

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 “Синус” в
г. Санкт-Петербург

Студент

Р.Р. Ягудин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Е.В. Чиркова

(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	3
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	5
1.1 Климатические данные района расположения объекта.....	5
1.2 Параметры микроклимата здания	5
1.3 Архитектурно-планировочное и конструктивное решение здания.....	5
1.4 Характеристика технологических процессов осуществляемых в здании ...	7
1.5 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям.....	7
2 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР	8
2.1 Аналитический обзор литературы	8
2.2 Патентный поиск	10
3 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	18
3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	18
3.2 Определение тепло- и влагопоступлений	34
4 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА.....	34
4.1 Отопление.....	34
4.1.1 Конструирование.....	34
4.1.2 Гидравлический расчет.....	35
4.1.3 Тепловой расчет нагревательных приборов.....	52
4.1.4 Расчет и подбор оборудования	55
4.2 Вентиляция.....	58
4.2.1 Определение требуемых воздухообменов.....	58
4.2.2 Выбор принципиальных решений и конструирование	66
4.2.3 Аэродинамический и гидравлический расчеты	68
4.2.4 Расчет и подбор оборудования	74
4.3 Кондиционирование	77
4.3.1 Выбор наиболее рационального способа обработки воздуха	77
4.3.2 Конструирование системы кондиционирования и холодоснабжения. 77	
4.3.4 Расчет и подбор оборудования	84
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	90

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Вопрос жилища всегда был, есть и будет актуальным. Однако, в отличие от постоянного жилья, вопрос о поиске временного места жительства немного проще, да и решить его не составит особого труда. Номера в гостиницах уже давно стали обыкновенным явлением в современном туризме, что позволило гостиницам сделать номера более качественными, и, в результате, востребованными. Любое путешествие, или же любая поездка в совершенно незнакомый и чужой город связана с переживаниями и стрессами, а также неизведанностью. Постояльцам гостиницы должны быть предоставлены комфортные условия для жизнедеятельности.

Комфорт – условия жизни, обстановка, обеспечивающие удобство, спокойствие и уют в жизнедеятельности человека. Понятие комфорта является одним из основных терминов в системах микроклимата. Влияние данного фактора, в значительной степени формирует все показатели систем, отвечающих за создание микроклимата в помещениях объекта.

Рост энергоемкости зданий гостиниц связан, прежде всего, с нагрузками на системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Расход теплоты на системы отопления практически не зависит от класса гостиниц, а, скорее, определяется архитектурно-планировочными и конструктивными решениями здания.

Целью данной магистерской диссертации является проектирование систем обеспечения микроклимата в гостиничном комплексе “Синус” расположенном в г. Санкт-Петербург, согласно требования нормативных документов.

Задачи:

- сбор, анализ нормативно-технической базы для проектирования многофункциональных гостиничных комплексах, выполнить патентный поиск;

- выполнить теплотехнический расчет, расчет теплопотери теплопоступления здания;
- проектирование систем обеспечения микроклимата гостиничного комплекса;
- предложения по уменьшению энергоемкости здания гостиницы.

Метод исследования: в процессе работы были применены аналитический метод исследования, анализ нормативно-технической документации.

Практическая значимость работы состоит в том, что в данной работе запроектированы системы обеспечения микроклимата, которые обеспечат комфортную жизнедеятельность постояльцев гостиницы.

Апробация работы: основные положения работы изложены в двух публикациях:

1. Совместная работа приточной системы вентиляции и системы отопления с внутриспольными конвекторами /Е.В. Чиркова, Р.Р. Ягудин // Современные технологии в мировом научном пространстве: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Уфа, 18 декабря 2018г.) в 2ч. Ч.1 – Стерлитамак: АМИ, 2018. 245с;

2. Применения дестрацификационного оборудования для повышения энергетической эффективности существующих и вновь строящихся зданий и сооружений /Е.В. Чиркова, Р.Р. Ягудин // Сборник студенческих работ «Студенческие дни науки в ТГУ» - Тольятти, 2019.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, список литературы из 32 наименований. Работа изложена на 90 страницах машинописного текста, графическая часть диссертации изложена на 10 листах.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Климатические данные района расположения объекта

Расчетные параметры наружного воздуха для проектирования принимаются по СП [1] для г. Санкт-Петербург.

Таблица 1.1.1 – Параметры наружного воздуха.

Период года	Параметры наружного воздуха	Значение
Расчетная географическая широта , 60° северной широты		
Холодный период(параметры Б)	температура, °С	-24
	удельная энтальпия, кДж/кг	-25,3
	средняя температура отопительного периода, °С	-1,3
	продолжительность отопительного периода, сутки	213
Теплый период(параметры А/Б)	скорость ветра, м/с	3,3
	температура , °С	22/25
	удельная энтальпия , кДж/кг	48,1/51,5
	скорость ветра, м/с	2,8/2,8

1.2 Параметры микроклимата здания

Выбор параметров внутреннего микроклимата осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ [2], в зависимости от назначения помещения. Условия эксплуатации ограждающих конструкций при нормальном тепло-влажностном режиме помещения и при влажной зоне района строительства согласно СП [3, таблица 2], принимаются Б.

1.3 Архитектурно-планировочное и конструктивное решение здания

Объектом проектирования является гостиничный комплекс расположенный в г. Санкт-Петербург. В плане объект представляет собой сложную геометрическую форму в виде синусообразной кривой. Площадь застройки составляет порядка $S=5000 \text{ м}^2$, здание 9-ти этажное, 8 из которых

типовые этажи с гостиничными номерами, общая численность постояльцев рассчитана на 200 мест. План первого этажа на отметке +0.000, на котором размещена зона спортивно-оздоровительного отдыха с бассейном и хамамом, также имеются процедурные кабинеты и прочие помещения различного назначения, высота 1-го этажа 5м. Высота типового этажа 3,5м, отметка кровли на уровне +33.000. Главный фасад здания ориентирован на юг.

Таблица 1.3.1-Состав наружных ограждающих конструкций

Тип конструкции	Слой	δ , м	ρ , кг/м ³	λ , Вт/м·°С
Наружная стена	Цементно-песчаный раствор	0,01	1800	0,93
	Железобетон	0,28	2500	2,04
	Минераловатная плита	x	140	0,045
	Наружная цементно-песчаная штукатурка по армированной сетке	0,02	1600	0,93
Бесчердачное покрытие	Железобетонная монолитная плита	0,22	2500	2,04
	2 слоя рубероида (пергамина)	0,01	600	0,17
	Теплоизоляция – “Пеноплекс”	x	25	0,03
	Цементно-песчаный раствор	0,01	1800	0,93
	Водоизоляционный ковер	0,02	1400	0,22
Пол по грунту	Подстилающий слой – крупнозернистый песок	0,2	1600	0,47
	2 слоя рубероида (пергамина)	0,01	600	0,17
	Цементно-песчаная стяжка	0,08	1800	0,93
	Плитка керамическая	0,015	1600	0,73

1.4 Характеристика технологических процессов осуществляемых в здании

Гостиничный комплекс “Синус” по функциональному назначению относится к гостинице целевого назначения. Гостиничный комплекс предусматривает предоставление услуг размещения, диетического питания и лечебно-оздоровительных программ, расположены на территориях, предоставляющих возможности для отдыха, оздоровления и лечения. В структуре гостиницы предусмотрены условия для занятия спортом. Гостиничный комплекс направлен на получения статуса 4-х звезд, в рамках магистерской диссертации учтены все требования, предъявляемые к системам обеспечения микроклимата гостиниц статуса 4-е звезды.

1.5 Технические условия подключения к существующим инженерным коммуникациям

Согласно техническим условия источником теплоснабжения является котельная с параметрами теплоносителя $T_1=130^{\circ}\text{C}$, $T_2=70^{\circ}\text{C}$.

Ввод теплоносителя от наружных тепловых сетей предусмотрен в тепловой пункт. В тепловом пункте размещается оборудование для контроля, учёта теплоты, запорная и регулирующая арматура, насосы, теплообменные аппараты.

2 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

2.1 Аналитический обзор литературы

Основным нормативным документом для проектирования систем микроклимата в гостиницах является СП 257.1325800.2016 «Здания гостиниц правила проектирования» [4], в котором для проектирования системы отопления, вентиляции, кондиционирования имеются ссылки на СП 7.13130.2013 [5], СП 60.13330.2012 [6], ГОСТ 30494-2011 [2], СП 54.13330.2016 [7], также рассмотрены зарубежные источники [8,9,10,11,12]

Проведя анализ нормативного документа [4], можно выделить некоторые ключевые требования и пункты:

1. В гостиницах категорий «****» и выше системы кондиционирования воздуха должны быть предусмотрены в помещениях общественного питания и в обеденных залах. Механическая приточно-вытяжная система вентиляции предусматриваются для остальных служебных помещений.

2. Системы вентиляции с естественным побуждением допускается в гостиницах малой вместимости по типу хостела. Для прочих гостиниц следует предусматривать механические, приточно-вытяжные системы вентиляции для всех основных помещений при отсутствии систем кондиционирования в здании в целом. В зальном комплексе, зале бассейна, обеденных залах с числом мест 50 и более предусматривается механический приток воздуха.

3. В гостиничных комплексах системы вентиляции для помещений общественного питания, залов для ЛФК, бассейнов, аккумуляторных, конференц-залов, проектируется отдельно от других помещений комплекса.

4. Жилые помещения гостиниц должны иметь устройства для регулировки или программирования тепловлажностных параметров воздуха.

5. Для гостиниц категории «****» следует предусматривать центральную систему пылеудаления из жилых помещений, конференц залов, ресторанов и холлов при вместимости более 500 мест.

6. Системы теплоснабжения зданий следует проектировать с устройствами для автоматического регулирования тепловой мощности при управлении из тепловых пунктов. У каждого калорифера систем приточной вентиляции следует предусматривать индивидуальные регуляторы тепловой мощности.

7. Регулятор температуры следует устанавливать на каждом отопительном приборе, однако допускается не устанавливать регулятор температуры в том случае, если поддерживается дежурное отопление, а догрев помещения происходит внутренним блоком мультисплит системы.

Санитарно-гигиенические требования в гостинице следует принимать исходя из назначения помещения:

- для жилых

воздухообмен на одного человека в гостиничных номерах следует принимать исходя из звездности гостиницы:

- 1) **** и более – 60 м³/ч;
- 2) *** – 40 м³/ч;
- 3) ** и ниже – 30 м³/ч.

Допустимые параметры микроклимата принимаются для жилых помещений гостиницы категорий «***» и ниже. Оптимальные параметры микроклимата принимаются для жилых помещений гостиницы категорий «****» и выше по СП [7] и ГОСТ [2].

Требуемое значение влажности воздуха нормативными документами не регламентируются, определяется заданием на проектирование.

Необходимо предусматривать циркуляцию воздуха, обеспечиваемую принудительной системой вентиляции без проникновения в жилые и общественные помещения посторонних запахов, для гостиниц категории «***» и выше.

2.2 Патентный поиск

Объектом патентного поиска являются сплит системы.

Для того чтобы обеспечить оптимальные параметры воздуха во всех помещениях гостиничного комплекса, необходимо рационально выбрать принципиальные решения по конструированию систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Как было сказано ранее принципиальные решения по конструированию систем зависят от класса гостиницы: чем выше класс, тем более дорогое и сложное оборудование используются на таких объектах. Однако в целях экономии на эксплуатационных затратах и достижения необходимых параметров микроклимата порой стоит использовать оборудование не из дешевых, но каждый конкретный случай требует технико-экономического расчета и обоснования. Чаще всего это относится к системам кондиционирования воздуха.

Описание объекта патентного поиска

В качестве базового варианта (базы) выбираем наиболее распространенную систему кондиционирования воздуха при использовании сплит систем, состоящих из наружного (конденсаторного) и внутреннего (испарительного) блока. Принципиальная схема указана на рисунке 1.

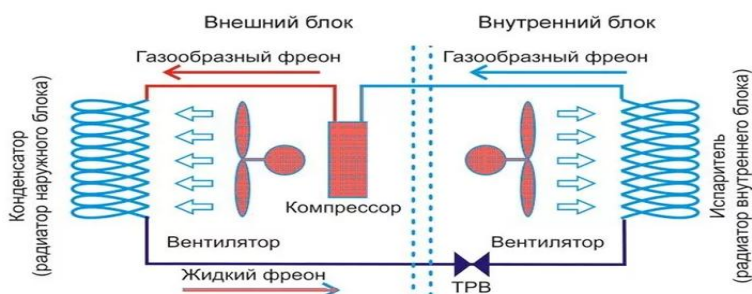


Рисунок 2.2.1 – Принципиальная схема сплит системы.

Сплит-система (англ. *split* — «разделять») — система кондиционирования воздуха (СКВ), состоящая из двух блоков: внешнего (компрессорно-

конденсаторного агрегата) и внутреннего (испарительного). Внешний (наружный) блок устанавливается на или вблизи стенки вне помещения или места, в котором устанавливается кондиционер, в нем размещается компрессор, конденсатор катушки и катушки расширения или капиллярной трубки. Внутренний блок содержит охлаждающий змеевик (испаритель), тангенциальный вентилятор и воздушный фильтр.

Внешний блок располагают вне охлаждаемого помещения: на фасаде здания, на крыше, на открытой лоджии или на балконе, в некоторых случаях (офисные и торговые строения) — в общих коридорах и лестничных маршах, вестибюлях метрополитена. Внутренний и внешний блок соединяют между собой с помощью фреоновой магистрали, а также электрического соединения, также от внутреннего блока выводится дренажная магистраль.

Внутренний блок, в зависимости от типа, может располагаться на потолке, полу, стенах или встроен в подвесной потолок. Современные сплит-системы имеют ряд дополнительных функций: дистанционное управление, фильтры различной степени очистки воздуха (от дыма, пыли и т. д.), таймер и управление температурой в помещении от +16 до +30 °С.

Формирование цели исследования

Цель исследования объекта техники–системы кондиционирования воздуха – выбор более прогрессивного технического решения и определение тенденций развития.

Определение категории объекта

Сплит-системы являются устройством, так как характеризуются такими конструктивными признаками, как: форма элементов и их взаимное расположение с взаимосвязью, видом материала корпуса.

Определение стран проверки

Данный вид техники развит больше всего в таких странах как, Россия, США, а также в ведущих странах ЕС. Для проверки стран выбираем Россию.

Выявление технических особенностей объекта

Классификация сплит систем:

- по назначению сплит системы бывают: бытовые, полупромышленные, производственные;
- по конструктивному устройству делятся на: моноблочные, сплит системы;
- по типу установки подразделяются на :кассетные, настенные, канальные, колонные, и.т.п.

Определение классификационных рубрик УДК

Чтобы определить рубрику МПК [13] – «Сплит-системы» определяем ключевые слова. По классификатору МПК [13] определено:

- 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, использование воздушных потоков для экранирования;

Выбор источников информации

За источник информации принят информационный ресурс сайта «Федеральный институт промышленной собственности» [13], а также научно – техническая литература.

Установление глубины поиска

Произведя общий анализ сплит-систем определено, что более прогрессивные технические решения заключены в изобретениях, которые сделаны за последние двадцать лет.

Исходя из этого глубину поиска при исследовании достигнутого уровня развития вида техники определяем в 20 лет. Поэтому такая же глубина принята для выявления тенденции развития.

Регламент поиска

Регламент поиска оформляем в виде таблицы 2.2.1.

Таблица 2.2.1 – Регламент поиска №1

Предметпоиска	Странапоиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
1	2	3	4	5
Система кондиционирования воздуха (сплит система).	Россия	697.9	20	Бюллетень изобретений
		697.9		
	Германия			«Изобретения стран мира»
	США			Научно-технические журналы
	Франция			Описания к авторским
	Италия			Сайт: www.fips.ru

Выбор патентно-технической документации

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

Информацию об аналогах сплит систем, которые были найдены в научно – технической литературе заносятся в таблицу 2.2.2.

Сведения об изобретениях заносятся в таблицу 2.2.3.

Объект: Сплит-системы

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

Таблица 2.2.2 – Научно-техническая документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Автор(ы), УДК	Наименование	Сущность технического решения
1	2	3	4
1. Сплит система	В.В. Коляда	Кондиционеры	В начале 2000х оборудование начали производить по зарубежным образцам
2. Сплит система	Третьякова Маргарита	Монтаж и принцип работы сплит систем	Привод реверсивного движения позволяющий переключать режим работы от охлаждения к нагреву
3. Сплит система	Г.В.Нимич. В.А.Михайлов. Е.С.Бондарь	Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха	Применение мультизональных сплит систем один внешний блок совместно с работой до 10шт внутренних блоков

Таблица 2.2.3 – 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. Кондиционер	Российская Федерация а.с. № 2274807 МПК F24F5/00	Фролов Юрий Дмитриевич (RU), Жаров Антон Андреевич (RU) Российская Федерация 26.11.2004 20.04.2006 Системы и устройства кондиционирования воздуха	Недостатком известного устройства является невозможность осушения подаваемого в обслуживаемое помещение приточного воздуха, которое требуется в условиях высокой влажности воздуха окружающей среды (ОС) для соблюдения санитарных норм. Техническим результатом изобретения является повышение эффективности работы устройства в условиях повышенной влажности ОС.	подлежит
2. Кондиционер	Российская Федерация а.с. № 2256853 МПК F24F	Российская Федерация 6.10.2003 20.07.2005 Системы и устройства кондиционирования воздуха	Кондиционер, включающий, по меньшей мере, один вентилятор, полупроводниковые термобатареи, отличающийся тем, что полупроводниковые термобатареи установлены на вращающихся деталях вентилятора, кроме лопаток, или полупроводниковые термобатареи установлены и на вращающихся деталях, и на лопатках вентилятора.	подлежит
3. Кондиционер	Российская Федерация а.с. № 2531773 МПК F24F	Российская Федерация 25.04.2013 27.10.2014 Системы и устройства кондиционирования воздуха	Целью настоящего изобретения является, по меньшей мере, частичное решение проблем в традиционной технологии. Изобретение относится к кондиционеру воздуха, а более конкретно к кондиционеру воздуха, к которому может присоединяться съемный носитель хранения информации.	подлежит
4. Кондиционер	Российская Федерация а.с. № 2528165 МПК F24F	Российская Федерация 25.04.2013 27.10.2014 Системы и устройства кондиционирования воздуха	Целью заявляемого изобретения является создание «Устройства для тепловлажностной обработки воздуха», позволяющего осуществлять процесс обработки воздуха в автоматическом режиме управления, обеспечивая при этом работу устройства при отрицательных температурах входящего (наружного) воздуха - недопущение замерзания воды в поддоне устройства.	подлежит

Анализ сущности изобретений

Изучаем сущность изобретений, занесённых в таблицу 2.2.3 по сведениям, содержащимся в графе 4, а также путём пересмотра текстов патентных описаний, формул изобретений, статей, рефератов и т.д. Если из рассмотрения сущности изобретения видно, что оно решает принципиально иную задачу по сравнению с задачей повышения КПД, и.т.п, 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 2.2.3.

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 2.2.4. Суммируем баллы по каждому аналогу и заносим их в нижнюю строку таблицы.

Таблица 2.2.4 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	База	Аналоги			
		а.с. № 2274807 МПК F24F5/00	а.с. № 2256853 МПК F24F	а.с. № 2531773 МПК F24F	а.с. № 2528165 МПК F24F
Аэродинамические показатели	0	0	0	0	0
Увеличение КПД	0	+3	0	0	0
Простота конструкции	0	+3	+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	+17	+12	+16	+8

Определение тенденций развития

В последние годы сделано множество попыток по усовершенствованию сплит систем. Развитие изобретений кондиционера происходит за счёт повышения требований надёжности, увеличения КПД.

Вывод по результатам исследования достигнутого уровня

Из таблицы 2.2.4 видим, что наибольшую сумму баллов имеет кондиционер.с № 2274807 F24F5/00 Российская Федерация, автор - Фролов Юрий Дмитриевич. В этом изобретение достигнута поставленная цель - увеличение КПД кондиционера в условиях повышенной влажности. Следовательно, данное изобретение является наиболее прогрессивным.

Выводы по результатам исследований тенденций развития

Все рассмотренные изобретения имеют различные конструкции, благодаря которым и достигается цель. 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.

