

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Солоненко Анна Александровна
Должность: Директор
Дата подписания: 20.11.2024 17:44:41
Уникальный программный ключ:
d9ba9a2cd160ab0421b57c937f8b30d0a5f1



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована
ООО «ДКС РУС» по международному стандарту ISO 9001:2015

Факультет высшего образования
Кафедра «Технология продуктов питания
и холодильная техника»

Основы теории кондиционирования воздуха

Методические указания

по курсовой работе

для обучающихся по направлению подготовки

16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Авторы: кандидат военных наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология продуктов питания и холодильная техника» ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ» Чебаков Ю.Т.

Рецензент: доктор технических наук, профессор ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ» Ковалёв О. П.

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы утверждены на заседании кафедры «Технология продуктов питания и холодильная техника», протокол №2 от 13 марта 2024 г.

Содержание

Введение	5
Исходные данные.....	5
Состав курсовой работы и примерная трудоёмкость разделов курсовой работы.....	6
Рекомендации по выполнению пояснительной записки курсовой работы.....	6
Рекомендации по выполнению графической части курсовой работы.....	7
1 Подготовка исходных данных для проектирования	7
1.1 Характеристика строительной части объекта.....	7
1.2 Параметры наружного воздуха.....	9
1.3 Параметры внутреннего воздуха.....	10
1.4 Качество воздуха.....	14
1.5 Естественная вентиляция.....	16
1.6 Шум в помещениях.....	16
1.7 Тепловая изоляция.....	17
1.8 Системы теплоснабжения.....	18
1.9 Противодымная вентиляция.....	18
2 Расчёт теплопритоков и влагопритоков	18
2.1 Тепловой баланс помещения.....	18
2.2 Теплоприток через ограждения.....	18
2.3 Теплоприток от солнечной радиации.....	20
2.4 Теплоприток от людей.....	20
2.5 Теплоприток от оборудования.....	21
2.6 Теплоприток от светильников.....	22
2.7 Теплоприток из-за инфильтрации.....	22
2.8 Влагоприток от людей.....	23
2.9 Влагоприток из-за инфильтрации.....	23
2.10 Определение луча процесса.....	23
2.11 Итоговая таблица расчета теплопритоков и влагопритоков.....	23
3 Выбор и составление принципиальной схемы систем вентиляции и кондиционирования воздуха	24
4 Построение процессов обработки воздуха в аппаратах СКВ.	
Определение нагрузок на аппараты	25
4.1 Расчёты СКВ для тёплого периода года	25
4.1.1 Построение процессов обработки воздуха в тёплый период.....	25
4.1.2 Расчет параметров воздуха при обработке воздуха в тёплый период... ..	27
4.1.3 Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование без утилизации теплоты.....	28
4.1.4 Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование с утилизацией теплоты.....	29
4.1.5 Расчёт тепловых нагрузок в СКВ с утилизацией теплоты в тёплый период.....	29
4.1.6 Результаты расчета СКВ с утилизацией теплоты в тёплый период.....	30
4.2 Расчёты СКВ для холодного периода года	31
4.2.1 Построение процессов обработки воздуха в холодный период.....	31
4.2.2 Расчет параметров воздуха при обработке воздуха в холодный период	32

4.2.3	Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование без утилизации теплоты.....	33
4.2.4	Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование с утилизацией теплоты.....	34
4.2.5	Расчёт тепловых нагрузок в СКВ с утилизацией теплоты в холодный период.....	34
4.2.6	Результаты расчета СКВ с утилизацией теплоты в холодный период...	35
5	Подбор фанкойлов.....	36
6	Подбор центрального кондиционера.....	36
7	Подбор чиллера.....	36
8	Подбор насосных станций.....	37
9	Энергоэффективность жилого здания.....	38
10	Противодымная вентиляция.....	39
11	Воздухораспределение.....	39
12	Аэродинамический расчет системы приточной вентиляции. Подбор воздуховодов.....	39
13	Экономический расчёт потребляемых ресурсов.....	45
	Заключение.....	46
	Список использованной литературы.....	46
	Приложение.....	48

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большинство жилых многоэтажных домов эксплуатируются только с естественной вентиляцией, что не обеспечивает оптимальные, да и допустимые санитарные нормы в жилых помещениях. Установка сплит-систем оптимизирует только температуру в помещении и не решает проблемы с поддержанием относительной влажности и необходимого воздухообмена. Портится также внешний вид дома. Установка сплит-систем может решить проблемы с охлаждением и осушкой воздуха помещений уже существующих жилых зданий.

При проектировании новых многоэтажных зданий установка систем центрального кондиционирования воздуха с утилизацией теплоты удаляемого воздуха в сочетании с фанкойлами позволяет оптимизировать параметры внутреннего воздуха помещений и оптимальный воздухообмен. Чиллер для охлаждения воздухоохладителя центрального кондиционера и фанкойлов размещается на крыше дома или на техническом этаже. Можно при этом использовать и естественную вентиляцию.

