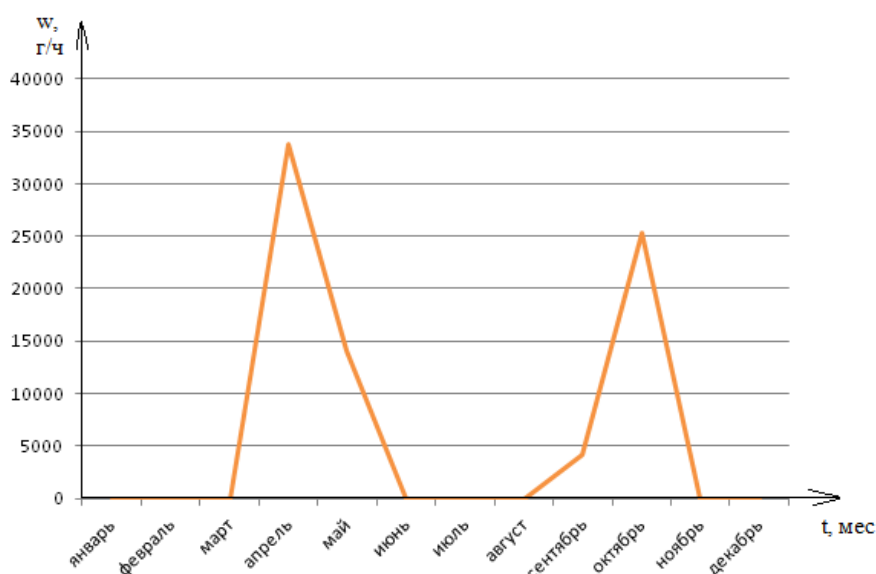


Рисунок 12 – График выпадения конденсата

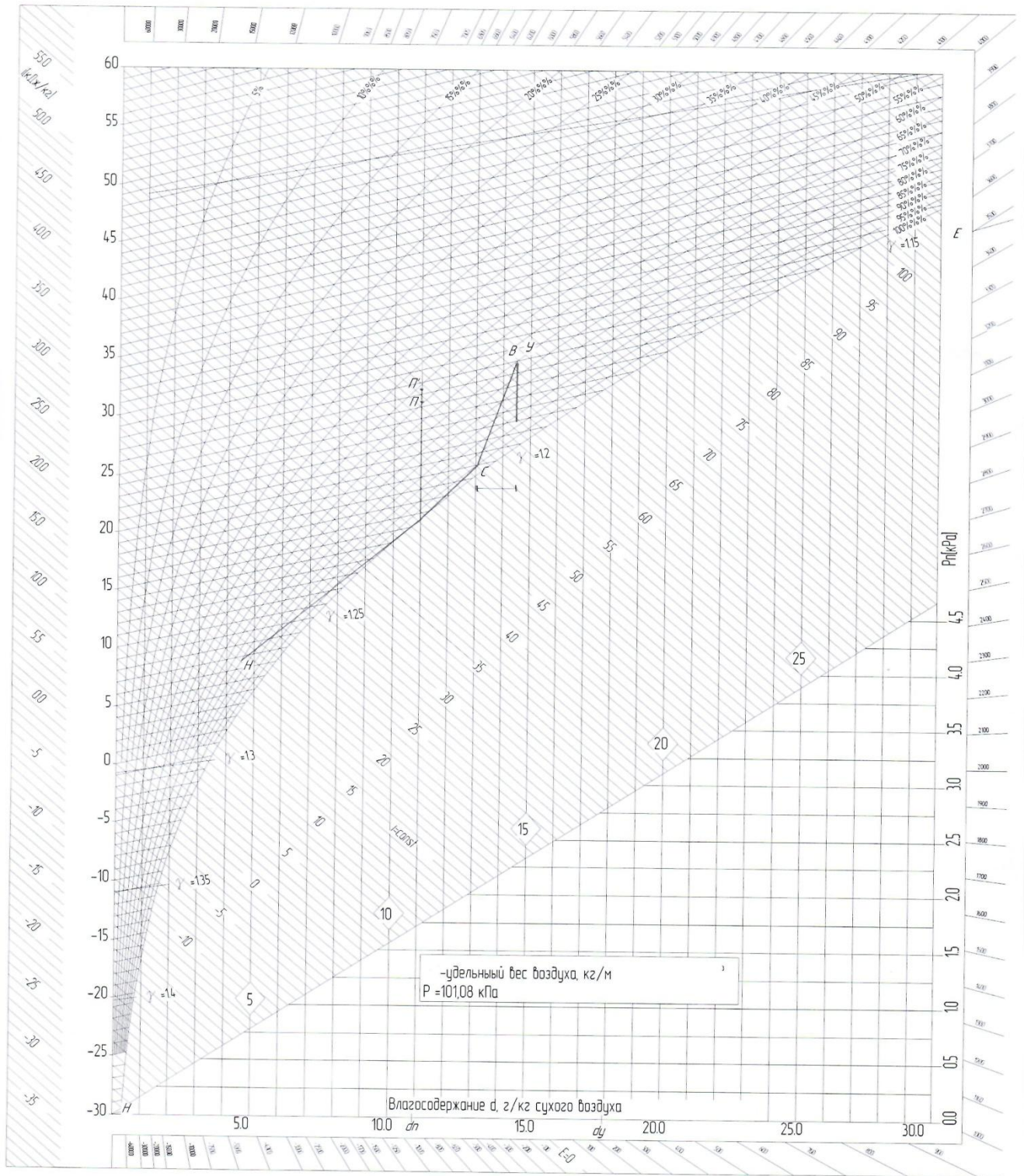


Рисунок 13 – i-d диаграмма (апрель)