Рекомендации по применению или использованию прогрессивных изобретений

Кондиционирование воздуха за счет сплит-систем получила достаточно широкое распространение. Однако для обслуживания большого количества помещений рационально использовать мультizonнальные системы кондиционирования воздуха типа Чиллер-фанкойл.

3 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Расчет ведется согласно методике указанной в СП [3], весь дальнейший расчет ведется по той же методике:

$$R_o \geq R_{TP}, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \quad (3.1.1)$$

$$ГСОП = (t_B - t_{OT}) \cdot Z_{OT}, \frac{^\circ C \cdot сум}{zод} \quad (3.1.2)$$

$$ГСОП = (20 - (-1,3)) \cdot 213 = 4537, \frac{^\circ C \cdot сум}{zод}$$

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче R_0^{TP} , исходя из нормативных требований к приведённому сопротивлению теплопередаче согласно формуле:

$$R_0^{mp} = a \times ГСОП + b, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \quad (3.1.3)$$

где

-а, б - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным СП [3, табл. 3] для соответствующих групп зданий.

Так, для ограждающей конструкции вида - наружные стены и типа здания - гостиницы - а=0,0003; б=1,4.

$$R_0^{mp} = 0,00035 \times 4537 + 1,4 = 2,988 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Расчет остальных ограждающих конструкций ведется аналогично расчету наружной стены, результаты расчета сведены в таблицу 3.1.1.

Таблица 3.1.1 – Требуемые значения теплопередачи ограждающих конструкций.

Ограждающие конструкции	$R_0^{mp}, \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$
Наружная стена	2,988
Бесчердачное покрытие	4,468
Оконные проемы	0,490

Расчет наружной стены

Расчет ведется согласно методике представленной в справочном пособии [14]. Требуемое условное сопротивление теплопередачи с учетом коэффициента теплотехнической однородности конструкции $r=0,7$ коэффициент принят по ГОСТ[15]:

$$R_0^{усл.мп} = \frac{R_0^{mp}}{r}, \quad R_0^{усл.мп} = \frac{2,988}{0,7} = 4,268 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}. \quad (3.1.4)$$

Требуемое значение сопротивления теплопередаче слоя утеплителя:

$$R_{ym}^{mp} = R_0^{усл.мп} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \right), \quad R_{ym}^{mp} = 4,268 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,28}{2,04} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} \right) =$$

$$= 4,268 - 0,327 = 3,941 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}. \quad (3.1.5)$$

Расчетная толщина утеплителя:

$$\delta_{ym} = R_{ym}^{mp} \cdot \lambda_{ym}, \quad \delta_{ym} = 3,941 \cdot 0,045 = 0,177 \text{ м.}$$

Толщина утеплителя принимается согласно сортаменту от производителя $\delta=0,2$ м.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R_0 = R_0^{ycl} \cdot r = \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot r, \quad R_{ym}^{mp} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,28}{2,04} + \frac{0,2}{0,045} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,7 =$$

$$= 4,771 \cdot 0,7 = 3,339 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}. \quad (3.1.6)$$

Проверяем неравенство:

$$R_0 \geq R_0^{mp}, \quad 3,339 \geq 2,988 \quad (3.1.7)$$

Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче не меньше требуемого.

Таким образом, коэффициент теплопередачи стены:

$$K_{HC} = \frac{1}{R_0}, \quad K_{HC} = \frac{1}{3,339} = 0,3 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}. \quad (3.1.8)$$

Расчет бесчердачного покрытия

Требуемое условное сопротивление теплопередачи с учетом коэффициента теплотехнической однородности конструкции $r=0,95$ [15]:

$$R_0^{yclmp} = \frac{R_0^{mp}}{r}, \quad R_0^{yclmp} = \frac{4,468}{0,95} = 4,703 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}.$$

Требуемое значение сопротивления теплопередаче слоя утеплителя:

$$R_{ym}^{mp} = R_0^{yclmp} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \right), \quad R_{ym}^{mp} = 4,703 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,02}{0,22} + \frac{1}{23} \right) =$$

$$= 4,703 - 0,426 = 4,277 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}.$$

Расчетная толщина утеплителя:

$$\delta_{ym} = R_{ym}^{mp} \cdot \lambda_{ym}, \quad \delta_{ym} = 4,277 \cdot 0,03 = 0,128 \text{ м.}$$

Толщина утеплителя принимается согласно сортаменту от производителя $\delta=0,15$ м.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R_0 = R_0^{ycl} \cdot r = \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot r, \quad R_{ym}^{mp} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,15}{0,03} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,02}{0,22} + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,95 =$$
$$= 5,426 \cdot 0,95 = 5,155 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Проверяем неравенство:

$$R_0 \geq R_0^{mp}, \quad 5,155 \geq 4,468.$$

Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче не меньше требуемого.

Таким образом, коэффициент теплопередачи бесчердачного покрытия:

$$K_{БП} = \frac{1}{R_0}, \quad K_{БП} = \frac{1}{5,155} = 0,194 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}.$$

Расчет оконных проемов

По СП [3, таблица К.1] к дальнейшему расчету, исходя из условия 3.1.1, принята конструкция окна в виде двухкамерного стеклопакета из обычного

стекла с заполнением камер воздухом, расстояние между стеклами 14x14 мм.
Фактическое значение сопротивления теплопередачи:

$$R_0 = 0,5, \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

$$K_{OK} = \frac{1}{R_0}, \quad K_{OK} = \frac{1}{0,5} = 2,0 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}.$$

Расчет наружной двери

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи входных дверей:

$$R_0^{норм} = 0,6 \cdot R_0^{норм(стень)} = 0,6 \cdot \frac{(t_g - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_g}, \quad R_0^{норм} = 0,6 \cdot \frac{(18 - (-24))}{4,0 \cdot 8,7} = 0,724 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C} \quad (3.1.9)$$

$$K_{ДВ} = \frac{1}{R_0^{норм}}, \quad K_{ДВ} = \frac{1}{0,724} = 1,381 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}.$$

Расчет полов на грунте

Условное термическое сопротивление теплопередаче утепленного пола определяется по формуле:

$$R_i = R_{н.н} + \sum \frac{\delta_{y.c}}{\lambda_{y.c}}, \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C} \quad (3.1.10)$$

$$R_I = 2,1 + \frac{0,2}{0,47} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,08}{0,93} + \frac{0,015}{0,73} = 2,689 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C};$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,2}{0,47} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,08}{0,93} + \frac{0,015}{0,73} = 4,889 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C};$$

$$R_{III} = 8,6 + \frac{0,2}{0,47} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,08}{0,93} + \frac{0,015}{0,73} = 9,189 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C};$$

$$R_{IV} = 14,2 + \frac{0,2}{0,47} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,08}{0,93} + \frac{0,015}{0,73} = 14,789 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}.$$

Таким образом, коэффициент теплопередачи зон утепленного пола:

$$K_I = \frac{1}{R_I}, \quad K_I = \frac{1}{2,689} = 0,372 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}.$$

$$K_{II} = \frac{1}{4,889} = 0,204 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}.$$

$$K_{III} = \frac{1}{9,189} = 0,108 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}.$$

$$K_{IV} = \frac{1}{14,789} = 0,068 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}.$$

Результаты расчетов теплотехнических характеристик ограждающих конструкций сведены в таблицу 3.1.2.

Таблица 3.1.2- Результаты теплотехнического расчета

Ограждения	δ , м	$\delta_{ут}$, м	$R_o, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$	$K, \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$
Наружная стена	0,51	0,2	3,339	0,3
Бесчердачное покрытие	0,41	0,15	5,155	0,194
Окно	Двухкамерный стеклопакет из обычного стекла с заполнением воздухом, расстояние между стеклами 14 и 14мм.		0,5	2,0
Наружная дверь			0,724	1,381
Полы по грунту:				
I зона			2,689	0,372
II зона			4,889	0,204
III зона			9,189	0,108
IV зона			14,789	0,068

3.2 Определения теплопотерь здания

Теплопотери ограждающих конструкций необходимо компенсировать системой отопления. Методика расчета принята по [14]:

$$Q_{огр} = k \cdot F \cdot (t_B - t_H) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta), Bm \quad (3.1.11)$$

Нагрузка на систему отопления с запасом в размер 5%:

$$Q_{от} = Q_{огр} \cdot 1,05, Bm \quad (3.1.12)$$

Результаты расчета сведены в таблицу 3.1.3.

Таблица 3.1.3 – Теплотери помещений.

№ помещения	Наименование помещения, t°С	Ограждающие конструкции						Q, Вт	Добавки			Q(1+Σβ)	Общие теплотери помещений, Q
		Тип	ориентация	размеры	F, м2	к, Вт/м2 С	Δt, С		на ориентацию	прочее	Σβ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
отм. +0,000													
2	Вестибюль ,18 °С	НС	Ю		64,00	0,3	42	806	0	0	0	806	4139
		ОК	Ю	2(2,1x3)	12,60	2	42	1058	0	0	0	1058	
		ДВ	Ю	4,5x2,5	11,30	1,381	42	655	0	0	0	655	
		I			30,00	0,372	42	469	0	0	0	469	
		II			30,00	0,204	42	257	0	0	0	257	
		III			30,00	0,108	42	136	0	0	0	136	
		IV			265,00	0,068	42	757	0	0	0	757	
3	Гардероб ,18 °С	НС	Ю		28,80	0,3	42	363	0	0	0	363	1324
		ОК	Ю	3(1,2x2)	7,20	2	42	605	0	0	0	605	
		I			13,00	0,372	42	203	0	0	0	203	
		II			13,00	0,204	42	111	0	0	0	111	
		III			9,20	0,108	42	42	0	0	0	42	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	Тренажерный зал ,16 °С	НС	Ю		48,60	0,3	40	583	0	0	0	583	2572
		ОК	Ю	4(1,2x2)	9,60	2	40	768	0	0	0	768	
		I			30,00	0,372	40	446	0	0	0	446	
		II			30,00	0,204	40	245	0	0	0	245	
		III			30,00	0,108	40	130	0	0	0	130	
		IV			147,00	0,068	40	400	0	0	0	400	
7	Кабинет врача ,20 °С	НС	Ю		10,00	0,3	40	120	0	0	0	120	519
		ОК	Ю	1,2x2	2,40	2	40	192	0	0	0	192	
		I			9,00	0,372	40	134	0	0	0	134	
		II			9,00	0,204	40	73	0	0	0	73	
11	Коридор ,18 °С	НС	С		118,40	0,3	42	1492	0,1	0,05	0,15	1716	3478
		НС	В		14,00	0,3	42	176	0,1	0,05	0,15	203	
		I			90,00	0,372	42	1406	0	0,05	0,05	1476	
		II			9,20	0,204	42	79	0	0,05	0,05	83	
17	Служебны й коридор ,18 °С	НС	С		135,50	0,3	42	1707	0,1	0,05	0,15	1963	3162
		НС	В		8,25	0,3	42	104	0,1	0,05	0,15	120	
		I			65,00	0,372	42	1016	0	0	0	1016	
		II			7,46	0,204	42	64	0	0	0	64	
18	Служебный коридор ,18 °С	НС	С		135,50	0,3	42	1707	0,1	0	0,1	1878	2958
		I			65,00	0,372	42	1016	0	0	0	1016	
		II			7,46	0,204	42	64	0	0	0	64	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
28	Зона отдыха ,25 °С	НС	Ю		67,20	0,3	49	847	0	0	0	847	2181
		ОК	Ю	2(1,2x2)	4,80	2,174	49	438	0	0	0	438	
		I			14,40	0,369	49	223	0	0	0	223	
		II			14,40	0,203	49	123	0	0	0	123	
		III			14,40	0,11	49	67	0	0	0	67	
		IV			167,00	0,069	49	484	0	0	0	484	
43	Помещение бассейна ,27°С	НС	Ю		58,90	0,3	51	901	0	0	0	901	4272
		ОК	Ю	3(1,2x2)	7,20	2	51	734	0	0	0	734	
		ДВ	Ю	2(2,2x1,2)	5,30	1,381	51	373	0	0	0	373	
		I			28,80	0,372	51	546	0	0	0	546	
		II			28,80	0,204	51	300	0	0	0	300	
		III			48,00	0,108	51	264	0	0	0	264	
45	Инвентарная бассейна, 20 °С	НС	Ю		19,00	0,3	44	274	0	0	0	274	705
		ОК	Ю	1,2x2	2,40	2	44	230	0	0	0	230	
		I			8,40	0,372	44	150	0	0	0	150	
		II			5,20	0,204	44	51	0	0	0	51	
47	Комната приема пици, 18 °С	НС	Ю		17,40	0,3	42	219	0	0	0	219	614
		ОК	Ю	1,2x2	2,40	2	42	202	0	0	0	202	
		I			8,00	0,372	42	125	0	0	0	125	
		II			8,00	0,204	42	69	0	0	0	69	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
49	Комната начальника охраны, 18 °С	НС	Ю		9,60	0,3	42	121	0	0	0	121	431
		ОК	Ю	1,2x2	2,40	2	42	202	0	0	0	202	
		I			4,50	0,372	42	70	0	0	0	70	
		II			4,50	0,204	42	39	0	0	0	39	
50	Камера хранения, 18 °С	НС	Ю		8,10	0,3	42	102	0	0	0	102	403
		ОК	Ю	1,2x2	2,40	2	42	202	0	0	0	202	
		I			4,10	0,372	42	64	0	0	0	64	
		II			4,10	0,204	42	35	0	0	0	35	
51	о-разгрузочная зона, 16 °С	НС	Ю		34,60	0,3	40	415	0	0	0	415	1069
		ОК	Ю	1,2x2	2,40	2	40	192	0	0	0	192	
		I			18,60	0,372	40	277	0	0	0	277	
		II			22,70	0,204	40	185	0	0	0	185	
52	Кладовая, 16 °С	НС	Ю		25,00	0,3	40	300	0	0,05	0,05	315	792
		НС	З		16,50	0,3	40	198	0,05	0,05	0,1	218	
		I			16,60	0,372	40	247	0	0,05	0,05	259	
53	Тех. помещение, 16 °С	НС	С		20,50	0,3	40	258	0,1	0	0,1	284	478
		I			8,00	0,372	40	125	0	0	0	125	
		II			8,00	0,204	40	69	0	0	0	69	
55	Зона доставки, 16 °С	НС	Ю		40,50	0,3	40	486	0	0,05	0,05	510	1760
		НС	З		18,50	0,3	40	222	0,05	0,05	0,1	244	
		ДВ		3,2x2,5	8,00	1,381	40	442	0,05	0,05	0,1	486	
		I			26,00	0,372	40	387	0	0,05	0,05	406	
		II			13,25	0,204	40	108	0	0,05	0,05	114	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
56	Кладовая ,16 °С	НС	3		15,80	0,3	42	199	0,05	0	0,05	209	359
		I			6,00	0,372	42	94	0	0	0	94	
		II			6,60	0,204	42	57	0	0	0	57	
68	Коридор,18 °С	НС	С		65,40	0,3	42	824	0,1	0,05	0,15	948	2403
		НС	3		15,80	0,3	42	199	0,05	0,05	0,1	219	
		НС	Ю		9,36	0,3	42	118	0,05	0,05	0,1	130	
		ДВ		1,2x2,2	2,64	1,381	42	153	0,05	0,05	0,1	168	
		I			47,90	0,372	42	748	0	0,05	0,05	786	
		II			16,90	0,204	42	145	0	0,05	0,05	152	
70	Тепловой узел ,15 °С	НС	С		23,50	0,3	39	275	0,1	0	0,1	302	545
		I			10,80	0,372	39	157	0	0	0	157	
		II			10,80	0,204	39	86	0	0	0	86	
		III			10,80	0,108	39	45	0	0	0	45	
71	Вент. камера ,15 °С	НС	Ю		32,50	0,3	39	380	0,1	0,05	0,15	437	1625
		НС	В		43,55	0,3	39	510	0,1	0,05	0,15	586	
		I			28,80	0,372	39	418	0,05	0,05	0,1	460	
		II			17,00	0,204	39	135	0	0,05	0,05	142	
		III			5,70	0,108	39	24	0	0,05	0,05	25	
72	Тепловой узел ,16 °С	НС	В		33,20	0,3	39	388	0,1	0	0,1	427	838
		I			13,30	0,372	39	193	0	0	0	193	
		II			13,30	0,204	39	106	0	0	0	106	
		III			26,60	0,108	39	112	0	0	0	112	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Типовой этаж													
201	Жилой номер, 20 °С	НС	Ю		8,90	0,3	44	117	0	0,05	0,05	123	588
		НС	В		16,00	0,3	44	211	0,1	0,05	0,15	243	
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0	0,05	0,05	222	
202-204	Жилой номер, 20 °С	НС	Ю		8,10	0,3	44	107	0	0	0	107	318
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0	0	0	211	
205-209	Жилой номер, 20 °С	НС	Ю		10,20	0,3	44	135	0	0	0	135	346
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0	0	0	211	
210-211	Жилой номер, 20 °С	НС	С		10,20	0,3	44	135	0,1	0	0,1	148	380
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0,1	0	0,1	232	
212	Вент. камера, 16 °С	НС	Ю		31,60	0,3	40	379	0	0,05	0,05	398	1106
		НС	З		23,10	0,3	40	277	0,05	0,05	0,1	305	
		ОК	Ю	2(1,2x1,2)	4,80	2	40	384	0	0,05	0,05	403	
214	Вестибюль, 18 °С	НС	С		18,70	0,3	42	236	0,1	0,05	0,15	271	926
		НС	З		25,60	0,3	42	323	0,05	0,05	0,1	355	
		ОК	Ю	2,8x1,2	3,40	2	42	286	0	0,05	0,05	300	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
215	ЛК, 18 °С	НС	С		53,20	0,3	42	670	0,1	0	0,1	737	2614
		ПТ			39,80	0,194	42	324	0	0	0	324	
		ОК	С	7(1,2x1,2)	16,80	2	42	1411	0,1	0	0,1	1552	
216	Инвент., 18 °С	НС	С		11,30	0,3	42	142	0,1	0	0,1	157	378
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	42	202	0,1	0	0,1	222	
217	Лифт. холл, 18 °С	НС	С		14,00	0,3	42	176	0,1	0	0,1	194	416
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	42	202	0,1	0	0,1	222	
217a	ЛК, 18 °С	НС	С		131,60	0,3	42	1658	0,1	0	0,1	1824	6358
		ПТ			35,50	2	42	2982	0	0	0	2982	
		ОК	С	7(1,2x1,2)	16,80	2	42	1411	0,1	0	0,1	1552	
218	Лаундж зона, 18 °С	НС	С		15,10	0,3	42	190	0,1	0	0,1	209	431
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	42	202	0,1	0	0,1	222	
219	Пом. Приема пищи, 20 °С	НС	С		21,20	0,3	42	267	0,1	0	0,1	294	737
		ОК	С	2(1,2x1,2)	4,80	2	44	403	0,1	0	0,1	444	
220	Кухня, 20 °С	НС	Ю		17,30	0,3	44	218	0	0	0	218	621
		ОК	Ю	2(1,2x1,2)	4,80	2	44	403	0	0	0	403	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
221	Лаундж зона, 18 °С	НС	Ю		21,80	0,3	42	275	0	0,05	0,05	288	1280
		НС	В		21,80	0,3	42	275	0,1	0,05	0,15	316	
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	42	202	0	0,05	0,05	212	
		ОК	В	2(1,2x1,2)	4,80	2	42	403	0,1	0,05	0,15	464	
222	Тех. пом, 16 °С	НС	С		12,30	0,3	40	148	0,1	0,05	0,15	170	912
		НС	В		21,80	0,3	40	262	0,1	0,05	0,15	301	
		ОК	С	2(1,2x1,2)	4,80	2	40	384	0,1	0,05	0,15	442	
отм. +29,500													
901	Жилой номер, 20 °С	НС	Ю		9,30	0,3	44	123	0	0,05	0,05	129	758
		НС	В		16,70	0,3	44	220	0,1	0,05	0,15	254	
		ПТ			15,70	0,194	44	134	0,1	0,05	0,15	154	
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0	0,05	0,05	222	
902-904	Жилой номер, 20 °С	НС	Ю		9,30	0,3	44	123	0	0	0	123	477
		ПТ			16,70	0,194	44	143	0	0	0	143	
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0	0	0	211	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
905-909	Жилой номер, 20 °С	НС	Ю		10,70	0,3	44	141	0	0	0	141	506
		ПТ			18,00	0,194	44	154	0	0	0	154	
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0	0	0	211	
910-911	Жилой номер, 20 °С	НС	С		10,70	0,3	44	141	0,1	0	0,1	155	541
		ПТ			18,00	0,194	44	154	0	0	0	154	
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0,1	0	0,1	232	
912	Вент. камера, 16 °С	НС	Ю		32,90	0,3	40	395	0	0,05	0,05	415	1668
		НС	З		24,10	0,3	40	289	0,05	0,05	0,1	318	
		ПТ			65,30	0,194	40	507	0	0,05	0,05	532	
		ОК	Ю	2(1,2x1,2)	4,80	2	40	384	0	0,05	0,05	403	
914	Лаундж зона, 18 °С	НС	С		19,50	0,3	42	246	0,1	0,05	0,15	283	1363
		НС	З		26,70	0,3	42	336	0,05	0,05	0,1	370	
		ПТ			48,00	0,194	42	391	0	0,05	0,05	411	
		ОК	Ю	2,8x1,2	3,40	2	42	286	0	0,05	0,05	300	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
916	Инвент., 18 °С	НС	С		11,80	0,3	44	156	0,1	0	0,1	171	644
		ПТ			28,20	0,194	44	241	0	0	0	241	
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0,1	0	0,1	232	
917	Лифт. холл, 18 °С	НС	С		14,60	0,3	44	193	0,1	0	0,1	212	743
		ПТ			35,00	0,194	44	299	0	0	0	299	
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0,1	0	0,1	232	
918	Лаундж зона, 18 °С	НС	С		15,70	0,3	44	207	0,1	0	0,1	228	759
		ПТ			35,00	0,194	44	299	0	0	0	299	
		ОК	С	1,2x1,2	2,40	2	44	211	0,1	0	0,1	232	
919	Пом. Приема пици, 18 °С	НС	С		22,10	0,3	44	292	0,1	0	0,1	321	1215
		ПТ			50,30	0,194	44	429	0	0	0	429	
		ОК	С	2(1,2x1,2)	4,80	2	44	422	0,1	0	0,1	465	
920	Кухня, 18 °С	НС	Ю		18,40	0,3	44	243	0	0	0	243	904
		ПТ			28,00	0,194	44	239	0	0	0	239	
		ОК	Ю	2(1,2x1,2)	4,80	2	44	422	0	0	0	422	