Можно также использовать сочетание центральной системы кондиционирования с утилизацией теплоты удаляемого воздуха с системами VRV с непосредственным кипением холодильного агента во внутренних блоках и в воздухоохладителе центрального кондиционера. Центральный внешний блок VRV размещается в специальном помещении этажа или на крыше дома. Эта система позволяет уменьшить объём оборудования и точнее поддерживать параметры внутреннего воздуха. Эта система из-за отсутствия промежуточного теплоносителя экономичнее предыдущей системы.

Применение децентрализованной системы вентиляции и системы VRV для каждого этажа уменьшит капитальные затраты на воздуховоды и оборудование (центральные кондиционеры, чиллеры и др.). Но это потребует внесения значительных изменений в проектирование жилых зданий.

Выполнение курсовой работы обеспечивает приобретение навыков проектирования прямоточных систем центрального кондиционирования с утилизацией теплоты удаляемого воздуха для подготовки воздуха, направляемого в помещение и доводки параметров воздуха фанкойлами до оптимальных параметров. При проектировании необходимо учитывать свод различных правил, требования пожарной безопасности, санитарных норм, ГОСТов и требования к энергоэффективности зданий.

Исходные данные:

1. Серия жилого дома, планировка этажа жилого дома, количество этажей и подъездов.
2. Место расположения объекта.
3. Ориентация дома по странам света.
4. Система вентиляции и кондиционирования воздуха

Состав курсовой работы и примерная трудоемкость разделов курсовой работы

	Наименование раздела или работы	формат	% от КР	ИТОГО, % от КР
1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА				
1.1	Исходные данные для проектирования	A4	5	5
1.2	Тепловой баланс объекта	A4	10	15
1.3	Построение процессов обработки воздуха в аппаратах СКВ, определение нагрузок на аппараты	A4	10	25
1.4	Подбор фанкойлов для помещений этажа	A4	5	30
1.5	Подбор центрального кондиционера подъезда	A4	10	40
1.6	Аэродинамический расчет систем вентиляции подъезда	A4	10	50
1.7	Подбор чиллера, закрытой градирни, насосных станций холодной воды и оборотной воды	A4	10	60
2 ЧЕРТЕЖИ				
Состав чертёжного листа №1:				
2.1	Планировка этажа жилого дома с воздуховодами	A3	5	65
2.2	Процессы обработки воздуха в тёплый период одного помещений	A4	5	70
2.3	Процессы обработки воздуха в холодный период одного помещения	A4	5	75
2.4	Компоновка центрального кондиционера	A3	5	80
Состав чертёжного листа №2:				
2.5	Аксонметрическая схема разводки воздуховодов для аэродинамического расчёта	A3	5	85
2.6	Схема трубопроводов холодной и оборотной воды	A3	5	90
2.7	Планировка технического этажа жилого здания	A3	5	95
2.8	Разводка воздуховодов приточной и вытяжной вентиляции этажа в 3D	A3	5	100

Рекомендации по выполнению пояснительной записки курсовой работы

Пояснительную записку курсовой работы (ПЗ) рекомендуется выполнять в соответствии с примерным содержанием, приведенным выше.

ПЗ должна подтверждать правильность и обоснованность принятых в работе решений, а так же обеспечить возможность проверки правильности выполнения расчетов преподавателем.

Учитывая большой объем излагаемого материала и сопутствующих ему вычислений, ПЗ следует писать кратко и конкретно, избегая пустых общих фраз и лишнего переписывания текста из учебников, справочников или нормативной литературы.

Методики типовых расчетов (теплотехнический, аэродинамический) описывать не следует.

Все повторяющиеся вычисления и расчеты следует оформлять в виде таблиц. Избегайте многочисленных подстановок в формулу различных значений и записи их текстом, так как такая запись, в отличие от таблицы, зрительно значительно хуже воспринимается.

Рекомендуется для выполнения расчетов активно использовать электронные таблицы, так как это значительно облегчает внесение последующих исправлений в выполненные расчеты, если руководителем работы будут найдены неточности и потребуются вносить в расчеты определенные коррективы.

Для расчётов можно использовать программу MathCAD.

Текст ПЗ рекомендуется набирать на компьютере, предварительно внимательно продумав его содержание, порядок и стиль изложения. При наборе ПЗ на компьютере следует соблюдать требования ГОСТов. Не допускается использование подчеркивания, выделения цветом, использование различных по типу шрифтов, курсивов и других нестандартных элементов. Рекомендуется избегать слишком сложного форматирования текста. В заголовках граф таблиц предпочтительнее горизонтальное расположение текста, а не вертикальное.