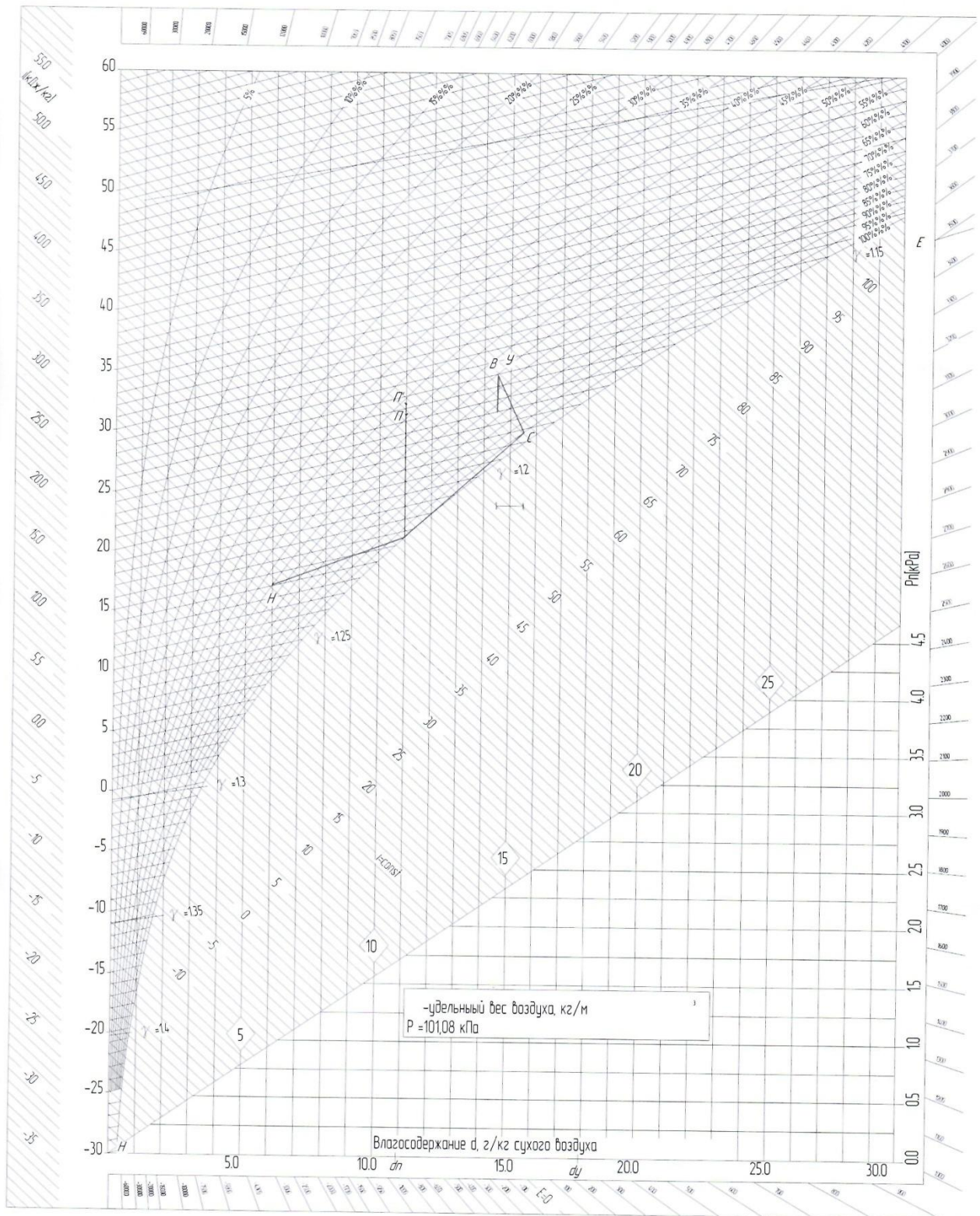


Рисунок 14– i-d диаграмма (май)