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
921	Лаундж зона, 18 °С	НС	Ю		22,70	0,3	42	286	0	0,05	0,05	300	1824
		НС	В		22,70	0,3	42	286	0,1	0,05	0,15	329	
		ПТ			58,00	0,194	44	495	0	0,05	0,05	520	
		ОК	Ю	1,2x1,2	2,40	2	42	202	0	0,05	0,05	212	
		ОК	В	2(1,2x1,2)	4,80	2	42	403	0,1	0,05	0,15	464	
922	Тех. пом., 16 °С	НС	С		12,80	0,3	40	154	0,1	0,05	0,15	177	1168
		НС	В		22,70	0,3	40	272	0,1	0,05	0,15	313	
		ПТ			29,00	0,194	40	225	0	0,05	0,05	236	
		ОК	С	2(1,2x1,2)	4,80	2	40	384	0,1	0,05	0,15	442	

$$Q_{OT} = 139\,907 \cdot 1,05 = 146\,902 \text{ Вт}$$

3.2 Определение тепло- и влагопоступлений

Расчет тепlopоступлений в помещение ведется для помещения бассейна, помещений типового этажа (жилые номера, лаунж зона, помещение приема пищи).

Расчет тепловыделений помещения бассейна для холодного периода

Расчет ведется согласно методике [16].

- Тепловыделения от освещения:

$$Q_{осв} = F_{пл} \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad Q_{осв} = 258 \cdot 150 \cdot 0,067 \cdot 1 = 3457 \text{ Вт} . \quad (3.2.1)$$

- Тепловыделения от пловцов:

$$Q_{пл} = q \cdot n \cdot (1 - 0,33), \quad Q_{пл} = 95 \cdot 35 \cdot (1 - 0,33) = 2227 \text{ Вт} . \quad (3.2.2)$$

где - 0,33 доля времени, проводимая пловцами в бассейне.

- Тепловыделения от обходных дорожек:

$$Q_{я.хд} = \alpha_{хд} \cdot F_{хд} \cdot (t_{хд} - t_в), \quad Q_{я.хд} = 10 \cdot 27 \cdot (31 - 27) = 1080 \text{ Вт} . \quad (3.2.3)$$

- Потеря тепла на нагрев воды в ванне бассейна:

$$Q_в = \alpha \cdot F_в \cdot (t_в - t_{нов}), \quad Q_в = 4 \cdot 90 \cdot (27 - 26) = 360 \text{ Вт} . \quad (3.2.4)$$

Где $\alpha = 4,0 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$ – коэффициент теплоотдачи явного тепла

- Тепловые потери ограждений помещения бассейна компенсируются системой отопления:

$$Q_{с.о} = Q_{ном}, \quad Q_{с.о} = 4272 \text{ Вт} .$$

Расчет влаговыделений помещения бассейна

- Влаговыделения от пловцов:

$$W_{nl} = w \cdot n \cdot (1 - 0,33), \quad W_{nl} = 0,295 \cdot 35 \cdot (1 - 0,33) = 6,91 \text{ кг/ч.} \quad (3.2.5)$$

- Поступления влаги с поверхности бассейна:

$$W_B = \frac{AF\sigma_{исп}(d_w - d_e)}{1000}, \quad W_B = \frac{1,5 \cdot 90 \cdot 28,8 \cdot (20 - 10,8)}{1000} = 35,7 \text{ кг/ч.} \quad (3.2.6)$$

Где σ – коэффициент испарения кг/м²ч определяется по формуле:

$$\sigma_{исп} = 25 + 19v, \quad \sigma_{исп} = 25 + 19 \cdot 0,2 = 28,8 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч.} \quad (3.2.7)$$

- Поступление влаги с обходных дорожек:

$$W_{обх.д} = 6,1 \cdot (t_e - t_{мт}) \cdot F, \quad W_{обх.д} = 6,1 \cdot (27 - 22,8) \cdot 27 = 691,7 \text{ г/ч.} \quad (3.2.8)$$

Расчет скрытых теплопоступлений помещения бассейна

-Скрытые тепловыделения с поверхности бассейна:

$$Q_{скр.б} = W_B \cdot (2500 - 2,39 \cdot t_{пов}), \quad Q_{скр.б} = 35,7 \cdot (2500 - 2,39 \cdot 26) = 87115 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}. \quad (3.2.9)$$

-Скрытые тепловыделения с обходных дорожек:

$$Q_{скр.од} = W_{од} \cdot (2500 - 2,39 \cdot t_{пов}), \quad Q_{скр.од} = 0,691 \cdot (2500 - 2,39 \cdot 26) = 1684 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}. \quad (3.2.10)$$

-Скрытые тепловыделения от пловцов:

$$Q_{скр.пл} = n \cdot (q_{пол} - q_{я}), \quad Q_{скр.пл} = 35 \cdot (290 - 95) = 6825 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}. \quad (3.2.11)$$

Расчет полных теплопоступлений помещения бассейна

$$\sum Q_n = Q_{скр.Б} + Q_{скр.од} + Q_{скр.пл} + 3,6 \sum Q_{я} \quad (3.2.12)$$

$$\sum Q_n = 87115 + 1684 + 6825 + 3,6 \cdot (3457 + 2227 + 1080 - 360) = 118679 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}. \quad (3.2.13)$$

Расчет для теплого периода года

- Тепловыделения от пловцов:

$$Q_{пл} = q \cdot n \cdot (1 - 0,33), \quad Q_{пл} = 95 \cdot 35 \cdot (1 - 0,33) = 2227 \text{ Вт}. \quad (3.2.14)$$

- Тепловыделения от обходных дорожек:

$$Q_{я.хд} = \alpha_{хд} \cdot F_{хд} \cdot (t_{хд} - t_в), \quad Q_{я.хд} = 10 \cdot 27 \cdot (31 - 27) = 1080 \text{ Вт}. \quad (3.2.15)$$

- Теплопоступление через световые проемы:

$$Q_{сол} = (q_n + q_p) \cdot F_o \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{сз}, \text{ Вт}. \quad (3.2.16)$$

Таблица 3.2.1 - Результаты расчета теплопоступлений от солнечной радиации

	Часы суток													
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
	Помещение бассейна													
	Ю													
qвп	0	0	37	166	287	384	449	449	384	287	166	37	0	0
qвр	35	53	70	81	86	91	91	91	91	86	81	70	53	35
Fм2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
k1	1,05	1,05	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	1,05	1,05
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
βсз	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Qср	172	261	527	1216	1837	2339	2659	2659	2339	1837	1216	527	261	172

- Теплопоступления от освещения:

$$Q_{осв} = F_{пл} \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad Q_{осв} = 258 \cdot 150 \cdot 0,067 \cdot 1 = 3457 \text{ Вт} \quad (3.2.17)$$

Расчет влаговыделений помещения бассейна

- Влаговыделения от пловцов:

$$W_{пл} = w \cdot n \cdot (1 - 0,33), \quad W_{пл} = 0,295 \cdot 35 \cdot (1 - 0,33) = 6,91 \text{ кг/ч} \quad (3.2.18)$$

- Поступления влаги с поверхности бассейна:

$$W_B = \frac{AF\sigma_{исп}(d_w - d_в)}{1000}, \quad W_B = \frac{1,5 \cdot 90 \cdot 28,8 \cdot (20 - 10,8)}{1000} = 35,7 \text{ кг/ч} \quad (3.2.19)$$

$$\sigma_{исп} = 25 + 19v, \quad \sigma_{исп} = 25 + 19 \cdot 0,2 = 28,8 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч} \quad (3.2.20)$$

Расчет скрытых теплопоступлений помещения бассейна

-Скрытые тепловыделения с поверхности бассейна:

$$Q_{скр.б} = W_B \cdot (2500 - 2,39 \cdot t_{нов}), \quad Q_{скр.б} = 35,7 \cdot (2500 - 2,39 \cdot 26) = 87115 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}} \quad (3.2.21)$$

-Скрытые тепловыделения с обходных дорожек:

$$Q_{скр.од} = W_{од} \cdot (2500 - 2,39 \cdot t_{нов}), \quad Q_{скр.од} = 0,691 \cdot (2500 - 2,39 \cdot 26) = 1684 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}} \quad (3.2.22)$$

-Скрытые тепловыделения от пловцов:

$$Q_{скр.пл} = n \cdot (q_{пол} - q_я), \quad Q_{скр.пл} = 35 \cdot (290 - 95) = 6825 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}} \quad (3.2.23)$$

Расчет полных теплопоступлений помещения бассейна

$$\sum Q_n = Q_{скр.б} + Q_{скр.од} + Q_{скр.пл} + \sum Q_я \quad (3.2.24)$$

$$\sum Q_n = 87115 + 1684 + 6825 + 3,6 \cdot (2227 + 1080 + 2659 + 3457 - 360) = 128251 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}}$$

Таблица 3.2.2 – Результаты теплового расчета помещения бассейна

Период года	Теплопоступления в помещение				ΣQ, кДж/ч.
	Q _{скр.б} , кДж/ч.	Q _{скр.од} , кДж/ч.	Q _{скр.плавцов} , кДж/ч.	ΣQ _{явных} , Вт.	
ХП	87115	1684	6825	6404	+118 679
ТП	87115	1684	6825	9063	+128 251

Расчет тепlopоступлений в жилые номера

- Тепlopоступление через световые проемы:

$$Q_{сол} = (q_n + q_p) \cdot F_o \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{сз}, \text{ Вт} \quad (3.2.25)$$

Результаты расчета сведены в таблицу 3.2.3.

Таблица 3.2.3. – Тепlopоступление через световые проемы.

	Часы суток													
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
	Жилой номер													
	Юг													
qвп	0	0	37	166	287	384	449	449	384	287	166	37	0	0
qвр	35	53	70	81	86	91	91	91	91	86	81	70	53	35
Fм2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
k1	1,05	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
βсз	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qср	84	87	176	405	612	780	886	886	780	612	405	176	87	57
	Север													
qвп	107	15	57	55	51	51	50	50	51	51	55	57	15	107
qвр	51	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	51
Fм2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
k1	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
βсз	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qср	259	121	94	90	84	84	82	82	84	84	90	94	121	259
	Восток													
qвп	448	542	556	509	378	193	37	0	0	0	0	0	0	0
qвр	78	107	110	99	77	65	60	30	40	45	50	51	53	56
Fм2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
k1	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
βсз	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qср	863	1065	1093	998	747	424	159	49	66	74	82	84	87	92

4 СИСТЕМЫ ОБИСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА

4.1 Отопление

4.1.1 Конструирование

В проектируемом гостиничном комплексе предусмотрены системы водяного отопления на первом и типовом этажах. В качестве теплоносителя используется вода с параметрами подающей воды $T_{11}=90^{\circ}\text{C}$, и обратной воды $T_{21}=70^{\circ}\text{C}$. Присоединение систем отопления к тепловым сетям осуществляется по независимой схеме.

Система отопления №1 предназначена для отопления помещений типового этажа согласно плану графической части проекта. В качестве трубопроводов используются металлопластиковые трубы, покрытые тепловой изоляцией. В качестве отопительных приборов используются панельные радиаторы. Подключение трубопроводов от теплового пункта к отопительному прибору осуществляется по лучевой схеме через распределительный коллектор на 10 контуров со 2-го по 4-й этаж, с 4-го по 9-й этаж распределительный коллектор рассчитан на 9 контуров. Система отопления №2 аналогична системе отопления № 1, рассчитана на 11 контуров со 2-го по 4-й этаж, с 4-го по 9-й этаж распределительный коллектор рассчитан на 10 контуров. Система отопления №3 аналогична двум вышеописанным системам, рассчитана на 9 контуров. Система отопления №4 представляет собой двухтрубную, горизонтальную систему с открытой прокладкой трубопроводов, предназначена для отопления тренажерного зала и тех. помещений первого этажа согласно плану графической части проекта. В качестве трубопроводов используются металлопластиковые трубы, покрытые тепловой изоляцией. В качестве отопительных приборов используются панельные радиаторы.

Система отопления №5,6 аналогична системе №4, предназначена для отопления вспомогательных помещений гостиничного комплекса. Система отопления №7 выполнена по лучевой схеме, предназначена для отопления помещения бассейна, имеет 3 контура. Система отопления №8 предназначена

для теплого пола обходных дорожек помещения бассейна. Система отопления №9 выполнена по лучевой схеме, предназначена для отопления помещений вестибюля и для зоны отдыха с фито баром.

4.1.2 Гидравлический расчет

Пример расчета ведется для системы отопления №1, по допустимым скоростям согласно методике приведенной в [17]. Требуемый напор насоса P_n , равный расчетным потерям давления системы отопления ΔP_{co} определяется суммой составляющих:

- потерь давления системы теплоснабжения распределительного коллектора $\Sigma \Delta P_{уч.с.т.}$ (от ИТП до распределительного коллектора);
- потерь давления в распределительном коллекторе $\Delta P_{распр.}$;
- потерь давления системы отопления от распределительного коллектора $\Sigma \Delta P_{уч.от.}$.

$$P_n = \Delta P_{co} = \Sigma \Delta P_{уч.с.т.} + \Delta P_{распр.} + \Sigma \Delta P_{уч.от.}, \text{ Па} \quad (4.1.1)$$

Для расчета $\Delta P_{уч.от.}$ системы отопления от распределительного коллектора выбираем основное расчетное циркуляционное кольцо через прибор помещения №914 (прибор №3), согласно расчетной схеме на рис. 4.1.1

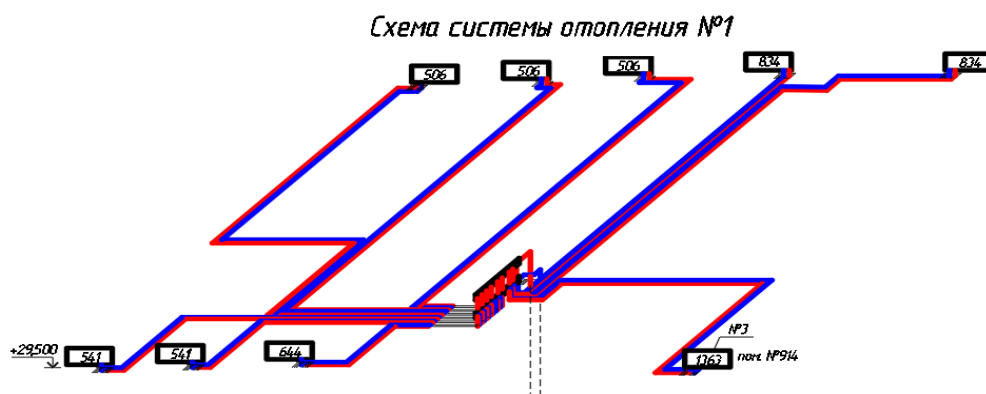


Рисунок 4.1.1- Фрагмент схемы системы отопления №1

Расчетный расход теплоносителя определяем по выражению:

$$G_{уч} = 0,86 \cdot \frac{Q_{прибора}}{(t_2 - t_0)}, G_{уч} = 0,86 \cdot \frac{1363}{(90 - 70)} = 46,9 \text{ кг/ч} \quad (4.1.2)$$

Диаметры всех участков теплопроводов подбираются с помощью номограммы для металлополимерных труб, задавая скоростью воды не более 0,5...0,7 м/с.

$$\Delta P_{уч.} = Z \cdot (R \cdot l_{уч.}), \text{ Па} \quad (4.1.3)$$

Схема присоединение трубопроводов к отопительному прибору показана на рисунке 4.1.2.

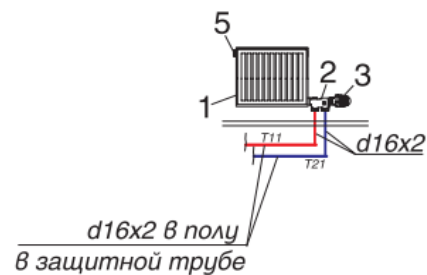


Рисунок 4.1.2 – Схема присоединение трубопроводов к отопительному прибору

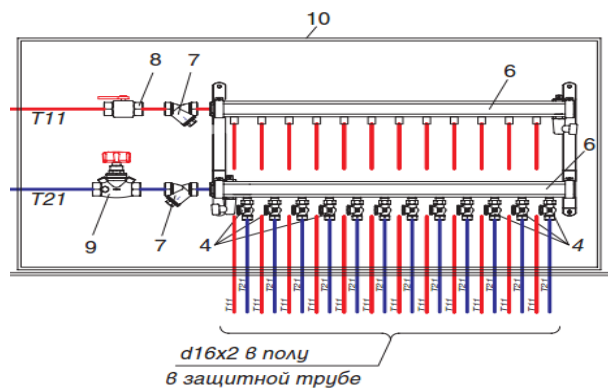


Рисунок 4.1.3. – Схема системы отопления от распределительного коллектора.

1- радиатор секционный; 2- клапан одноточечного подсоединения ГЕРЦ-VTA-40; 3-головка термостатическая ГЕРЦ-МИНИ; 4 –вентиль балансый ГЕРЦ-RL-5, проходной; 5 –воздухоотводчик радиаторный; 6- коллектор на 9; 7 – фильтр ГЕРЦ, d1/2”; 8- кран шаровой d1/2”; 9- вентиль балансый ГЕРЦ ШТЕРМАКС-GR, d1/2”; 10 – шкаф для распределительного коллектора.

Клапан одноточечного подсоединения ГЕРЦ-VTA-40 ($\Delta P_{кл.1}$) и вентиль балансый ГЕРЦ-RL-5 ($\Delta P_{кл.2}$) создают суммарное сопротивление на регулируемом участке:

$$(\sum \Delta P_{кл.})_{рег.уч.} = \Delta P_{кл.1} + \Delta P_{кл.2}, Па \quad (4.1.2)$$

Потери давления клапана $\Delta P_{кл.1}$ задается 2000 Па.

Потери давления клапана $\Delta P_{кл.2}$ для основного расчетного кольца задается исходя из максимально возможного диапазона гидравлических настроек n , но при этом потеря давления должна быть не более 4-5 кПа. Задается $n=3,0$ согласно номограмме потери давления $\Delta P_{кл.2} = 550$ Па

Суммарное сопротивление клапанов:

$$(\sum \Delta P_{кл.})_{рег.уч.} = 2000 + 550 = 2550, Па$$

Таблица 4.1.1 – Результаты гидравлического расчета системы отопления от распределительного коллектора.

№ прибора.	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	R, Па/м	$\Sigma \Delta P_{рег.уч}$
1	2	3	4	5	6	7
3	1363	46,9	28	16x2	19	692+2550=3242

Для всех остальных циркуляционных колец системы отопления данные потери давления являются располагаемыми.

Потери давление в распределительном коллекторе $\Delta P_{распр}$ включают в себя потери давления в балансый вентиле ГЕРЦ ШТЕРМАКС-GR (d1/2”,

$k_v=6,88$ м³/ч), потери давления в двух фильтрах ГЕРЦ ($d1/2''$, $k_v=6,9$ м³/ч) и потери давления в кране шаровом $d1/2''$:

$$\Delta P_{распр.} = \Delta P_{вентиль.} + 2 \cdot \Delta P_{фильтра} + \Delta P_{к.ш.}, Па \quad (4.1.3)$$

Балансовый вентиль ГЕРЦ ШТЕРМАКС-GRзапроектирован с целью возможности эксплуатационной наладки. В проектном расчете он рассматривается в положении полного открытия, его сопротивление равно:

$$\Delta P_{к.ш.1} = 0,1 \cdot \left(\frac{216}{6,88}\right)^2 = 98,6 Па$$

Потери давления в двух фильтрах:

$$2 \cdot \Delta P_{фильтр.} = 2 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{216}{6,9}\right)^2 = 196 Па$$

Потери давления в шаровом кране при $\zeta=0,5$:

$$\Delta P_{к.ш.} = 30 Па$$

Таким образом, потери давления в распределительном коллекторе :

$$\Delta P_{распр.} = 98,6 + 196 + 30 = 325 Па$$

Далее производится расчет теплоснабжения распределительного коллектора, по допустимым скоростям 0,3-0,5м/с на магистральных трубопроводах. Общая тепловая нагрузка на систему отопления №1 равняется $Q=38\ 344$ Вт, расход теплоносителя $G=1319$ кг/ч. Потери давления складываются из потерь давления по длине и потерь давления на местные сопротивления:

$$\Delta P_{уч.с.м} = R \cdot l + Z Па$$

Для первого расчетного участка учитываются потери давления в ИТП, для предварительного расчета принимаются равными $\Delta P_{умн} = 2000 Па$

Результаты гидравлического расчета сведены в таблицу 4.1.2

Таблица 4.1.2 – Результаты гидравлического расчета теплоснабжения распределительного коллекторана отм. +29,500.

№ прибора.	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	ΔP уч., Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ИТП-1	38344	1319,0	34,2	32	0,46	98	3351,6	7	740,6	6092,2
1-2	33265	1144,3	3,5	32	0,35	78	273	1	61,3	334,3
2-3	28186	969,6	3,5	25	0,53	121	423,5	1	140,5	564,0
3-4	23107	794,9	3,5	25	0,46	85	297,5	1	105,8	403,3
4-5	18899	650,1	3,5	20	0,49	190	665	1	120,1	785,1
5-6	14691	505,4	3,5	20	0,4	110	385	1	80,0	465,0
6-7	10483	360,6	3,5	20	0,28	50	175	1	39,2	214,2
7-8	6275	215,9	3,5	15	0,3	120	420	1,5	67,5	487,5
8-7'	6275	215,9	3,5	15	0,3	120	420	1,5	67,5	487,5
7'-6'	10483	360,6	3,5	20	0,28	50	175	1	39,2	214,2
6'-5'	14691	505,4	3,5	20	0,4	110	385	1	80,0	465,0
5'-4'	18899	650,1	3,5	20	0,49	190	665	1	120,1	785,1
4'-3'	23107	794,9	3,5	25	0,46	85	297,5	1	105,8	403,3
3'-2'	28186	969,6	3,5	25	0,53	121	423,5	1	140,5	564,0
2'-1'	33265	1144,3	3,5	32	0,35	78	273	1	61,3	334,3
1'-ИТП	38344	1319,0	34,2	32	0,46	98	3351,6	7	740,6	6092,2
									Сумма	18690,9

Таким образом, требуемый напор насоса:

$$P_n = \Delta P_{co} = 18691 + 325 + 3242 = 22\,258, \text{ Па}$$

Далее считаются ответвления на теплоснабжения остальных распределительных коллекторов, потери давления в ответвлении сравниваются с расчетным располагаемым:

$$\frac{\Delta P_m - \Delta P_{отв}}{\Delta P_m} \cdot 100\% \leq 15\%$$

В случаи невязки, регулировка осуществляется балансировым вентилем ГЕРЦ ШТЕРМАКС-GR.

Результаты расчета сведены в таблицу 4.1.3.

Таблица 4.1.3 – Результат гидравлического расчета системы отопления №1.

№ прибор	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	R, Па/м	ΔРклп.1, Па	ΔРклп.2, Па	Настройка ΔРклп.2, n	RL+Z, Па	ΣΔР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
Отопительные приборы на отм. +29,500 (9-й этаж)										
ΔРрасп=2550 Па										
1	834	28,7	16	16x2	14	329	1750	1	291	2370
((2550-2370)/2550)*100%= 7%										
2	834	28,7	24	16x2	14	329	1750	1	437	2516
((2550-2516)/2550)*100%= 1%										
4	506	17,4	24	16x2	7	121	1950	0,5	218	2290
((2550-2290)/2550)*100%= 10%										
5	506	17,4	24	16x2	7	121	1950	0,5	218	2290
((2550-2290)/2550)*100%= 10%										
6	506	17,4	26	16x2	7	121	1950	0,5	237	2308
((2550-2308)/2550)*100%= 9%										
7	541	18,6	25	16x2	8	139	2000	0,5	260	2399
((2550-2399)/2550)*100%= 6%										
8	541	18,6	20	16x2	8	139	2000	0,5	208	2347
((2550-2347)/2550)*100%= 8%										
9	644	22,2	15	16x2	10	196	1800	0,75	195	2191
((2550-2191)/2550)*100%= 14%										
Отопительные приборы на отм. +26,000 (8-й этаж)										
ΔРрасп=2550+487,5+487,5=3525 Па										
3	926	31,9	28	16x2	14	406	1500	1	510	2415
Регулировка клапаном ШТЕРМАКС-GR - утсановленном на распределителе, n=2										
1	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
((2415-2394)/2415)*100%= 1%										
2	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
((2415-2394)/2415)*100%= 1%										
4	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
((2415-2350)/2415)*100%= 3%										
5	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
((2415-2350)/2415)*100%= 3%										
6	346	11,9	26	16x2	3	57	2200	0,3	101	2358
((2415-2358)/2415)*100%= 2%										
7	380	13,1	25	16x2	3	68	2240	0,3	98	2406
((2415-2406)/2415)*100%= 1%										
8	380	13,1	20	16x2	3	68	2240	0,3	78	2386
((2415-2386)/2415)*100%= 2%										
9	644	22,2	15	16x2	10	196	1800	0,75	195	2191
((2415-2191)/2415)*100%= 1%										

Продолжение таблицы 4.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
Отопительные приборы на отм. +22,500 (7-й этаж)										
$\Delta P_{расп}=2550+(487,5+214,2)*2=3953$										
3	926	31,9	28	16x2	14	406	1500	1	510	2415
Регулировка клапаном ШТЕРМАКС-GR - утсановленном на распределителе, n=1										
1	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
2	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
4	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
5	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
6	346	11,9	26	16x2	3	57	2200	0,3	101	2358
$((2415-2358)/2415)*100\%= 2\%$										
7	380	13,1	25	16x2	3	68	2240	0,3	98	2406
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
8	380	13,1	20	16x2	3	68	2240	0,3	78	2386
$((2415-2386)/2415)*100\%= 2\%$										
9	644	22,2	15	16x2	10	196	1800	0,75	195	2191
$((2415-2191)/2415)*100\%= 1\%$										
Отопительные приборы на отм. +19,000 (6-й этаж)										
$\Delta P_{расп}=2550+(487,5+214,2+465)*2=4883$										
3	926	31,9	28	16x2	14	406	1500	1	510	2415
Регулировка клапаном ШТЕРМАКС-GR - утсановленном на распределителе, n=1										
1	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
2	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
4	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
5	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
6	346	11,9	26	16x2	3	57	2200	0,3	101	2358
$((2415-2358)/2415)*100\%= 2\%$										
7	380	13,1	25	16x2	3	68	2240	0,3	98	2406
$((2415-2406)/2415)*100\%= 1\%$										

Продолжение таблицы 4.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
8	380	13,1	20	16x2	3	68	2240	0,3	78	2386
$((2415-2386)/2415)*100\%= 2\%$										
9	644	22,2	15	16x2	10	196	1800	0,75	195	2191
$((2415-2191/2415)*100\%= 1\%$										
Отопительные приборы на отм. +15,500 (5-й этаж)										
$\Delta P_{расп}=2550+(487,5+214,2+465+785,1)*2=6\ 454$										
3	926	31,9	28	16x2	14	406	1500	1	510	2415
Регулировка клапаном ШТЕРМАКС-GR - утсановленном на распределителе, n=1										
1	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
2	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
4	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
5	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
$((2415-2358)/2415)*100\%= 2\%$										
7	380	13,1	25	16x2	3	68	2240	0,3	98	2406
$((2415-2406)/2415)*100\%= 1\%$										
8	380	13,1	20	16x2	3	68	2240	0,3	78	2386
$((2415-2386)/2415)*100\%= 2\%$										
9	644	22,2	15	16x2	10	196	1800	0,75	195	2191
$((2415-2191/2415)*100\%= 1\%$										
Отопительные приборы на отм. +12,000 (4-й этаж)										
$\Delta P_{расп}=2550+(487,5+214,2+465+785,1+403,3)*2=7\ 260$										
3	926	31,9	28	16x2	14	406	1500	1	510	2415
Регулировка клапаном ШТЕРМАКС-GR - утсановленном на распределителе, n=1										
1	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
2	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
$((2415-2394)/2415)*100\%= 1\%$										
4	871	30,0	26	16x2	13	359	1600	1	439	2398
$((2415-2393)/2415)*100\%= 1\%$										
5	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
6	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
$((2415-2350)/2415)*100\%= 3\%$										
7	346	11,9	26	16x2	3	57	2200	0,3	101	2358
$((2415-2358)/2415)*100\%= 2\%$										
8	380	13,1	25	16x2	3	68	2240	0,3	98	2406
$((2415-2406)/2415)*100\%= 1\%$										
9	380	13,1	20	16x2	3	68	2240	0,3	78	2386
$((2415-2386)/2415)*100\%= 2\%$										

Продолжение таблицы 4.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
10	644	22,2	15	16x2	10	196	1800	0,75	195	2191
((2415-2191)/2415)*100%= 1%										
Отопительные приборы на отм. +8,500 (3-й этаж)										
$\Delta P_{расп}=2550+(487,5+214,2+465+785,1+403,3)*2=7\ 260$										
3	926	31,9	28	16x2	14	406	1500	1	510	2415
Регулировка клапаном ШТЕРМАКС-GR - утсановленном на распределителе, n=1										
1	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
((2415-2394)/2415)*100%= 1%										
2	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
((2415-2394)/2415)*100%= 1%										
4	871	30,0	26	16x2	13	359	1600	1	439	2398
((2415-2393)/2415)*100%= 1%										
5	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
((2415-2350)/2415)*100%= 3%										
6	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
((2415-2350)/2415)*100%= 3%										
7	346	11,9	26	16x2	3	57	2200	0,3	101	2358
((2415-2358)/2415)*100%= 2%										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
8	380	13,1	25	16x2	3	68	2240	0,3	98	2406
((2415-2406)/2415)*100%= 1%										
9	380	13,1	20	16x2	3	68	2240	0,3	78	2386
((2415-2386)/2415)*100%= 2%										
10	644	22,2	15	16x2	10	196	1800	0,75	195	2191
((2415-2191)/2415)*100%= 1%										
Отопительные приборы на отм. +5,000 (2-й этаж)										
$\Delta P_{расп}=2550+(487,5+214,2+465+785,1+403,3)*2=7\ 260$										
3	926	31,9	28	16x2	14	406	1500	1	510	2415
Регулировка клапаном ШТЕРМАКС-GR - утсановленном на распределителе, n=1										
1	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
((2415-2394)/2415)*100%= 1%										
2	553	19,0	24	16x2	8	145	2000	0,5	250	2394
((2415-2394)/2415)*100%= 1%										
4	871	30,0	26	16x2	13	359	1600	1	439	2398
((2415-2393)/2415)*100%= 1%										
5	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
((2415-2350)/2415)*100%= 3%										
6	346	11,9	24	16x2	3	57	2200	0,3	94	2350
((2415-2350)/2415)*100%= 3%										
7	346	11,9	26	16x2	3	57	2200	0,3	101	2358
((2415-2358)/2415)*100%= 2%										

Гидравлический расчет систем отопления №2,3,8 вводится аналогично гидравлическому расчету системы отопления №1.

Гидравлический расчет системы отопления №4 ведется согласно методики указанной в справочнике [18], методом удельных потерь давления по длине на трения, по формуле:

$$\sum(R \cdot l + Z) < (0,9 \div 0,95) \cdot \Delta P_p \text{ Па} \quad (3.1)$$

$$\Delta P_H = 100 \cdot 104,4 = 10440, \text{ Па}$$

$$\Delta P_E = 0,64 \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot (90 - 70) = 126, \text{ Па}$$

$$\Delta P_p = \Delta P_H = 10440 \text{ Па}$$

$$R_{CP} = \frac{0,9 \cdot 0,65 \cdot \Delta P_p}{\sum L_{ГЦК}}, \text{ Па / м} \quad (3.5)$$

$$R_{CP} = \frac{0,9 \cdot 0,65 \cdot 10440}{104,4} = 58,5, \text{ Па}$$

Результаты гидравлического расчета сведены в таблицу 4.1.4

Таблица 4.1.4 – Результаты гидравлического расчета системы отопления №4.

№ уч.	Q уч,Вт	G, кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R·l, Па	v, м/с	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГЦК : ΔP _p =10 440 Па											
ИТП-1	12197	556,3	9,5	58,5	32x3	56	532	0,32	7	658,4	1190,4
1-2	7480	341,2	0,9		26x3	65	58,5	0,38	2	144,4	202,9
2-3	6642	303,0	2,7		26x3	60	162	0,33	1	54,5	216,5
3-4	5772	263,3	5,7		26x3	55	313,5	0,27	2	72,9	386,4
4-5	4902	223,6	7,7		20x2	90	693	0,3	1	45,0	738,0
5-6	4032	183,9	7,7		20x2	78	600,6	0,25	1	31,3	631,9
6-7	3162	144,2	7,7		18x2	80	616	0,28	1	39,2	655,2
7-8	2108	96,1	6,8		16x2	78	530,4	0,27	2,5	91,1	621,5
8-8'	1054	48,1	3,5		16x2	38	133	0,18	10	162,0	295,0
8'-7'	2108	96,1	6,8		16x2	78	530,4	0,27	2,5	91,1	621,5
7'-6'	3162	144,2	7,7		18x2	80	616	0,28	1	39,2	655,2
6'-5'	4032	183,9	7,7		20x2	78	600,6	0,25	1	31,3	631,9
5'-4'	4902	223,6	7,7		20x2	90	693	0,3	1	45,0	738,0
4'-3'	5772	263,3	5,7		26x3	55	313,5	0,27	2	72,9	386,4
3'-2'	6642	303,0	2,7		26x3	60	162	0,33	1	54,5	216,5
2'-1'	7480	341,2	0,9		26x3	65	58,5	0,38	2	144,4	202,9
1'-ИТП	12197	556,3	9,5	32x3	56	532	0,32	7	658,4	1190,4	
Запас: (10 440 – 9580,5)/10 440 = 8%											9580,5
Ответвление											
1-9	4717	215,1	3,6		20x2	87	313,2	0,29	2	84,1	397,3
9-10	3904	178,1	7,8		20x2	76	592,8	0,26	2	67,6	660,4
10-11	3091	141,0	4,2		18x2	78	327,6	0,27	6	218,7	546,3
11-12	2448	111,7	2,7		16x2	100	270	0,25	1	31,3	301,3
12-13	1805	82,3	3		16x2	70	210	0,2	6	120,0	330,0
13-14	1162	53,0	2,3		16x2	40	92	0,19	1	18,1	110,1

Продолжение таблицы 4.1.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14-14'	519	23,7	3,5		16x2	13	45,5	0,1	15	75,0	120,5
14'-13'	1162	53,0	2,3		16x2	40	92	0,19	1	18,1	110,1
13'-12'	1805	82,3	3		16x2	70	210	0,2	6	120,0	330,0
12'-11'	2448	111,7	2,7		16x2	100	270	0,25	1	31,3	301,3
11'-10'	3091	141,0	4,2		18x2	78	327,6	0,27	6	218,7	546,3
10'-9'	3904	178,1	7,8		20x2	76	592,8	0,26	2	67,6	660,4
9'-1'	4717	215,1	3,6		20x2	87	313,2	0,29	2	84,1	397,3
Σ											4811,1
8-8'	1054	48,1	1		16x2	38	38	0,18	8	129,6	167,6
Регулировка клапаном ГЕРЦ-TS-90											
7-7'	1054	48,1	1		16x2	38	38	0,18	8	129,6	167,6
Регулировка клапаном ГЕРЦ-TS-90											
6-6', 5-5', 4-4', 3-3'	870	39,7	1		16x2	20	20	0,11	8	48,4	68,4
Регулировка клапаном ГЕРЦ-TS-90											
2-2'	838	38,2	1		16x2	19	19	0,1	8	40,0	59,0
Регулировка клапаном ГЕРЦ-TS-90											
14-14', 13-13', 12-12', 11-11'	643	29,3	1		16x2	14	14	0,1	8	40,0	54,0
Регулировка клапаном ГЕРЦ-TS-90											
10-10', 9-9'	813	37,1	1		16x2	18	18	0,1	8	40,0	58,0
Регулировка клапаном ГЕРЦ-TS-90											

Система теплого пола (СО №8)обходных дорожек помещения бассейна предназначена для создания комфортных условий. Расчет ведется согласно методике от производителя Skaltek[19]для металлопластиковых труб. Прокладка трубопроводов производится по смешенной схеме в цементно-песчаной стяжке.

Теплоотдача с одного квадратного метра для шага труб в 200мм по данным производителя:

$$q_{200} = 70 \text{ Вт/м}^2$$

1. Определяем теплоотдачу теплого пола в помещении по формуле:

$$Q_{\text{т.п}} = q_{\text{шаг}} F_{\text{пола}}, Q_{\text{т.п}} = 70 \cdot 27 = 1890 \text{ Вт}. \quad (4.1.4)$$

Средняя температура поверхности пола составляет 31°C,

2. Длина контура, м:

$$L = \frac{F}{l(\text{шаг})}, L = \frac{27}{0,2} = 135, \text{ м} \quad (4.1.5)$$

Согласно рекомендациям производителя максимальная длина одной петли теплого пола определяется возможностями циркуляционного насоса, экономически целесообразной считается система теплого пола, потери давления в которой не превышает 20 кПа. Руководствуясь этими рекомендациями, длина петли из МТП 18x2 не должна превышать 100-120м. В системе теплого пола принимаем 2 петли по 68м.

3. Расход теплоносителя в контуреL=80м:

$$G = \frac{1,1 \cdot 0,86 \cdot q_{200} \cdot (L \cdot l_{(\text{шаг})})}{(35 - 30)}, G = \frac{1,1 \cdot 0,86 \cdot 70 \cdot (68 \cdot 0,2)}{(35 - 30)} = 180 \text{ кг / ч} \quad (4.1.6)$$

4. Определяем скорости движения теплоносителя ω , м/с:

$$\omega = \frac{G}{3600 \cdot \rho f_{\text{тр}}}, \omega = \frac{180}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,000153} = 0,32 \text{ м/с} \quad (4.1.7)$$

5. Потери давления в петле:

$$\Delta p_{\text{уч}} = \left(\frac{\lambda}{d_g} \frac{\rho \omega^2}{2} \right) l_{\text{уч}} = R l_{\text{уч}}, \text{ Па} \quad (4.1.8)$$

Таблица 4.1.5 – Результат гидравлического расчета СО №8.