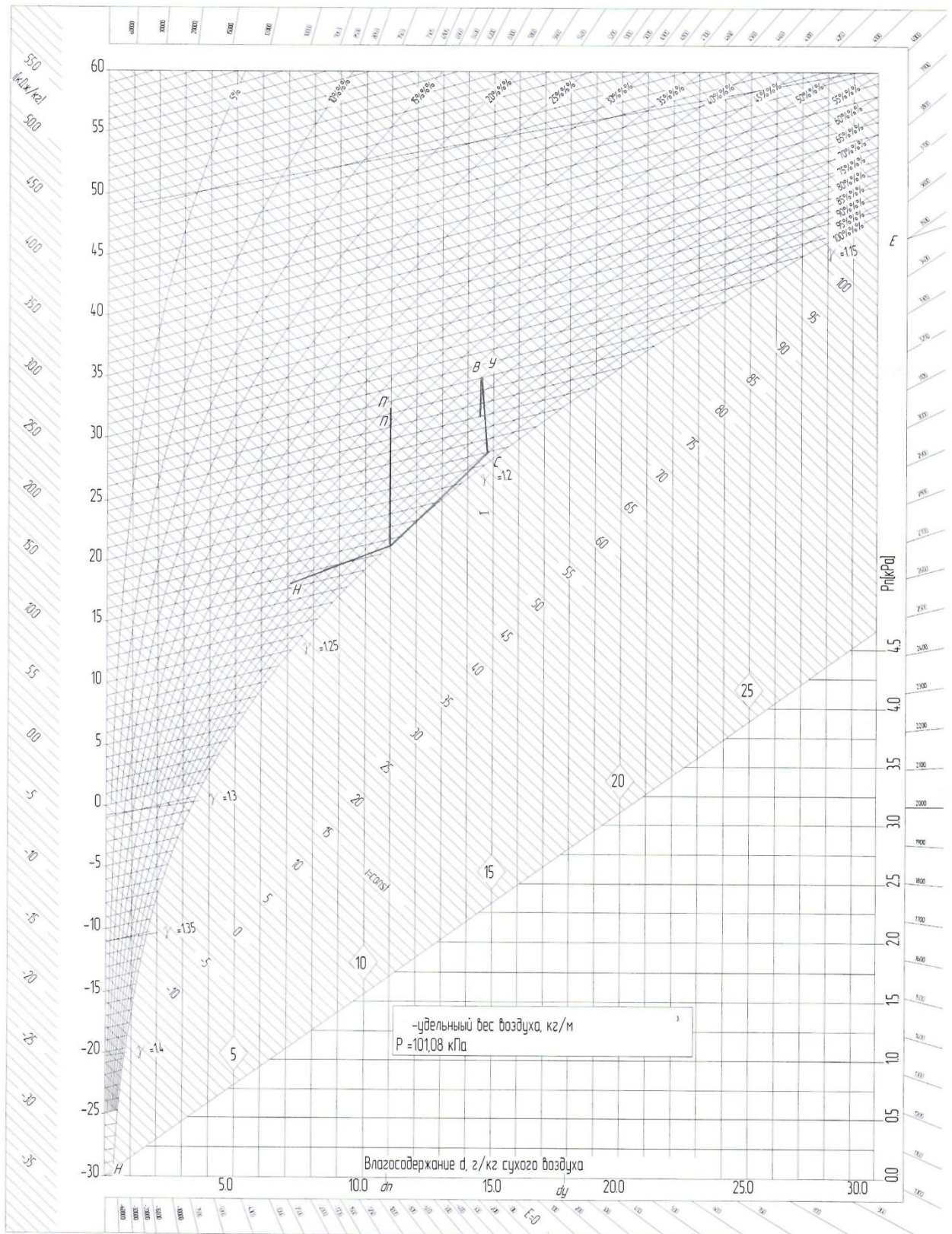


Рисунок 15— i-d диаграмма (сентябрь)