№	Q , Вт	G , кг/ч	l , м	d , мм	R Па/м	Rl Па	ω , м/с	$P_{\text{подв}}$, Па	$P_{\text{общ}}$, Па
43	952	180	68	18x2	168	11424	0,32	2000	13424

4.1.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

Подбор отопительных приборов ведется согласно методике расчета от производителя VALTEC[20]. Результаты расчета сведены в таблицу 4.5

Пример расчета для жилого номера на отм. +29.500:

$$G_{\text{np}} = \frac{0,86 \cdot Q}{(t_1 - t_2)}, G_{\text{np}} = \frac{0,86 \cdot 506}{(90 - 70)} = 21,8 \text{ кг/ч} \quad (4.1.9)$$

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{90 + 70}{2} - 20 = 60^\circ \text{C}$$

$$Q_{\text{ны}}^{\text{mp}} = \frac{506}{1 \cdot 1 \cdot 0,848 \cdot 1} = 591 \text{ Вт}$$

К установки принимается радиатор 11-400-600 с $Q=600$ Вт.

Таблица 4.1.6 – Тепловой расчет нагревательных приборов.

№ пом.	Q пом.	G пр.	tв	tвх	tвых	Δtср	Qнутр	тип	Qну
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Система отопления №1									
9-й Этаж									
907-909	506	21,8	20	90	70	60	591	11-400-600	600
912	834	35,9	16	90	70	64	974	21-400-700	1000
914	1363	58,6	18	90	70	62	1592	11-400-1400	1650
916	644	27,7	18	90	70	62	752	21-400-600	780
910-а	541	23,3	20	90	70	60	632	11-400-700	685
5-8-й Этаж									
507-509	346	14,9	20	90	70	60	404	10-400-600	500
512	553	23,8	16	90	70	64	646	11-400-700	760
514	926	39,8	18	90	70	62	1082	10-400-1400	1200
516	378	16,3	18	90	70	62	442	10-400-600	500
510-а	380	16,3	20	90	70	60	444	10-400-600	500
2-4-й Этаж									
207-209	346	14,9	20	90	70	60	404	10-400-600	500
212	553	23,8	16	90	70	64	646	11-400-700	760
214	926	39,8	18	90	70	62	1082	10-400-1400	1200
215	926	39,8	12	90	70	68	1082	10-400-1400	1200
216	378	16,3	18	90	70	62	442	10-400-600	500
210-а	380	16,3	20	90	70	60	444	10-400-600	500
Система отопления №2									
9-й Этаж									
901	758	32,6	20	90	70	60	886	21-400-700	1000
902-904	477	20,5	20	90	70	60	557	11-400-600	600
905-906	506	21,8	20	90	70	60	591	11-400-600	600
911-а	541	23,3	20	90	70	60	632	11-400-700	760
917	743	31,9	18	90	70	62	868	21-400-700	1000
918	759	32,6	18	90	70	62	887	21-400-700	1000
5-8-й Этаж									
501	588	25,3	20	90	70	60	687	11-400-700	760
502-504	318	13,7	20	90	70	60	371	10-400-600	500
505-506	346	14,9	20	90	70	60	404	10-400-600	500
511-а	380	16,3	20	90	70	60	444	10-400-600	500
517	416	17,9	18	90	70	62	486	10-400-600	500
518	431	18,5	18	90	70	62	504	11-400-600	600

Продолжения таблицы 4.1.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2-4-й Этаж									
201	588	25,3	20	90	70	60	687	11-400-700	760
202-204	318	13,7	20	90	70	60	371	10-400-600	500
205-206	346	14,9	20	90	70	60	404	10-400-600	500
211-a	380	16,3	20	90	70	60	444	10-400-600	500
217	416	17,9	18	90	70	62	486	10-400-600	500
217a	2119	91,1	18	90	70	62	2475	33-400-1000	2550
218	431	18,5	18	90	70	62	504	11-400-600	600
Система отопления №3									
9-й Этаж									
921	608	26,1	18	90	70	62	710	11-400-700	760
920	452	19,4	18	90	70	62	528	11-400-600	600
919	608	26,1	18	90	70	62	710	11-400-700	760
922	584	25,1	16	90	70	64	682	11-400-700	760
2-8-й Этаж									
221	427	18,4	18	90	70	62	499	11-400-700	760
220	311	13,4	18	90	70	62	363	11-400-600	600
219	369	15,9	18	90	70	62	431	11-400-700	760
222	456	19,6	16	90	70	64	533	11-400-700	760
Система отопления №4									
72	838	36,0	15	90	70	65	979	21-400-700	1000
11	870	37,4	18	90	70	62	1016	21-400-800	1120
17	1054	45,3	18	90	70	62	1231	21-400-900	1260
71	813	35,0	15	90	70	65	950	21-400-700	1000
4	643	27,6	16	90	70	64	751	11-400-700	760
7	519	22,3	20	90	70	60	606	11-400-700	760
Система отопления №5									
18	493	21,2	18	90	70	62	576	11-400-600	600
53	478	20,6	18	90	70	62	558	11-400-600	600
70	545	23,4	15	90	70	65	637	11-400-700	760
68	601	25,8	18	90	70	62	702	11-400-700	760
56	359	15,4	16	90	70	64	419	10-400-600	500
Система отопления №6									
45	705	30,3	24	90	70	56	824	21-400-700	1000
47	614	26,4	18	90	70	62	717	11-400-700	760
49	431	18,5	18	90	70	62	504	11-400-600	600
50	403	17,3	18	90	70	62	471	10-400-600	500
52	396	17,0	16	90	70	64	463	10-400-600	500
51	1069	46,0	16	90	70	64	1249	21-400-900	1260
55	880	37,8	16	90	70	64	1028	21-400-800	1120

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Система отопления №7									
43	1424	61,2	24	90	70	56	1664	33-400-700	1780
Система отопления №8									
2	2070	89,0	18	90	70	62	2418	33-400-1000	2550
3	662	28,5	18	90	70	62	773	21-400-600	780
28	727	31,3	18	90	70	62	849	21-400-700	1000

4.1.4 Расчет и подбор оборудования

Расчет и подбор пластинчатого теплообменника ИТП №70, по методике от производителя AlfaLaval[21]:

Показатель и единица измерения	Неразборные паяные			Разборные с резиновыми прокладками			
	CB-51	CB-76	CB-300	M3-XF6	M6-MF6	M10-BF6	M15-BFG8
Поверхность нагрева одной пластины, м ²	0,05	0,1	0,3	0,032	0,14	0,24	0,62
Габариты пластин, мм	50×520	92×617	365×990	140×400	247×747	400×961	650×1885
Объем воды в канале, л	0,047	0,125	0,65	0,09	0,43	1,0	1,55
Максимальное число пластин в теплообменнике, шт.	60	150	200	95	250	275	700
Рабочее давление, МПа	3,0	3,0	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6
Максимальный расход жидкости, м ³ /ч	8,1	39	60/140	10	54	180	288
Коэффициент теплопередачи K, Вт/(м ² ·°C)	7700	7890	7545	6615	5950	5935	6810
Габариты теплообменника, мм:							
ширина	103	192	466	180	320	470	650
высота	520	617	1263	480	920	961	1885
длина, не более	286	497	739	500	1430	2310	3270
длина, не менее	58	120	–	240	580	710	1170

Рисунок 4.1. – Технические характеристики пластинчатых теплообменников фирмы AlfaLaval.

1. Для расчета принимаем теплообменник M3-XF6, площадь поверхности теплообмена определяют по формуле:

$$S = \frac{1,05 \cdot Q_{ИТП \text{ №72}}}{\Delta t_{cp} \cdot K}, S = \frac{1,05 \cdot 64123}{10 \cdot 6615} = 1,018 \text{ м}^2 \quad (4.1.10)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{T1+T2}{2} - \frac{t1+t2}{2}, \Delta t_{cp} = \frac{130+70}{2} - \frac{90+70}{2} = 10 \text{ °C} \quad (4.1.11)$$

2. Требуемое кол-во пластин:

$$N = \frac{S}{n}, N = \frac{1,018}{0,032} = 31,8 = 32 \text{ шт.} \quad (4.1.12)$$

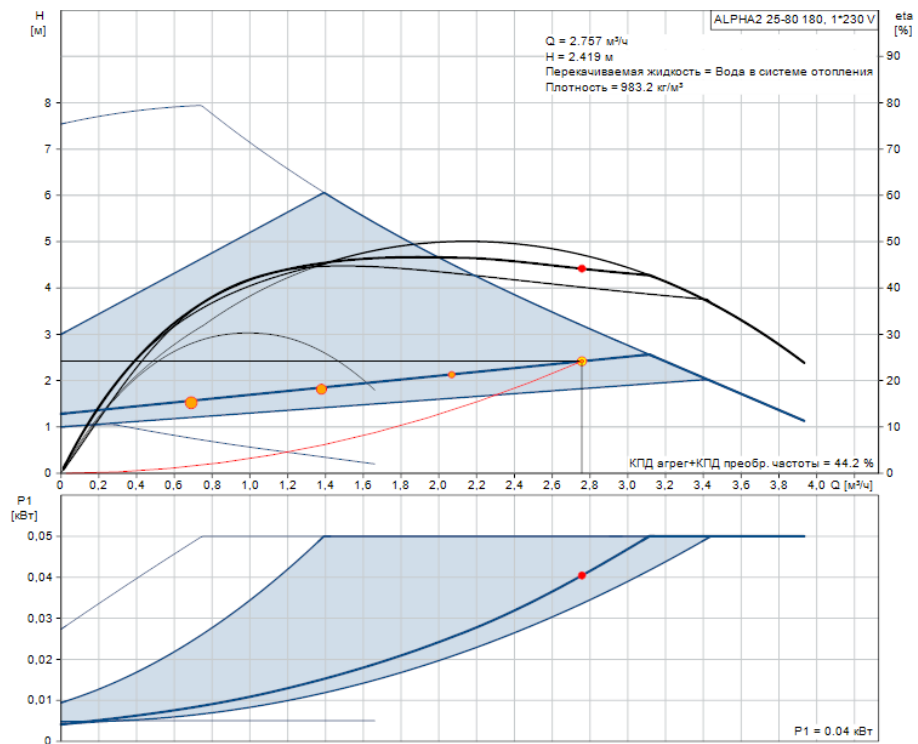
3. Мощность теплообменника:

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta t, Q = 6615 \cdot (32 \cdot 0,032) \cdot 10 = 67738 \text{ Вт.} \quad (4.1.13)$$

В качестве резервного источника теплоснабжения используются электрический котел РусНит-270 мощностью 70кВт подобранный по официальному каталогу от производителя [22].

Подбор теплообменника для помещения ИТП №70 проводится аналогичным образом.

Циркуляционного насоса для ИТП №70 подобран по программе производителя на официальном сайте GRUNDFOS [23] по расчетному расходу и напору в системе. Подбран насос ALPHA2 25-80-180, характеристика насоса представлена на рисунке 4.1.4



Жидкость:

Рабочая жидкость: Вода в системе отопления
 Диапазон температур жидкости: 2 .. 110 °C
 Плотность: 983.2 кг/м³

Технические данные:

Текущий рассчитанный расход: 2.757 м³/ч
 Общий гидростатический напор насоса: 2.419 м
 TF класс: 110
 Данные на фирменной табличке: VDE,CE,EAC

Материалы:

Корпус насоса: Чугун
 EN-GJL-150
 ASTM A48-150B
 Рабочее колесо: PES 30%GF

Монтаж:

Диапазон температуры окружающей среды: 0 .. 40 °C
 Макс. рабочее давление: 10 бар
 Соединение труб: G 1 1/2
 Допустимое давление: PN 10
 Монтажная длина: 180 мм

Данные электрооборудования:

Потребляемая мощность-P1: 3 .. 50 Вт
 Частота питающей сети: 50 Hz
 Номинальное напряжение: 1 x 230 В
 Максимальное потребление тока: 0.04 .. 0.44 А
 Класс защиты (IEC 34-5): X4D
 Класс изоляции (IEC 85): F

Другое:

Класс электропотребления (EEI): 0.18
 Нетто вес: 2.39 кг
 Брутто вес: 2.65 кг

Рисунок 4.1.4 – Характеристика циркуляционного насоса в ИТП №70

4.2 Вентиляция

4.2.1 Определение требуемых воздухообменов

Воздухообмен помещения бассейна

Теплый период года

Расчет воздухообмена для помещения бассейна ведется графоаналитическим методом при помощи I-dдиаграммы. Вместимость бассейна - 35 человек. Диаграмма приведена в приложении.

Направление луча процесса ассимиляции в помещении тепла и влаги характеризуется тепловлажностным отношением, рассчитываемым по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_n}{W}, \quad \varepsilon = \frac{128\,251}{42,61} = 3010 \text{ кДж / кг} \quad (4.2.1)$$

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле:

$$t_y = t_e + gradt \cdot (H - h), \quad t_y = 27 + 0,5 \cdot (4 - 2) = 28^\circ \text{C} \quad (4.2.2)$$

Величину градиента температуры следует определять, исходя из теплонапряженности помещения:

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}}, \quad q = \frac{9063}{1032} = 8,7 \text{ Вт / м}^3 \quad (4.2.3)$$

$t_{II} = 26^\circ \text{C}$ -согласно i-dдиаграмме(рисунок 4.2.1),на пересечении лучапроцесса и точки Н по $d=\text{const}$.

Количество приточного воздуха, м³/ч, который должен быть подан в помещение, на разбавление полных избытков теплоты и на разбавление влаговыделений определяется по формуле:

$$G_n = \frac{\sum Q_n}{I_y - I_n}, G_n = \frac{128251}{65,5 - 52,3} = 9716 \text{ кДж/ч} \quad (4.2.4)$$

$$G_w = \frac{\sum W}{d_y - d_n}, G_w = \frac{42,61}{0,0148 - 0,0101} = 9066 \text{ кДж/ч} \quad (4.2.5)$$

$$L_n = 9716 \div \frac{353}{273 + 26} = 8230 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.2.6)$$

$$L_w = 9066 \div \frac{353}{273 + 26} = 7679 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.2.7)$$

$$L_{сан} = 80 \cdot 35 = 2800 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.2.8)$$

Холодный период года

$$G = 9716 \text{ кДж/ч}$$

$$G_{сан} = 3306 \text{ кДж/ч}$$

$$G_{рец} = G - G_{сан}, G_{рец} = 9716 - 3306 = 6410 \text{ кДж/ч} \quad (4.2.9)$$

$$\varepsilon = \frac{Q_n}{W}, \varepsilon = \frac{118\,679}{42,61} = 2785 \text{ кДж/кг} \quad (4.2.10)$$

$$q = \frac{Q_{я}}{V_{пом}}, q = \frac{6404}{1032} = 6,2 \text{ Вт/м}^3 \quad (4.2.11)$$

$$t_y = t_e + gradt \cdot (H - h), t_y = 27 + 0 \cdot (4 - 2) = 27^\circ \text{C}$$

$$d_c = \frac{G_{сан} \cdot d_k + G_p \cdot d_y}{G}, d_c = \frac{3306 \cdot 0,5 + 6410 \cdot 11,1}{9716} = 7,5 \text{ г/кг}$$

Так как точка смеси оказалась близка к значению $\phi=100\%$ необходимо нагревать наружный воздух в первой ступени нагрева до точки К.

$t_{II} = 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ -согласно i - d -диаграмме (рисунок 4.2.2), на пересечении луча процесса и точки C по $d=\text{const}$.

Воздухообмен жилых помещений

Согласно норм СП [4], воздухообмен на одного человека принимается равным 60 м³/ч.

Воздухообмен для остальных помещений ведется по нормируемой кратности помещений исходя из назначения помещения. Результаты сведены в таблицу 4.2.1.

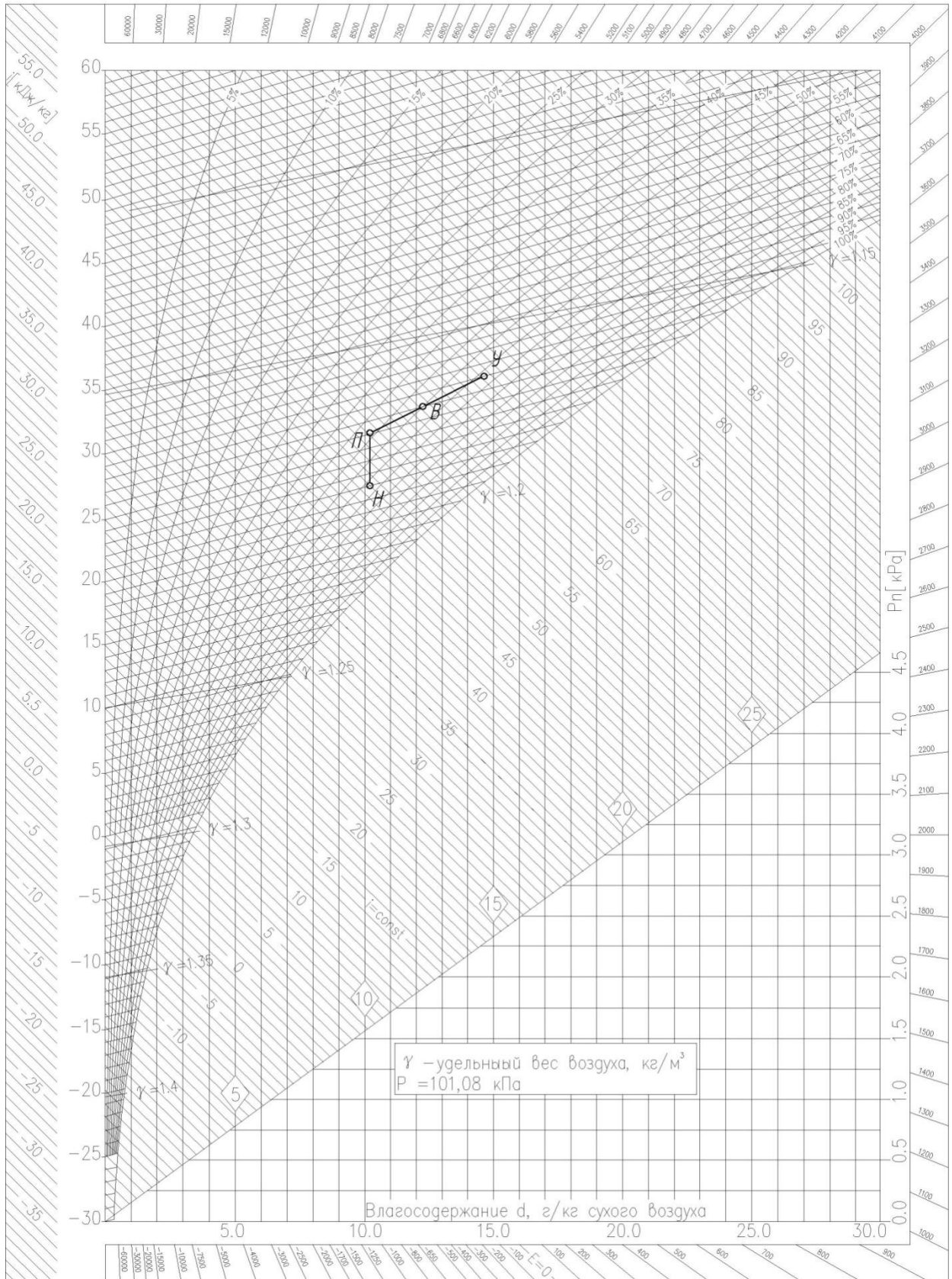


Рисунок 4.2.1 – I-D диаграмма в ТП года, помещение бассейна.