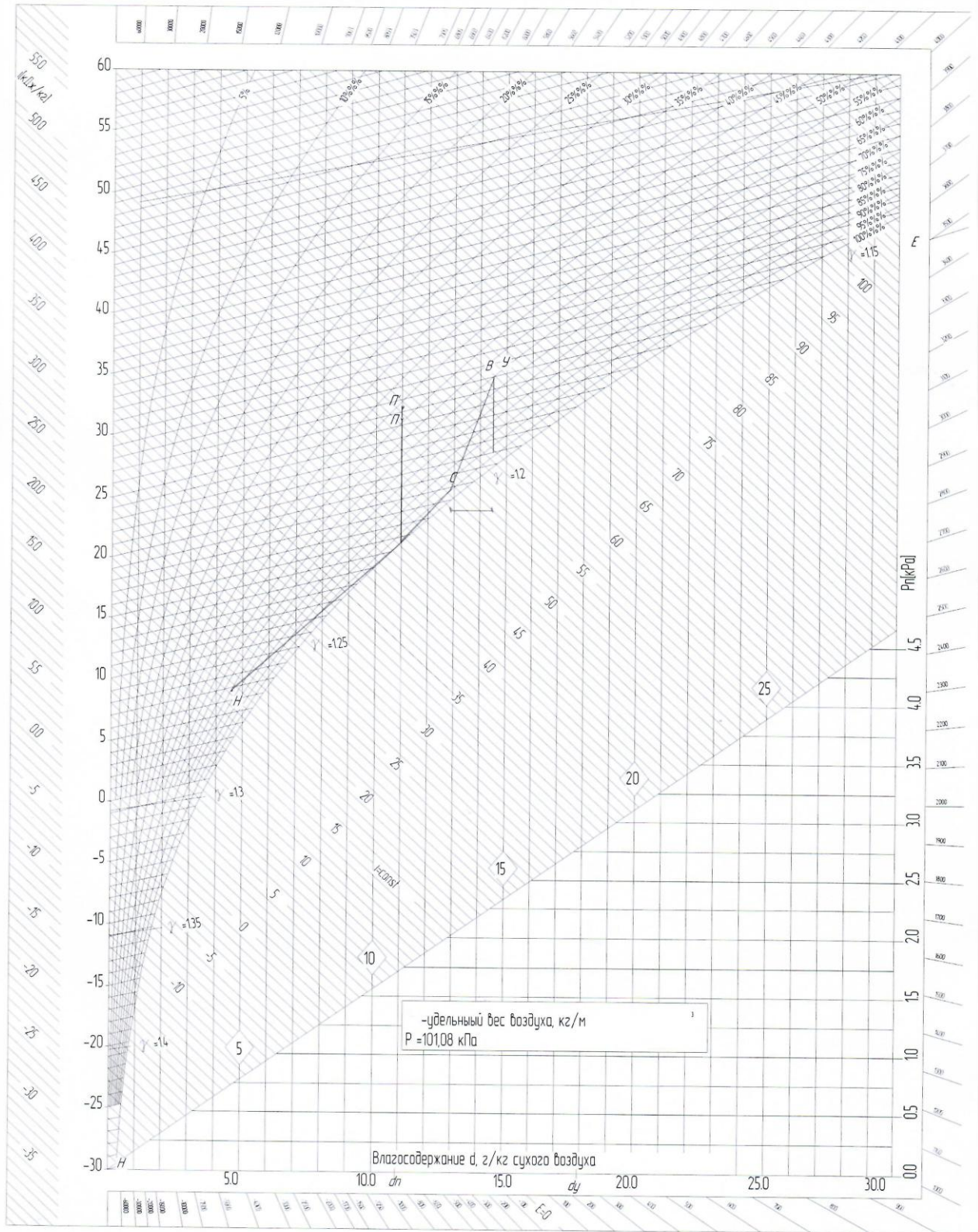


Рисунок 16 –i-d-диаграмма (октябрь)

Конструктивный расчет пластинчатого рекуператора

1. Вычисляется скорость воздуха по формуле:

$$w = \left(0,8 \cdot \frac{v_n}{\delta^2} \cdot \frac{k}{c_v} \cdot \frac{1-\rho}{\rho} \cdot x \right)^{0,5}, \text{ м/с}$$

где v_n - нормативный расход воздуха на одного человека, $\text{м}^3/\text{с}$;

δ - шаг пластин, м;

k - коэффициент теплопередачи через плоскую стенку, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$;

c_v - удельная объемная теплоемкость воздуха, $\text{Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$;

ρ - доля регенерации теплоты удаляемого воздуха;

x - кратность длины сторон А / В.

$$w = \left(0,8 \cdot \frac{0,00833}{0,005^2} \cdot \frac{5,3}{1300} \cdot \frac{1-0,6}{0,6} \cdot 2 \right)^{0,5} = 1,2 \text{ м/с}$$

2. Вычисляется длина пластин по формуле:

$$A = \left(\frac{c_v}{k} \cdot \frac{w \cdot \delta}{2} \cdot \frac{\rho}{1-(a+b) \cdot \rho} \right), \text{ м}$$

где $a+b$ —коэффициент для противотока из формулы профессора Воскресенского, м/с;

$$A = \left(\frac{1300}{5,3} \cdot \frac{1,2 \cdot 0,005}{2} \cdot \frac{0,6}{1-1 \cdot 0,6} \right) = 1,1 \text{ м}$$

3. Вычисляется ширина пластин: по формуле:

$$B = \frac{A}{x}, \text{ м}$$

$$B = \frac{1,1}{2} = 0,55 \text{ м}$$

4. Вычисляется количество пластин:

$$n = \left(\frac{m}{A \cdot B} \cdot \frac{c_v \cdot v}{k} \cdot \frac{\rho}{1-(a+b) \cdot \rho} \right), \text{ шт}$$

где m - количество человек,

$$n = \left(\frac{30}{1,1 \cdot 0,55} \cdot \frac{1300 \cdot 0,0083}{5,3} \cdot \frac{0,6}{1-1 \cdot 0,6} \right) = 151 \text{ шт}$$

5. Высота пакета пластин вычисляется по формуле:

$$C = 0,005 \cdot 151 = 0,75 \text{ м}$$

6. Площадь поверхности пластин определяется по формуле:

$$F_n = n \cdot A \cdot B, \text{ м}^2$$

$$F_n = 151 \cdot 1,1 \cdot 0,55 = 91,9 \text{ м}^2$$

7. Площадь поверхности теплообмена определяется по формуле:

$$F_m = \left(\frac{c_v \cdot m \cdot v}{k} \cdot \frac{\rho}{1 - \rho \cdot (a + b)} \right), \text{ м}^2$$

$$F_m = \left(\frac{1300 \cdot 30 \cdot 0,0083}{5,3} \cdot \frac{0,6}{1 - 0,6 \cdot 1} \right) = 91,6 \text{ м}^2$$

Расчет сошелся $F_m \approx F_n$.

8. Площадь поверхности теплообмена определяется по формуле:

$$\rho_p = \left(\frac{c_v \cdot v \cdot m}{k \cdot F} + (a + b) \right)^{-1},$$

$$\rho_p = \left(\frac{1300 \cdot 0,0083 \cdot 30}{5,3 \cdot 91,6} + 1 \right)^{-1} = 0,6$$

Расчет сошелся $\rho_p = \rho$.