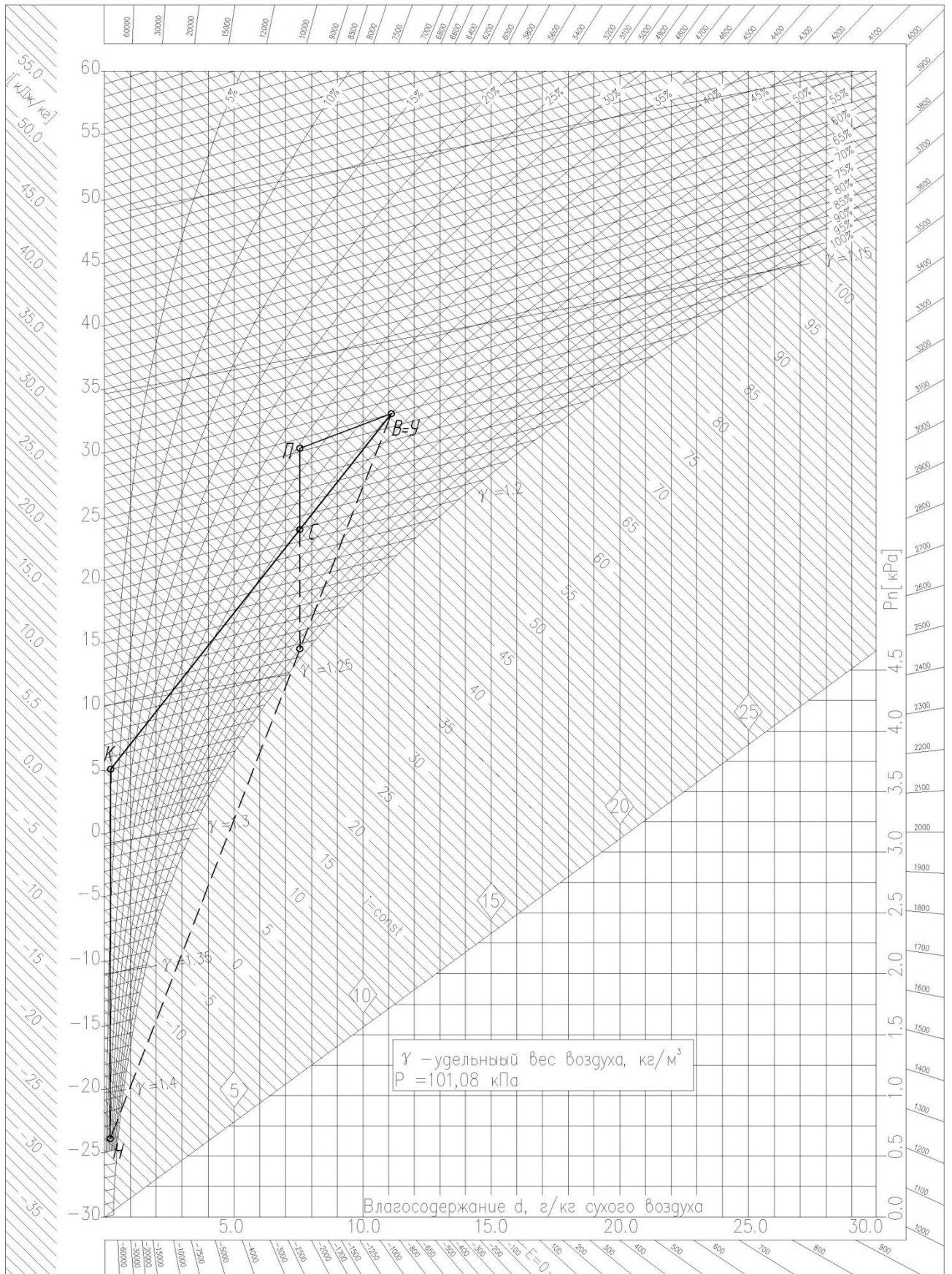


Рисунок 4.2.2 – I-D диаграмма в XII года, помещение бассейна.

Таблица 4.2.1–Воздухообмен помещений

№	Помещение	Объем , м3	Температур а в ХП года, °С	Кратность в 1 ч или объем воздухообмена, м3/ч		Объем по притоку , м3	Объем по вытяжке , м3
				Приток	Вытяжка		
1	2	3	4	5	6	7	8
Помещения на отм. +0,000							
3	Гардероб	58,5	+18	0	2	0	117
5	Комната инструктора	35	+18	3	2	105	70
6	Инвентарна я С/О	34,3	+15	0	1	0	34
7	Кабинет врача	31,5	+18	2	2	63	63
8	Тех. помещение	41,3	+16	0	2	0	83
9	Кладовая	33	+16	0	2	0	66
10	Кладовая уб. Инвентаря	9,5	+12	0	1	0	10
12,13	Санузел		+18	0	50 м3 на 1 унт.	0	300
19	Стирально- сушильный цех	100	+18	4	7	400	700
21	Прачечная	13,7	+18	1	1	14	14
22	Санузел		+18	0	50 м3 на 1 унт.	0	100
2	Вестибюль		+18	По балансу для помещени й в осях 1- 7	0	462	0
11	Коридор			По балансу для помещени й в осях 1- 7	0	462	0

Продолжение таблицы 4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
24	Гладильный цех	33	+16	2	3	66	99
25	Пом. Хранения чистого билья	60,5	+16	0	2	0	121
28	Зона отдыха, с фитобаром	500	+25	2	3	1000	1500
29	Сауна на 10 чел.	55	+80...+10 0	0	5	0	275
30	Сауна на 10 чел.	48	+80...+10 0	0	5	0	240
31	Помещение пилинга	28	+25	3	4	84	112
32	Помещение массажа на 2 кушетки	33,6	+25	3	4	101	134
35	Тех. помещение	41,3	+16	0	2	0	83
37	М. раздевалка с душевыми на 20 чел.	107	+25	3	5	321	535
38	Санузел		+20	0	50 м3 на 1 унг.	0	50
39	Ж. раздевалка с душевыми на 20 чел.	105	+25	3	5	315	535
40	Санузел		+20	0	50 м3 на 1 унг.	0	100
41	Тех. помещение	29,4	+16	0	2	0	59
45	Инвентарная бассейна	47,6	+20	0	1	0	48
27	Холл			По балансу для помещени й в осях 7- 12	0	1000	
18/1	Коридор			По балансу для помещени й в осях 7- 12	0	1000	
46	Кладовая уборочного инвентаря	47,6	+12	0	1	0	48

Продолжение таблицы 4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
47	Комната приема пищи	78,7	+18	3	4	236	315
48	Пом. Охраны	40	+18	2	3	80	120
49	Пом. Начальника охраны	27,3	+18	2	3	55	82
50	Камера хранения	21	+18	0	1	0	21
52	Кладовая	29	+16	0	1	0	29
53	Тех. помещение	29	+16	0	2	0	58
54	Тех. помещение	62,3	+16	0	2	0	125
56	Кладовая	44,1	+16	0	1	0	44
57	Тех. помещение	25,2	+16	0	2	0	50
58	Санузел		+18	0	50 м3 на 1 унт.	0	150
59	Санузел		+18	0	50 м3 на 1 унт.	0	150
60	Гардероб персонала с душевой	35,7	+25	3	5	107	179
61	Гардероб персонала с душевой	38,5	+25	3	5	116	193
62	Гардероб персонала с душевой	60,2	+25	3	5	181	301
63	Гардероб персонала с душевой	60,2	+25	3	5	181	301
64	Трансформаторная	27	+16	0	1	0	27
65	Трансформаторная	24,5	+16	0	1	0	25
66	Тех. помещение	50,4	+16	0	2	0	101
69	Насосная-фильтровальная	97,7	+18	2	3	195	293
70	ИТП	222	+18	2	2	444	444
72	ИТП	250	+18	2	2	500	500
68	Коридор		+18	По балансу для помещений в осях 12-17	0	250	0
18/2	Коридор		+18	По балансу для помещений в осях 12-17	0	1210	0

Продолжение таблицы 4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Помещения типового этажа							
218	Лаундж зона	63	+18	3	3	189	189
219	Помещения приема пищи	154	+18	3	4	462	616
220	Кухня	88	+18	0	2	0	176
221	Лаундж зона	140	+18	3	3	420	420
201-211	Жилые номера		+20	60 м ³ на 1-го человека	60 м ³ на 1-го человека	1560	1560
223	Санузел		+15	0	50 м ³ на 1 унт.	0	50
224	Коридор			По балансу	0	380	0

4.2.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

В проектируемом гостиничном комплексе предусмотрены приточные и вытяжные системы вентиляции с механическим побуждением движения воздуха. В жилые номера, расположенные на типовых этажах здания, приточный воздух системой П1/1-8 подается непосредственно в номер, а удаляется из помещения сан. узла в объеме приточного воздуха. Приточная установка расположена в помещении №212, забор воздуха осуществляется через воздухоприемную решетку, на высоте 2м от отметки чистого пола, воздуховоды проложены в подшивном потолке, воздуховоды из оцинкованной стали круглого сечения, в качестве воздухораспределительных устройств для жилых помещений используются настенные решетки АМН [24].

Приточная система П2/1-8 предназначена для вспомогательных помещений типового этажа. Приточная установка расположена в помещении №222, воздуховоды проложены в подшивном потолке, воздуховоды из оцинкованной стали круглого сечения, в качестве воздухораспределительных устройств используются пластиковые диффузоры круглого сечения ДПУ-М [24].

Приточные система ПЗ-П6 предназначена для помещений расположенных на первом этаже, воздуховоды проложены в подшивном потолке, воздуховоды из оцинкованной стали круглого сечения, в качестве воздухораспределительных устройств используются пластиковые диффузоры круглого сечения ДПУ-М.

Приточно-вытяжная система ПВ1 предназначена для обслуживания помещения бассейна. Система предусматривает рециркуляции внутреннего воздуха. Воздуховоды проложены под потолком помещения, воздуховоды выполнены из нержавеющей стали круглого сечения, в качестве воздухораспределительных устройств используются ПРМ.

Приточно-вытяжная система ПВ2 предназначена для обслуживания помещения спортзала. Система предусматривает рекуперацию теплоты внутреннего воздуха. Воздуховоды из оцинкованной стали круглого сечения, проложены в подшивном, в качестве воздухораспределительных устройств используются ПРМ.

Вытяжные системы В1-В16 предусматривает вытяжку из помещений типового этажа. Воздуховод из оцинкованной стали круглого сечения проложен в фальшстене, в качестве воздухораспределительных устройств для жилых помещений используются настенные решетки АМН. Выброс воздуха осуществляется на отметке 1м от уровня кровли.

Вытяжная система В17 предусматривает вытяжку из помещений типового этажа. Воздуховоды из оцинкованной стали круглого сечения, проложены в подшивном, в качестве воздухораспределительных устройств используются ПРМ. Выброс воздуха осуществляется на отметке 1м от уровня кровли.

Вытяжная система В18-27 предусматривает вытяжку из помещений типового этажа. Воздуховоды из оцинкованной стали круглого сечения, проложены в подшивном, в качестве воздухораспределительных устройств используются ПРМ. Выброс воздуха осуществляется на отметке 1м от уровня кровли.

4.2.3 Аэродинамический и гидравлический расчеты

Расчет воздухораспределительных устройств помещения бассейна

Целью расчета воздухораспределительных устройств является выбор наиболее рационального количества и типа воздухораспределителей, а также определение максимальной скорости движения воздуха на основном участке приточной струи и максимального отклонения температуры в приточной струе от нормированной температуры воздуха в рабочей зоне.

В зависимости от конструктивных характеристик помещения и принятой схемы воздухообмена был подобран тип и количество воздухораспределителей – ПРМЗ в количестве 6 штук с неполными веерными струями.

$$L_o = \frac{L}{N}, L_o = \frac{8230}{6} = 1372 \text{ м}^3 / \text{час} \quad (4.2.12)$$

Расчетная скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя, м/с:

$$v_0 = \frac{L_o}{3600 \cdot F_0}, v_0 = \frac{1372}{3600 \cdot 0,13} = 2,93 \text{ м/с} \quad (4.2.13)$$

Максимальная скорость воздуха на основном участке струи при входе в рабочую зону определяется по формуле:

$$v_x = \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_H, \text{ м/с} \quad (4.2.14)$$

$$x = H_{\text{ПОМ}} - h_{\text{ПЗ}}, x = 4,7 - 2 = 2,7 \text{ м} \quad (4.2.15)$$

$$\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_{\text{П}}}}, \bar{x} = \frac{2,7}{1,25 \cdot \sqrt{32,3}} = 0,38 \quad (4.2.16)$$

$$F_{\text{П}} = \frac{F_{\text{ПОЛА}}}{N}, F_{\text{П}} = \frac{258}{8} = 32,3 \text{ м} \quad (4.2.17)$$

$$k_c = 0,76$$

$$k_B = 1$$

Чтобы определить k_H , необходимо узнать соотношение: $\frac{H}{\sqrt{F_0}}$

$$H \approx 5,45 \cdot \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}}, H \approx 5,45 \cdot \frac{1,25 \cdot 2,93 \cdot \sqrt[4]{0,13}}{\sqrt{1,39 \cdot 1}} = 7,188 \quad (4.2.18)$$

$$\frac{7,188}{\sqrt{0,13}} = 19,9$$

$$k_H = \sqrt[3]{1 \pm \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{x}{H}\right)^2}, k_H = \sqrt[3]{1 \pm \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{2,7}{7,188}\right)^2} = 0,591 \quad (4.2.19)$$

Подставив все значения в формулу 4.13 получим:

$$v_x = \frac{1,25 \cdot 2,93 \cdot \sqrt{0,13}}{2,7} \cdot 0,76 \cdot 1 \cdot 0,591 = 0,22 \text{ м/с}$$

Сравниваем значение v_x с нормируемым, по формуле:

$$v_x \leq k \cdot v_B$$

$$0,22 \leq 1,8 \cdot 0,2 = 0,36$$

Определение максимальной разности температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне:

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_C \cdot k_H}, \Delta t_x = \frac{1,39 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,13}}{2} \cdot \frac{1}{0,76 \cdot 0,591} = 0,56, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.2.20)$$

$$0,56 < 1,5 \text{ - условие выполняется}$$

Для остальных помещений воздухораспределители по [25]рекомендуемому расходу.

Аэродинамический расчет

Аэродинамический расчет выполняют с целью определения диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и побудителей движения воздуха, методика расчета представлена в справочнике [25]. Расчетные схемы представлены на рисунках 4.2.3, 4.2.4. Результаты расчета сведены в таблицу 4.2.2.

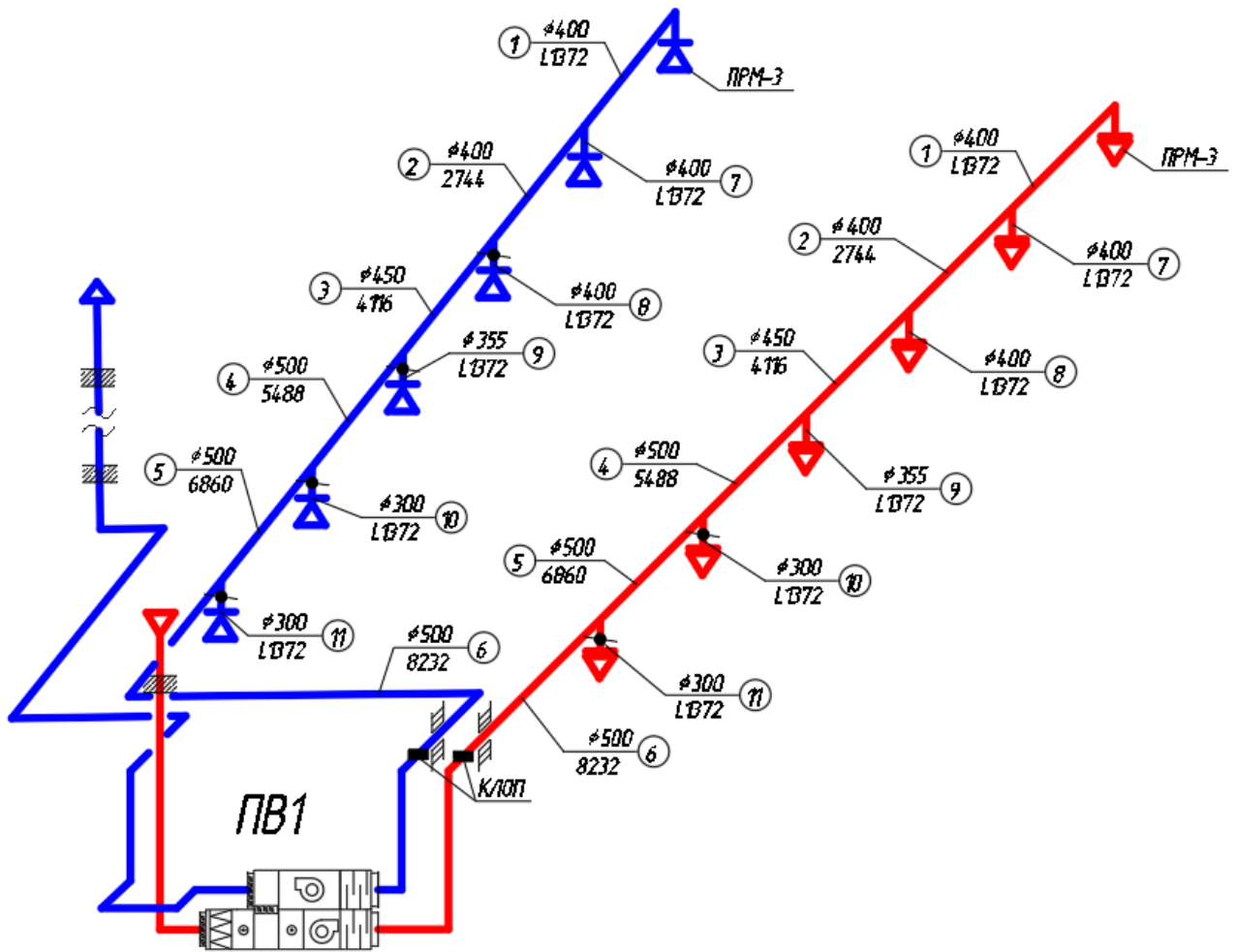


Рисунок 4.2.3 – Расчетная схема ПБ1.

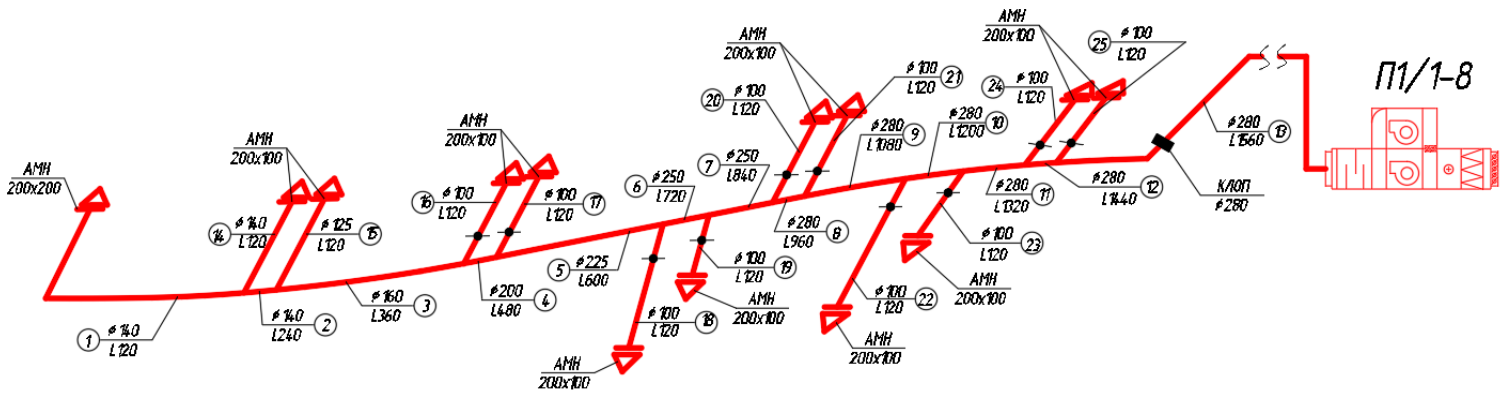


Рисунок 4.2.4 – Расчетная схема П1/1-8.

Таблица 4.2.2 – Результат аэродинамического расчета приточных и вытяжных системы.