9. Тепловая мощность рекуперации на единицу располагаемого температурного напора вычисляется по формуле:

$$\frac{Q}{\Delta t_p} = c_v \cdot v \cdot m \cdot \rho, \text{ Вт}/^\circ\text{C}$$

$$\frac{Q}{\Delta t_p} = 1300 \cdot 0,0083 \cdot 30 \cdot 0,6 = 195 \text{ Вт}/^\circ\text{C}$$

10. Температура воздуха в помещении 27°C и наружного воздуха -30°C температура, подаваемая рекуператором воздуха, составит

$$t_p = t_n + \rho \cdot (t_g - t_n), ^\circ\text{C}$$

$$t_p = -30 + 0,6 \cdot (27 + 30) = 4,2^\circ\text{C}$$

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

5.1 Срок окупаемости оборудования специального назначения

Рассчитываются затраты теплоты на нагрев наружного воздуха в системе без теплоутилизатора:

$$Q_p^i = V \cdot \rho \cdot \frac{1}{3600} \cdot c_p \cdot (t_{np} - t_n^i), \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где V – расход наружного воздуха, м³/ч; ρ – плотность наружного воздуха, кг/м³; c_p – удельная теплоемкость при постоянном давлении, кДж/(кг·К); t_{np} – температура приточного воздуха, °С; t_n^i – температура наружного воздуха, °С.

$$Q_p^i = 11925 \cdot 1,32 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (26 - (-5,2)) = 137 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Годовые затраты тепла:

$$Q_p = \sum Q_p^i, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

$$Q_p = 137 \cdot 203 \cdot 24 = 667034 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Рассчитываются сроки окупаемости и экономия энергии при включении в состав приточно-вытяжной установки с пластинчатым рекуператором стоимостью $\Pi_{\text{yr}} = 5000000$ руб. Температура приточного воздуха принимается $t_{np} = 26^\circ\text{C}$, температура удаляемого из помещения воздуха $t_{y1} = 27^\circ\text{C}$. Температура наружного воздуха $t_{n1}^i = -5,2^\circ\text{C}$.

Температура воздуха на выходе из пластинчатого рекуператора находится по формуле:

$$t_{n2}^i = t_{n1}^i + \varepsilon \cdot (t_{y1} - t_{n1}^i), \text{ }^\circ\text{C}$$

где ε – эффективность работы рекуператора;

$$t_{n2}^i = -5,2 + 0,62 \cdot (27 - (-5,2)) = 14,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

Количество теплоты, необходимое на догрев наружного воздуха от температуры на выходе из регенератора до параметров на притоке:

$$Q_{p_{ym}}^i = V \cdot \rho \cdot \frac{1}{3600} \cdot c_p \cdot (t_{np} - t_{n2}), \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

$$Q_{p_{ym}}^i = 11925 \cdot 1,32 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (26 - 14,8), \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

Годовые затраты тепла:

$$Q_p = 49 \cdot 203 \cdot 24 = 240218 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Количество сэкономленной энергии:

$$\Delta Q_p = Q_p - Q_{p_{ym}}, \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

$$\Delta Q_p = 667034 - 240218 = 426816 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Стоимость сэкономленной энергии находится по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta Q \cdot \Pi, \text{руб} / \text{год}$$

где Π - стоимость электрической или тепловой энергии в зависимости от типа используемого калорифера, руб/(кВт·ч)

$$\mathcal{E} = 240218 \cdot 3,84 = 1638964 \text{ руб} / \text{год}$$

Срок окупаемости ПВУ с рекуператором определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\Pi_{ym}}{\mathcal{E}}, \text{год}$$

$$\tau = \frac{5000000}{1638964} = 3 \text{ года}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в ходе магистерской диссертации была достигнута цель, а именно проектирование систем отопления и вентиляции в гостиничном комплексе г. Тольятти, путем решения следующих задач:

- Произведен литературный обзор существующей нормативной документации в области строительства, на предмет проектирования систем микроклимата в гостиничном комплексе. Была выявлена главная особенность: по требованию санитарно-гигиенических норм, многофункциональные здания, по типу гостиничных комплексов, необходимо делить на функциональные зоны, следовательно, инженерные системы так же необходимо проектировать, с учетом особенностей функциональных зон.

Выполнен патентный поиск, где в качестве предмета патентных исследований был выбран осевой вентилятор, и определены тенденции развития данного вида техники.

- Выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. В качестве утеплителя в наружной стене, чердачном перекрытии, перекрытии над подвалом приняты плиты пенополистирола толщиной 0,2. Общие теплопотери по зданию составляют 168,2 кВт.

- В данном здании запроектирована двухтрубная горизонтальная система отопления, состоящая из четырех веток (ветка на гостиницу, ветка на кафе, ветка на дополнительный блок гостиницы, ветка на помещение бассейна). Так же было запроектировано 11 приточных установок с механическим побуждением, 31 вытяжная установка с механическим побуждением.

В качестве воздухораспределителей были выбраны воздухораспределительные решетки фирмы «Арктос».

- В данном проекте подобрано вентиляционное оборудование фирмы «KORF», которое обеспечит надежную работу системы. В качестве отопительных приборов приняты радиаторы фирмы «Kermi». По результатам гидравлического расчета был подобран насос фирмы «Grundfos». Так же была произведена

оценка работы приточно-вытяжной установки в помещении бассейна, в состав которой входит рекуператор. Данная установка рассматривалась в качестве осушителя. В результате расчетов, были получены следующие данные: максимальное выпадение конденсата наблюдалось в апреле – 33770 г/ч, а минимальное – в сентябре - 4421 г/ч.

- В результате технико-экономического расчета было получено, что срок окупаемости приточно-вытяжной установки составляет три года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология: Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012.
2. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. МНТКС – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999.-10 с.
3. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Введ. 2013-01-01. - М.: Минрегион России, 2012
4. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения: Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009.Введ. 2014-09-01.М.: ООО "Институт общественных зданий, 2014.
5. СП 2.3.6.1079-01. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья. Введ. 2011-11-8.
6. СП 332.1325800.2017.Спортивные сооружения. Правила проектирования. Введ. 2018-05-15. - М.: Минрегион России, 2012.
7. СП 31.113.2004. Бассейны для плавания. Введ. 2004-04-30.М.: Минрегион России, 2004.
8. СП 257.1325800.2017. Бассейны для плавания. Введ. 2017-04-21.М.: Минрегион России, 2017.
9. Р НП "АВОК" 7.5-2012 Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования.
- 10.Санпин 2.1.2.2631-10. Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству, оборудованию, содержанию и режиму работы организаций коммунально-бытового назначения, оказывающих парикмахерские и косметические услуги. Введ. 2010-08-01.

11. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий: Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 2013-07-01. - М.: Минрегион России, 2012.
12. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Барклов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
13. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
14. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания: Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 Введ. 2013-07-01.- М.: Минрегион России, 2011.
15. Каталог фирмы Grundfos [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://ru.grundfos.com/documentation/gpc.html>.
16. Каталог оборудования KORF [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://po-korf.ru/>
17. Расчет и конструирование теплообменников / Фраас А., Оцисик М. - М.: Атомиздат, 1971.
18. Основы теплопередачи / Михеев М.А., Михеева И.М. . - М.: Экология, 1973.
19. СП 257.1325800.2017. Бассейны для плавания. Введ. 2017-04-21. М.: Минрегион России, 2017.
20. Каталог оборудования Kermi [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.kermi.ru>
21. Каталог оборудования Deepipe [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.deepipe.ru/>
22. Каталог оборудования VEZA [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.veza.ru>

23. Основы теплопередачи / Михеев М.А., Михеева И.М.- М.: Экология, 1973.
24. Теплопередача / Исаченко В.П., Осипова В.А, Сукомел А.С.- М.-Л.: Энергия, 1965.
25. АВОК Стандарт-1 – 2004. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. М.: АВОК-ПРЕСС, 2004.
26. ANSI/ASHRAE/ACCA Standard 180–2012 Standard practice for inspection and maintenance of commercial building HVAC systems.
27. Muller C. Achieving IAQ & energy conservation goals with ASHRAE 62.1–2004 requirements, applications and case studies // ASHRAE Journal. — 2006.
28. Olesen B. W. Standards for ventilation and indoor air quality in relation to the EPBD // REHVA Journal. — 2011.
29. Stanke D. Minimum outdoor airflow using the IAQ procedure // Trane Engineers Newsletter. — 2011.
30. ANSI/ASHRAE Standard 55–2013 Thermal environmental conditions for human occupancy.