№ уч-ка	L мЗ/ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma \xi$	Рд, Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\Sigma(Rl+Z)$, Па
			d, мм	f, м2	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПВ1												
Магистраль - Приток												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
1	1372	3,5	400	0,126	3,03	0,252	0,882	0,70	5,52	3,87	4,75	12,0
2	2744	3,0	400	0,126	6,07	0,836	2,509	0,73	22,10	16,13	18,64	30,6
3	4116	3,0	450	0,159	7,19	0,974	2,922	2,00	31,04	62,08	65,00	95,6
4	5488	3,0	500	0,196	7,77	0,981	2,942	4,50	36,20	162,92	165,86	261,5
5	6860	3,0	500	0,196	9,71	1,443	4,328	2,00	56,57	113,14	117,46	378,9
6	8232	9,0	500	0,196	11,65	1,978	17,798	1,50	81,46	122,19	139,99	518,9
Ответвления												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
7	1372	0,3	400	0,126	3,03	0,252	0,076	0,80	5,52	4,42	4,50	11,7
$((12-11,7)/12)*100\%=2\%$												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
8	1372	0,3	400	0,126	3,03	0,252	0,076	4,00	5,52	22,10	22,17	29,4
$((30,6-29,4)/30,6)*100\%=4\%$												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
9	1372	0,3	355	0,099	3,85	0,440	0,132	8,70	8,90	77,47	77,60	84,8
$((95,6-84,8)/95,6)*100\%=11\%$												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
10	1372	0,3	300	0,071	5,39	0,963	0,289	5,40	17,46	94,28	94,57	101,8
$((261,5-101,8)/261,5)*100\%=61\%$												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
11	1372	0,3	300	0,071	5,39	0,963	0,289	14,20	17,46	247,92	248,21	255,4
$((378,9-255,4)/378,9)*100\%=35\%$												
Магистраль - Вытяжка												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
1	1372	3,5	400	0,126	3,03	0,252	0,882	0,60	5,52	3,31	4,20	11,4
2	2744	3,0	400	0,126	6,07	0,836	2,509	1,10	22,10	24,31	26,82	38,2
3	4116	3,0	450	0,159	7,19	0,974	2,922	1,10	31,04	34,14	37,07	75,3
4	5488	3,0	500	0,196	7,77	0,981	2,942	1,20	36,20	43,44	46,39	121,7
5	6860	3,0	500	0,196	9,71	1,443	4,328	1,20	56,57	67,88	72,21	193,9
6	8232	59,5	500	0,196	11,65	1,978	117,665	3,35	81,46	272,89	390,55	584,4

Продолжение таблицы 4.2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответвления												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
7	1372	0,3	400	0,126	3,03	0,252	0,076	0,75	5,52	4,14	4,22	11,4
$((11,4-11,4)/11,4)*100\%=0\%$												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
8	1372	0,3	400	0,126	3,03	0,252	0,076	1,50	5,52	8,29	8,36	15,6
$((38,2-15,6)/38,2)*100\%=59\%$												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
9	1372	0,3	355	0,099	3,85	0,440	0,132	0,85	8,90	7,57	7,70	14,9
$((75,3-14,9)/75,3)*100\%=80\%$												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
10	1372	0,3	300	0,071	5,39	0,963	0,289	0,20	17,46	3,49	3,78	11,0
$((121,7-11)/121,7)*100\%=90\%$												
ПРМ-3	1372			0,130	2,93							7,22
11	1372	0,3	300	0,071	5,39	0,963	0,289	0,20	17,46	3,49	3,78	11,0
$((193,9-11)/193,9)*100\%=94\%$												

Приточно-вытяжная система ПВ2 рассчитывается аналогичным образом.

Продолжение таблицы 4.2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П1												
Магистраль												
АМН 0,2x0,2	120			0,038	0,88				0,46			0,92
1	120	9,0	140	0,015	2,17	0,496	4,465	0,70	2,82	1,97	6,44	7,4
2	240	0,8	140	0,015	4,33	1,646	1,316	0,35	11,26	3,94	5,26	12,6
3	360	5,9	160	0,020	4,98	1,781	10,509	0,25	14,86	3,71	14,22	26,8
4	480	0,8	200	0,031	4,25	1,036	0,829	0,25	10,82	2,70	3,53	30,4
5	600	2,9	225	0,040	4,19	0,880	2,552	0,20	10,55	2,11	4,66	35,0
6	720	1,0	250	0,049	4,08	0,738	0,738	0,30	9,97	2,99	3,73	38,8
7	840	2,4	250	0,049	4,76	0,964	2,314	0,30	13,57	4,07	6,39	45,2
8	960	0,8	280	0,062	4,33	0,716	0,573	0,25	11,26	2,82	3,39	48,5
9	1080	2,8	280	0,062	4,87	0,878	2,459	0,25	14,26	3,56	6,02	54,6
10	1200	1,0	280	0,062	5,42	1,054	1,054	0,30	17,60	5,28	6,33	60,9
11	1320	1,4	280	0,062	5,96	1,243	1,740	0,30	21,30	6,39	8,13	69,0
12	1440	0,8	280	0,062	6,50	1,444	1,156	0,25	25,35	6,34	7,49	76,5
13	1560	13,5	280	0,062	7,04	1,659	22,397	0,25	29,75	7,44	29,83	106,4
Ответвления												
АМН 0,1x0,2	120			0,018	1,85							4,12
14	120	3,5	140	0,015	2,17	0,496	1,736	0,30	2,82	0,84	2,58	6,7
$((7,4-6,7)/7,4)*100\%=9\%$												
АМН 0,1x0,2	120			0,018	1,85							4,12
15	120	3,5	125	0,012	3,42	1,252	4,382	0,35	7,02	2,46	6,84	11,0
$((12,6-11)/12,6)*100\%=12\%$												
АМН 0,1x0,2	120			0,018	1,85							4,12
16	120	3,5	100	0,008	4,25	2,380	8,328	0,35	10,82	3,79	12,11	16,2
$((26,8-16,2)/26,8)*100\%=39\%$												

4.2.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор приточных установок осуществляется в программе фирмы «ВЕЗА», представленной на официальном сайте [26]. Характеристика приточной установки П1 показана на рисунке 4.2.5.



ООО "Веца"; тел:(495)739-42-78; факс:(495); e-mail:veza@veza.ru

Кондиционеры центральные каркасно-панельные (КЦКП)
Стандартная установка
Входящий: от 02.06.2019



Техническое задание Новый2 от 02.06.2019

Исполнение: Стандартная установка, Общепромышленное, северное 1, свободный моноблок

Объект:	Название:
Заказчик:	Типоразмер: КЦКП-3,15-С1
Адрес:	Сторона обслуживания: Слева
Тел/Факс: /	Лв, м³/ч: 1560
E-mail:	Блоков/моноблоков: 8/3
Для:	Выполнил:
Менеджер:	Подпись:

Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования

Приток

1. Моноблок

VxHxL:700x800x1165мм

1.1. Клапан воздухозаборный северный, Наружный блок

Положение:Клапан вертикальный Нагрев=0.087кВт Сторона_обсл.:Слева
Возд.клапан:ГЕРМИК-С-595(н)x547 Привод:ТМС24А-S
VxH=547x595мм Код:ТЕКИ176.00.00.000-01

1.2. Фильтр карманный, Узкий

Индекс:ФВК-XX-360-X-G4 Класс:G4 Сторона_обсл.:Слева

1.3. Воздуонагреватель жидкостный, Узкий

Насос:Установлен Прямоток Сторона_обсл.:Слева
Код:ТЕКИ99.561.01.06.000.СБ Fто=11.3м2
Индекс:ВНВ243.1-043-065-02-2,5-04-4 Qt=23кВт

1.4. Блок перехода на резервный вентилятор, Тройник с клапаном. Отвод вверх

Исп.:Тройник с клапаном. Отвод вверх Возд.клапан:РЕГУЛЯР-525(н)x575 Привод:ТМС24А-S
Положение:Клапан вертикальный VxH=575x525мм Сторона_обсл.:Слева

2. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс:ADH 180 L/R Лв=1560м³/ч Nu=0.37кВт Шкив_вент=1-SPZ-63мм
Выхлоп:По оси Рполн=262Па n_дв=1320об/мин Шкив_двиг=1-SPZ-71мм
Выхлоп_VxH:229x229мм n_рк=1488об/мин 220/380V Lцентр=332мм
Ресль=128Па Эл.двиг:АИР63В4 Ремень:1-SPZ-875 Сторона_обсл.:Слева

3. Моноблок

VxHxL:700x800x1000мм

3.1. Блок перехода на резервный вентилятор, Тройник. Подвод сверху

Исп.:Тройник. Подвод сверху Сторона_обсл.:Слева

3.2. Шумоглушитель, 500

Пластины:3 x 100 мм L_пластин=500мм Сторона_обсл.:Слева

3.3. Передняя панель с клапаном, Наружный блок

Положение:Клапан вертикальный VxH=575x525мм Код:ТЕКИ99.184.00.00.000Д31
Возд.клапан:РЕГУЛЯР-525(н)x575 Привод:ТМС24А-S Сторона_обсл.:Слева

Резерв

4. Блок перехода на резервный вентилятор, Поворот с клапаном. Подвод снизу

Исп.:Поворот с клапаном. Подвод снизу Возд.клапан:РЕГУЛЯР-525(н)x575 Привод:ТМС24А-S
Положение:Клапан вертикальный VxH=575x525мм Сторона_обсл.:Слева

5. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс:ADH 180 L/R Лв=1560м³/ч Nu=0.37кВт Шкив_вент=1-SPZ-63мм
Выхлоп:По оси Рполн=262Па n_дв=1320об/мин Шкив_двиг=1-SPZ-71мм
Выхлоп_VxH:229x229мм n_рк=1488об/мин 220/380V Lцентр=332мм

Техническое задание Новый2 от 02.06.2019 стр 1 из 3

Рисунок 4.2.5 – Характеристика приточной установки П1.

Подбор приточно-вытяжных установок осуществляется в программе фирмы «KORF», представленной на официальном сайте [27]. Характеристика приточной установки ПВ1 показана на рисунке 4.2.5.

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС
Обособленное
подразделение ООО
"КОРФ" в г. Самара
443080, Самарская обл,
Самара г, Карла Маркса пр-
кт, 201Б, оф.1401

PHONE / FAX
+7(846)2110063

ПРЕДЛОЖЕНИЕ
KR19-283519/1

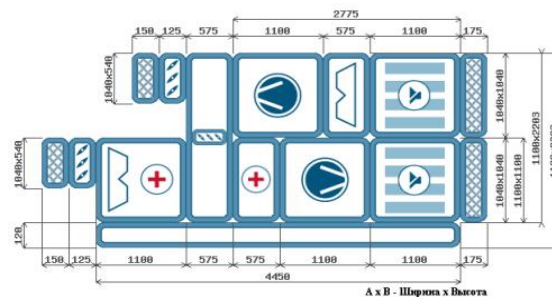
EMAIL

Проект: ПВ1 (L=8232|8232 м³/ч, Pс=571|643 Па)

ANR6 L/K1/P1/N2.2/S2/N1.2/V1.0.P40.R-4x30/H1/B1 + P/2B1/2H1/2F1/2V1.0.P40.R-4x30/2S2/2P1/2K1 [Напольная]

Данные		
	Заданные	Расчетные
Производительность	8232 м ³ /ч/8232 м ³ /ч	8232 м ³ /ч/8232 м ³ /ч
Свободный напор	571/643 Па	571/643 Па

Параметры установки	
Типоразмер	6
Длина установки, мм	4450
Масса, кг	995.2
Сторона обслуживания	Слева



Секции приточного канала			
Наименование	Размеры, ДхШхВ мм	Масса, кг	Потери давления, Па
Фильтрация (EU4) + нагревание (водяное 2-х рядные)	1100 x 1100 x 1100	134	177
Торцевая панель с гибкой вставкой (на половину сечение)	150 x 1040 x 540	12.6	0
Заслонка торцевая	125 x 1090 x 540	10.2	1
Смешение двойное	575 x 1100 x 2203	85	0
Нагревание (водяное 2-х рядные)	575 x 1100 x 1100	86	96
Вентилятор (выхлоп прямо)	1100 x 1100 x 1100	181	0
Шумоглушение	1100 x 1100 x 1100	123	23
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	175 x 1040 x 1040	8.3	0

Секции вытяжного канала			
Наименование	Размеры, ДхШхВ мм	Масса, кг	Потери давления, Па
Шумоглушение	1100 x 1100 x 1100	104	23
Торцевая гибкая вставка (на все сечение)	175 x 1040 x 1040	8.3	0
Секция карманного фильтра (Фильтр вставка EU4 EU4)	575 x 1100 x 1100	54	81
Вентилятор (выхлоп прямо)	1100 x 1100 x 1100	166	0
Торцевая панель с гибкой вставкой (на половину сечение)	150 x 1040 x 540	12.6	0
Заслонка торцевая	125 x 1090 x 540	10.2	1

Рисунок 4.2.5 – Бланк заказа приточно-вытяжной установки ПВ1 л.1.

ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА



АДРЕС
Обособленное
подразделение ООО
"КОРФ" в г. Самара
443080, Самарская обл,
Самара г, Карла Маркса пр-
кт, 201Б, оф.1401

PHONE / FAX
+7(846)2110063

ПРЕДЛОЖЕНИЕ
KR19-283519/1

EMAIL

Теплоутилизаторы	
Обозначение	
Потери давления по воз. прит/выт	
t° / влажность наруж. воз.	
t° / влажность выт. воз.	
КПД утилизации	
t° / влажность вых. воз.	
t° выход	
Выход относительная влажность	
Мощность нагрева	
Расход теплоносителя	
Потери давления теплоносителя	
Содержание гликоля	
Подсоединение по воде	
Рядность	
Масса прит/выт	

Смешение	
Тип	Плавное
Обозначение	S2
Потери давления по воздуху	0
t° / влажность наруж. воз.	-24 / 5 C° / %
t° / влажность рецирк. воз.	28 / 50 C° / %
Процент рециркуляции	0
t° / влажность вых. воз.	-24 / 0 C° / %
Масса	85 кг

Нагреватели	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
Обозначение	N1.2	N1.2		
Мощность нагрева	84.64 кВт	58.25 кВт		
Мощность нагрева (установочная)				
Напряжение/Число ступеней				
Потеря давления по воздуху	96.1 Па	96.1 Па		
t°/влажность вход. воз.	-24 C°	5 C°		
t°/влажность выход. воз.	5 C°	26.5 C°		
t° вход. воды	90 C°	90 C°		
t° вых. воды	70 C°	70 C°		
Расход воды	3.74 м³/ч	2.57 м³/ч		
Потеря давления по воде	4.8 кПа	2.4 кПа		
Подсоединение по воде	G 1 1/4"	G 1 1/4"		
Рядность	2	2		
Содержание гликоля	0	0		
Масса	86 кг	86 кг		

Рисунок 4.2.6 – Бланк заказа приточно-вытяжной установки ПВ1 л.2.

Подбор остальных систем проводится аналогичным образом.

4.3 Кондиционирование

4.3.1 Выбор наиболее рационального способа обработки воздуха

Для систем кондиционирования воздуха для гостиниц категории «**** и выше», как правило, применяется схема с использованием мультизональной установкойчиллеров и фанкойлов. Такая схема позволит обеспечить бесшумность в номерах, т.к наружный блок (чиллер)располагается на крыше здания, и обеспечит оптимальные значения параметров микроклимата во всех помещенияхгостиницы, т.к возможна регулировка параметров для каждого фанкойла в отдельности.

4.3.2 Конструирование системы кондиционирования и холодоснабжения

Одним из современным используемым оборудованием для систем микроклимата в гостиничных комплекс, является мультизональнаяустановка состоящая из чиллеров и фанкойлов. Принципиальная схема работы моноблочного чиллера показана на рисунке 2.



Рисунок 4.3.1 – Схема с моноблочным чиллером

У данной схемы работы чиллера более низкая эффективность по сравнению с так называемой схемой естественного охлаждения, см. рис 3.



Рисунок 4.3.2 – Схема моноблочного чиллера с системой естественного охлаждения.

Преимущество данной схемы – это энергоэффективность работы оборудования в холодный и переходный периоды года. В холодный период года охлаждение теплоносителя происходит в теплообменнике естественного охлаждения, в данном режиме наблюдается значительное понижение потребляемой электроэнергии т.к около 90% потребляемой мощности чиллера составляет мощность компрессора (4). Такая система кондиционирования воздуха отлично подходит для помещений с большими теплоизбытками.

Также большое распространение по выбору систем кондиционирования воздуха в гостиницах имеет мультizonальная VRF система. Основной разницей в построении VRF систем и систем «Чиллер-фанкойл» является способ передачи тепловой энергии. В мультizonальной системе происходит

непосредственный процесс испарения хладагента в теплообменниках внутренних блоков, тогда как в системе с чиллером сначала охлаждается теплоноситель (жидкость), который в последствие циркулирует через внутренние блоки. Таким образом, в случае VRF систем отсутствуют промежуточные теплообменные процессы, за счет этого увеличивается показатели энергоэффективности в отличии от системы «Чиллер-фанкойл». Еще одним положительным фактором данных систем является возможность работы в режиме обогрева помещений без удорожания и усложнения системы. Также одним из плюсов является очное поддержание заданной пользователем температуры, автоматическое плавное регулирование оборотов вентилятора внутреннего блока в зависимости от нагрузки.

Отрицательным моментом является то, что в мультizonальных системах строго ограничены длины магистралей и перепады высот между наружным и внутренними блоками, в то время как в системе чиллер-фанкойл эти параметры зависят от выбранного насосного оборудования, то есть практически не ограничены.

4.3.3 Расчет системы кондиционирования воздуха

В проектируемом гостиничном комплексе СКВ предназначена для охлаждения жилых помещений в теплый период года. Внутренние блоки (фанкойлы) и наружный блок (чиллер) соединены между собой полипропиленовыми трубопроводами, которые заизолированы. В качестве холодоносителя используется вода с параметрами $t_{\text{подающ}}=7^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{обрат}}=12^{\circ}\text{C}$. Каждый фанкойл имеет поддон для сбора конденсата, от которого отводится дренажный трубопровод в систему канализации. Все коммуникации прокладываются по коридору в зоне подшивного потолка.

Для обеспечения циркуляции холодоносителя в систему устанавливается насосная станция.

Целью расчета является определение нужного типоразмера фанкойла. Методика расчета представлена [28].

Пример расчета представлен для помещения №201.

Исходные данные:

$$t_H = 25^\circ C, I_n = 51,5 \text{ кДж} / \text{кг}$$

$$t_B = 20^\circ C, \varphi_e = 45\%$$

$$W^{II} = 40 \cdot 2 = 80 \text{ з} / \text{кг}$$

$$G_n = L \cdot \frac{353}{273 + t_n}, G_n = 120 \cdot \frac{353}{273 + 25} = 142 \text{ кг} / \text{ч} \quad (4.3.1)$$

Избытки явной теплоты определяются по формуле:

$$Q_{я} = Q_{c.p} + Q_{я}^l, Q_{я} = 886 + (90 \cdot 2) = 1066 \text{ Вт} \quad (4.3.2)$$

$Q_{\text{пом}}$ – сумма тепlopоступлений через ограждения и бытовых тепловыделений.

1. Построение начинают с нанесения на i-d диаграмму точки Н. Положение точки В, характеризующей состояние внутреннего воздуха, будет определено при построении. Определяют температуру приточного воздуха после воздухоохладителя в приточной системе с помощью среднего значения коэффициента эффективности теплообменника ($\Theta=0$):

$$t_{np}^{II} = t_n - \Theta \cdot (t_n - t_e), t_{np}^{II} = 25 - 0 \cdot (25 - 20) = 21,8^\circ C \quad (4.3.3)$$

2. Определим нагрузку по холоду на теплообменник фанкойла:

$$Q_{ni} = 0,278 \cdot G_{ni} \cdot (i_n - i_e) - Q_{xi}^{II}, Q_{ni} = 0,278 \cdot 142 \cdot (51,5 - 36,8) - 127 = 453 \text{ Вт} \quad (4.3.4)$$

3. Вычисляют угловой коэффициент процесса изменения состояния воздуха в помещении с учетом дополнительной нагрузки:

$$\varepsilon = \frac{(3,6 \cdot (Q_a + Q_{ni}) + 2,54 \cdot W^{II})}{W^{II}}, \varepsilon = \frac{(3,6 \cdot (1066 + 453) + 2,54 \cdot 80)}{80} = 70,9 \text{ кДж / г} \quad (4.3.5)$$

4. На линии насыщения $\varphi=100\%$ отмечают точку предельного состояния воздуха f при “мокрое” охлаждении в поверхностном воздухоохладителе фэнкойла (средняя температура поверхности воздухоохладителя при предельной температуре):

$$t_f = t_{xe} + (1,5 \div 3), t_f = 7 + 3 = 10^\circ \text{C} \quad (4.3.6)$$

Из полученной точки проводим с угловым коэффициентом процесса $\varepsilon=78,1$ кДж/кг. На пересечении этой линии с изотермой $t_w=20^\circ\text{C}$ получают точку В, характеризующую состояние внутреннего воздуха в помещении. Параметры воздуха в точке В согласно $i-d$ диаграмме (приложение А): $d_B=7,5$ г/кг, $I_B=39,5$ кДж/кг, $\varphi=53\%$.

5. На линии, определяющей изменение состояния воздуха в помещении, а также процесс охлаждения воздуха в фэнкойле, находят точку О, характеризующую конечное состояние охлажденного и осушенного воздуха после теплообменника фэнкэйла при значении конечной относительной влажности воздуха $\varphi_o = 87\%$. Определяют параметры воздуха в этой точке: $d_{пр}^M=7,6$ г/кг, $t_{пр}^M=11,9^\circ\text{C}$

6. Определяют расход рециркуляционного воздуха через фэнкойл:

$$G_{\text{рец}} = \frac{3,6 \cdot (Q_{\text{я}}^{\text{изб}} + Q_{\text{ни}})}{c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{нр}}^{\text{м}})}, G_{\text{рец}} = \frac{3,6 \cdot (1066 + 453)}{1,005 \cdot (20 - 11,9)} = 676, \text{ кг/ч} \quad (4.3.7)$$

По каталогу производителя [29] принимаем фэнкойл ELFORoomUp типоразмер 11. Расход воздуха при максимальной скорости вращения вентилятора фэнкойла $G_{\text{максф}} = 600$ кг/ч, уточняем значение требуемой температуры воздуха после охлаждения в фэнкойле:

$$t_{\text{нр}}^{\text{м}} = t_{\text{в}} - \frac{3,6 \cdot (Q_{\text{я}}^{\text{изб}} + Q_{\text{ни}})}{c_{\text{в}} \cdot G_{\text{рец}}^{\text{макс}}}, t_{\text{нр}}^{\text{м}} = 20 - \frac{3,6 \cdot (1066 + 453)}{1,005 \cdot 600} = 9,9 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (4.3.8)$$

Принимаем фэнкойл ELFORoomUp 15, который обеспечит требуемую холодопроизводительность при средней скорости вращения вентилятора.

Температура воздуха после охлаждения в фэнкойле:

$$t_{\text{нр}}^{\text{м}} = t_{\text{в}} - \frac{3,6 \cdot (Q_{\text{я}}^{\text{изб}} + Q_{\text{ни}})}{c_{\text{в}} \cdot G_{\text{рец}}^{\text{ср}}}, t_{\text{нр}}^{\text{м}} = 20 - \frac{3,6 \cdot (1066 + 453)}{1,005 \cdot 816} = 12,6 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (4.3.10)$$

7. На основе построений вычисляем расход холода на охлаждение рециркуляционного воздуха в фэнкойле ELFORoomUp 15.

$$Q_{\text{xi}}^{\text{м}} = 0,278 \cdot c \cdot G_{\text{фи}}^{\text{макс}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{нр}}^{\text{м}}), Q_{\text{xi}}^{\text{м}} = 0,278 \cdot 1,005 \cdot 816 \cdot (20 - 11,9) = 1687 \text{ кВт} \quad (4.3.11)$$

Расчет остальных помещений производится аналогично.

Далее определяется количество холодоносителя для фэнкойла:

$$G_{\text{ф}}^{201} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{xi}}^{\text{м}}}{c \cdot (t_{\text{о}} - t_{\text{н}})}, G_{\text{ф}}^{201} = \frac{1687}{1 \cdot (12 - 7)} = 290,1 \text{ кг/ч} \quad (4.3.12)$$

Таблица 4.8 – Результаты расчета подбора фэнкойла.

№ пом	tw	Qя	E	Грец	tmпр	Q	Gф
201	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
202	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
203	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
204	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
205	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
206	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
207	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
208	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
209	20	1066	70,9	816	12,6	1687	290,1
210	20	439	42,7	324	12,2	520	89,5
210a	20	439	42,7	324	12,2	520	89,5
211	20	439	42,7	324	12,2	520	89,5
211a	20	439	42,7	324	12,2	520	89,5

Далее по расчетной схеме производится гидравлический расчет по методике [30]. По полученным потерям давления в системе и расчетному расходу подбирается насосная станция. Результат гидравлического расчета сведен в таблицу 4.9.

Таблица 4.3.1 – Результат гидравлического расчета системы К1.

№ прибора.	Q уч,Вт	G, м3/ч	G, м3/с	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	ΔP уч., Па
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11
Колл.-1	17263	2,969	0,000825	35	50	0,420	31	1085	5	441,6	1526,6
1-2	15576	2,679	0,000744	2	50	0,379	25	50	1,2	86,3	136,3
2-3	15056	2,590	0,000719	0,7	40	0,573	107	74,9	1,2	196,8	271,7
3-4	13369	2,299	0,000639	2,3	40	0,509	84	193,2	1,2	155,2	348,4
4-5	12849	2,210	0,000614	2	40	0,489	78	156	1,2	143,3	299,3
5-6	11162	1,920	0,000533	2,2	40	0,425	59	129,8	1,2	108,2	238,0
6-7	9475	1,630	0,000453	0,5	32	0,563	144	72	1,2	190,3	262,3
7-8	8955	1,540	0,000428	2,2	32	0,532	128	281,6	1,2	170,0	451,6
8-9	8435	1,451	0,000403	2	32	0,501	114	228	1,2	150,8	378,8
9-10	6748	1,161	0,000322	2,3	32	0,401	73	167,9	1,2	96,5	264,4
10-11	5061	0,870	0,000242	4,6	25	0,493	138	634,8	1,2	145,7	780,5
11-12	3374	0,580	0,000161	2,1	25	0,329	61	128,1	1,2	64,8	192,9
12'-12'	1687	0,290	0,000081	15	25	0,164	15	225	12,6	170,0	395,0
12'-11'	3374	0,580	0,000161	2,1	25	0,329	61	128,1	1,2	64,8	192,9
11'-10'	5061	0,870	0,000242	4,6	25	0,493	138	634,8	1,2	145,7	780,5
10'-9'	6748	1,161	0,000322	2,3	32	0,401	73	167,9	1,2	96,5	264,4
9'-8'	8435	1,451	0,000403	2	32	0,501	114	228	1,2	150,8	378,8
8'-7'	8955	1,540	0,000428	2,2	32	0,532	128	281,6	1,2	170,0	451,6
7'-6'	9475	1,630	0,000453	0,5	32	0,563	144	72	1,2	190,3	262,3
6'-5'	11162	1,920	0,000533	2,2	40	0,425	59	129,8	1,2	108,2	238,0
5'-4'	12849	2,210	0,000614	2	40	0,489	78	156	1,2	143,3	299,3
4'-3'	13369	2,299	0,000639	2,3	40	0,509	84	193,2	1,2	155,2	348,4
3'-2'	15056	2,590	0,000719	0,7	40	0,573	107	74,9	1,2	196,8	271,7
2'-1'	15576	2,679	0,000744	2	50	0,379	25	50	1,2	86,3	136,3
1'-Колл.	17263	2,969	0,000825	35	50	0,420	31	1085	5	441,6	1526,6
										Сумма	10696,5

Далее проводят расчет ответвлений и определяют невязку между основным направлением и ответвлением, гидравлическую увязку ответвления осуществляют регулировочным клапаном.

4.3.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор чиллера в котором будет охлаждаться вода для воздухоохладителя ведётся по каталогу [31], в зависимости от его требуемой холодопроизводительности, которая в свою очередь определяется по формуле:

$$Q = 1,1 \cdot 1,163 \cdot c \cdot G \cdot (t_o - t_n), Q = 1,1 \cdot 1,163 \cdot 1 \cdot 23752 \cdot (12 - 7) = 151\,930 \text{ Вт} \quad (4.3.13)$$

По каталогу [31] при полученной холодопроизводительности подобран чиллер модель 30RBS-160 (2-шт), 1 – основной 2-й резервный.

30RBS		080	090	100	120	140	160
Номинальная холодопроизводительность	кВт	78,0	89,0	100,0	117,0	134,0	157,0
Максимальная потребляемая мощность	кВт	35,80	42,20	45,50	52,40	62,30	71,50
Холодильный коэффициент (EER)	кВт	2,6	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7
Сезонный показатель энергоэффективности (ESEER)	кВт	3,8	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9
Рабочая масса с гидромодулем							
Одиночный насос высокого давления	кг	562	867	877	912	1021	1085
Сдвоенный насос высокого давления	кг	588	912	922	960	1058	1122
Рабочая масса без гидромодуля	кг	533	835	845	876	982	1046
Вентиляторы	шт	1	2	2	2	2	2
Расход воздуха	л/с	5300	7600	7600	7600	10600	10600
Габаритные размеры (ДхШхВ)	мм	1061x2050x1330	2258x2050x1330	2258x2050x1330	2258x2050x1330	2258x2050x1330	2258x2050x1330

Рисунок 4.3.3 – Характеристика чиллера.

В каждом контуре циркуляции подбирают циркуляционный насос по двум расчетным значениям: подаче насоса и напору, развиваемому насосом. Подачу насоса – объемное количество жидкости перемещаемое за час, определяют по известному массовому расходу жидкости в циркуляционном контуре:

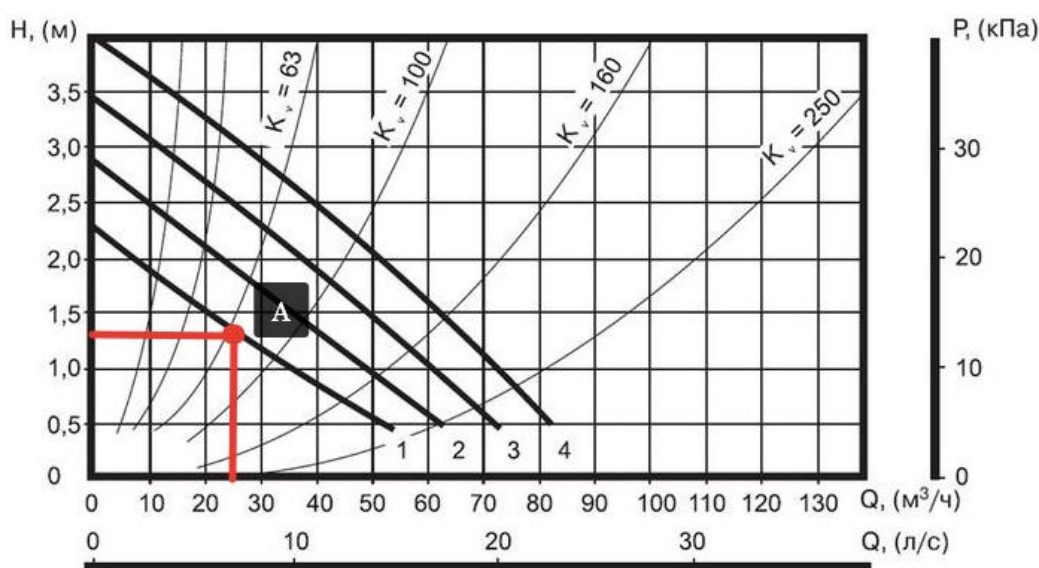
$$L = \frac{G}{\rho}, L = \frac{26126}{1000} = 26,13 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.3.14)$$

$$G = \frac{3,6 \cdot 1,1 \cdot Q}{c_{ж} \cdot (t_o - t_n)}, G = \frac{3,6 \cdot 1,1 \cdot 151\,930}{4,187 \cdot (12 - 7)} = 26\,126 \text{ кг/ч} \quad (4.3.15)$$

Расчетный напор:

$$P = 1,1 \cdot (\Delta P_{ГЦК} + \Delta P_{до\ коллектора}), P = 1,1 \cdot (10697 + 5350) = 17\,652 \text{ Па} \quad (4.3.16)$$

Расчетным параметрам по каталогу [32] соответствует циркуляционный насос EV 12-135-4С (2шт. 1 в работе, 1 резерв). Характеристика насоса указана на рисунке 4.3.4.



EV 12-135-4 C

отопление/охлаждение

Фланцы
125 мм



Скорость	Частота вращения, (об/мин)	Потребляемая мощность, (Вт)	Номинальный ток, (А)		
			1 × 220	3 × 220	3 × 380
4	1360	734-897	5,2	3,55	2
3	1290	678-826	4	3	1,71
2	1210	590-695	3	2,48	1,45
1	1110	492-553	2,58	1,99	1,19
См. диаграмму подключения на с. 23			3.C	3.F	3.F

Рисунок 4.3.4 – Характеристика насоса EV 12-135-4С.

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Срок окупаемости приточно-вытяжной установки с рекуператором

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

$$Q^i = V \cdot \rho \cdot \frac{1}{3600} \cdot c \cdot (t_{np} - t_n^i), Q^i = 1500 \cdot 1,299 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (16 - (-1,3)) = 9,41 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (5.1)$$

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.

Годовые затраты тепла:

$$Q_p = \sum Q_p^i, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$
$$Q_p = 9,41 \cdot 213 \cdot 24 = 48\,104, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год} \quad (5.2)$$

Рассчитываются сроки окупаемости и экономия энергии при включении в состав приточно-вытяжной установки с пластинчатым рекуператором стоимостью $\Pi_{yT} = 350\,000$ руб. Температура приточного воздуха принимается $t_{np} = 16^\circ\text{C}$, температура удаляемого из помещения воздуха $t_{y1} = 17^\circ\text{C}$. Температура наружного воздуха $t_{n1}^i = -1,3^\circ\text{C}$.

Температура воздуха на выходе из пластинчатого рекуператора находится по формуле:

$$t_{n2} = t_{n1} + \varepsilon \cdot (t_{y1} - t_{n1}), t_{n2} = -1,3 + 0,65 \cdot (17 - (-1,3)) = 10,6^\circ\text{C} \quad (5.3)$$

где ε - эффективность работы рекуператора;

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

$$Q^i = V \cdot \rho \cdot \frac{1}{3600} \cdot c \cdot (t_{np} - t_{n2}), Q^i = 1500 \cdot 1,299 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1,005 \cdot (16 - 10,6) = 2,93 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (5.4)$$

Годовые затраты тепла:

$$Q_p = 2,93 \cdot 213 \cdot 24 = 14\,978, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Количество сэкономленной энергии:

$$\Delta Q_p = Q_p - Q_{ym}, \Delta Q_p = 48104 - 14\,978 = 33117, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Стоимость сэкономленной энергии находится по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta Q_p \cdot \Pi, \mathcal{E} = 33117 \cdot 3,84 = 127169, \text{ }^\circ\text{C}$$

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

Срок окупаемости ПВУ с рекуператором определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\Pi}{\mathcal{E}}, \tau = \frac{400\,000}{127\,169} = 3 \text{ года} \quad (5.5)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Произведен литературный обзор существующей нормативно-технической документации в области строительства гостиниц, были выявлены особенности проектирования систем обеспечения микроклимата в гостинице. В соответствии с требованиями санитарно-гигиенических норм, здание гостиницы необходимо разделить по функциональным зонам, параметры микроклимата в которых регламентируются соответствующими нормативными документами. Выполнен патентный поиск, объектом патентного поиска были приняты сплит системы, определены тенденции развития и применения данного вида техники в гостиничных комплексах.

2. Выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций соответствует требованиям нормативной документации, общие теплотери здания составляют $Q = 147$ кВт.

3. В качестве систем обеспечения микроклимата спроектированы:

- двухтрубная горизонтальная система отопления с тупиковым движением теплоносителя, с открытой прокладкой трубопроводов для помещений обслуживающего персонала, лучевая система отопления для помещений постояльцев гостиницы, в качестве отопительных приборов были приняты радиаторы фирмы «VALTEC».
- 6 приточных, 16 вытяжных и 2 приточно-вытяжные системы вентиляции с механическим побуждением движения воздуха, в качестве воздухораспределительных устройств используются настенные решетки АМН, пластиковые диффузоры ДПУ-Ми регулируемые плафоны ПРМ.
- система кондиционирования воздуха чиллер-фэнкойл, которая обеспечивает оптимальные параметры микроклимата в теплый период года в жилых номерах гостиницы.

4. В качестве предложений по уменьшению энергоемкости здания гостиницы были приняты дестрафикационное оборудование в главном вестибюле гостиницы, использования тепла удаляемого воздуха помещения бассейна для нагрева наружного воздуха, утилизация тепла удаляемого наружного воздуха для нагрева наружного воздуха через пластинчатый рекуператор для помещения тренажерного зала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. - Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01. - 01. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293788/4293788790.pdf>
2. ГОСТ 30494-11. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. МНТКС – М.: Стандартифром 2013.-15 с.
3. СП 50.13330.2012. - Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01.- 07. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293799/4293799306.pdf>
4. СП 257.1325800.2016. Свод правил. Здания гостиниц. Правила проектирования. [Электронный ресурс]. – Введ. 2017.-04.-21.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456040113>.
6. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. [Электронный ресурс]. – 2013.-02.-25.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833>.
7. СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. [Электронный ресурс]. – Введ. 2017.-06.-04.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054198>.
8. EN 13779:2007 Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.
9. ASHRAE/ANSI Standard 62.1–2016 Ventilation for acceptable indoor air quality.
10. EN 15251:2007 Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings.
11. EN ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort.
12. CR 1752:1998 Ventilation for buildings — design criteria for the indoor environment.

13. Патент сервис. Международная патентная классификация. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://allpatents.ru/mpk/>
14. Малявина, Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с.
15. ГОСТ Р 54851-2011. Конструкции строительные неоднородные. Расчёт приведённого сопротивления теплопередаче. [Электронный ресурс]. — Введ. 2012.- 05.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54851-2011>.
16. Системы вентиляции и кондиционирования: Рекомендации по проектированию и наладке / Ю.С. Краснов, А.П. Борисоглебская, А.В. Антипов: Москва 2004. — 373 с.
17. Покотилов, В.В. Системы водяного отопления / В.В. Покотилов. — Вена : HERZ Armaturen, 2008. — 157 с.
18. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Старовойтова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водопровод, канализация - М.: Стройиздат, 1975. - 429 с.
19. Методика расчета системы Skaltek [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.skaltek.org/dat/codes_doc_1401.pdf
20. Методика расчета системы VALTEK [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://valtec.ru/document/TechCat_2017_web.pdf
21. Методика расчета пластинчатого теплообменника AlfaLaval [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.hydrolance.ru/upload/iblock/f40/alfa-laval-teoriya-teploobmena-posobie .pdf](http://www.hydrolance.ru/upload/iblock/f40/alfa-laval-teoriya-teploobmena-posobie.pdf).
22. Официальный каталог производителя РусНит [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://teplovodservice.ru/images/catalog/Rusnit/pasport/212m-2100m.pdf>.
23. Программа расчета GRUNDFOS. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://promsis.com/podbor_nasosov_grundfos/.

24. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях / И.М. Гримитлин. - СПб: АВОК СЕВЕРО - ЗАПАД, 2004 - 318 с.

25. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Барклатов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.

26. Программа подбора компании «ВЕЗА». [Электронный ресурс] Режим доступа:<http://www.veza.ru/catalog/ventilyatory-obshche-promyshlennogo-naznacheniya/ventilyatory-radialnye-vran/>.

27. Программа подбора компании «KORF». [Электронный ресурс] Режим доступа:<http://korfonline.ru>

28. Система кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами/ Е.М. Белова: Евроклимат УДК 697.94. Москва, 2003. – 400 с.

29. Официальный каталог производителя CLIVET. [Электронный ресурс] Режим доступа:<http://www.petro-service.spb.ru/doc/clivet/ELFOroom%20up.pdf>.

30. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях / Е.М. Белова: Евроклимат УДК 697.94. Москва, 2003. – 400 с.

31. Официальный каталог производителя Carrier. [Электронный ресурс] Режим доступа:<http://www.ahi-carrier.ru/421/download/>

32. Официальный каталог производителя E-Tech. [Электронный ресурс] Режим доступа:<http://part59.ru/catalog/nasos/017/1.pdf>.