Объем ПЗ составляет примерно 40-50 страниц.

Ниже приводятся краткие рекомендации к выполнению каждого раздела работы.

Во введении следует обосновать актуальность тематики работы, то есть важность вентиляции и кондиционирования жилого здания для обеспечения требуемого микроклимата, комфортного состояния людей.

Рекомендации по выполнению графической части курсовой работы

Графическая часть работы выполняется в программе Компас или AutoCAD в соответствии с требованиями ГОСТ 21.602.2003 «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования».

Используя программу ВЕЗА-КЦКП, производится поэлементная компоновка центрального кондиционера с выводом технических характеристик каждого установленного блока. Выведенные на печать вид кондиционера и таблицы технических характеристик вносятся в пояснительную записку и на чертеж.

Нанесенная на план объекта кондиционирования трасса воздухопроводов вычерчивается в аксонометрической проекции. Схема с нанесенными номерами участков, их длинами и значениями расходов используется как расчетная схема для выполнения аэродинамического расчета. Схема выполняется в глазомерном масштабе.

1 Подготовка исходных данных для проектирования

1.1 Характеристика строительной части объекта

Внимательно изучите планировку объекта.

В данном подразделе следует дать краткую характеристику строительных конструкций здания и его архитектурно - планировочных решений. Разберитесь с составом основных и вспомогательных помещений, их назначением, особенностью временного режима их работы, возможными выделяющимися вредностями.

Дайте описание, какого типа здание, из чего выполнены наружные стены и внутренние перегородки. Если внутренние стены кирпичные, в них могут быть проложены вертикальные вентиляционные каналы вытяжных систем, а если это бетонные панели, то каналы будут приставными.

Выясните место расположения помещений под вентиляционное оборудование и оборудование СКВ. Если таких помещений нет или их площадь явно мала, то изменение планировки помещений или новые предполагаемые места расположения оборудования следует заранее обсудить с руководителем работы.

Рассчитав масштабный коэффициент, определите все остальные размеры и начертите планировку на формате А3.

Используйте для составления характеристики объекта материалы СП, СНиПов и ГОСТов.

Характеристики ограждений и помещений необходимо свести в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 Характеристика строительной части объекта

№ п/п	Наименование	Характеристика
1	Ориентация дома	
2	Количество секций (подъездов)	
3	Количество этажей	
4	Длина этажа	
5	Ширина этажа	
6	Высота помещений	
7	Балконы и лоджии	
8	Количество квартир на этаже	
9	Лифты	
10	Лестницы	
11	Мусоропровод	
12	Вентиляция	
13	Стены и перегородки	
14	Тип кровли	
15	Технический этаж	
16	Водоснабжение	
17	Система отопления	
18	Газоснабжение	

Таблица 2 Характеристика ограждений (пример)

Ограждение	Материал ограждений	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К)
Наружные стены	Бетон	200	
	Пенополистирол	80	
	Кирпич	160	
Внутренние стены	Кирпич	160	
Перегородки	Кирпич	100	
Перекрытия	Бетон	200	

Таблица 3 Характеристика помещений (пример)

Помещение	№ помещения	Характеристика помещения	Тип системы	Длина × ширина × высота, м	Площадь помещения, м ²	Объем помещения, м ³
1	2	3	4	5	6	7
Подъезд 1						
Этаж 1						
Квартира №1	1.1	Кухня	СВ естественная	3×2×3	6	18
	1.2	Туалет	СВ естественная	2×2×3	4	12
	1.3	Ванная	СВ естественная	3×2,5×3	7,5	22,5
	1.4	Гостиная		5×4×3	20	60
1	2	3	4	5	6	7
	1.5	Спальная	ЦК+Ф	4×3×3	12	26
	1.6	Кабинет	ЦК+Ф	3×3×3	9	27
	Итого	Квартира №1	-	-		

Технический этаж		Размещение оборудования	СВ и СКВ	18×18×3	324	972
Крыша		Плоская Размещение радири		18×18	324	

На кухне, в ванной и туалете применяется естественная вентиляция через вентблоки.

1.2. Параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха выбираются в соответствии с требованиями соответствующих глав и приложений свода правил СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Обращаем внимание, что следует выписать все важные параметры наружного воздуха: температуры, скорости ветра, барометрическое давление, преимущественное направление и скорости ветра по периодам года, продолжительность отопительного периода, зону влажности региона.

Заданные параметры микроклимата в помещениях жилых, общественных, административно-бытовых и производственных зданий следует обеспечивать в пределах расчетных параметров наружного воздуха для соответствующих районов строительства, принятых, как правило, по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»: параметров А - для систем вентиляции и воздушного душирования в теплый период года; параметров Б - для систем отопления, вентиляции и воздушного душирования в холодный период года, а также для систем кондиционирования в теплый и холодный периоды года.

Таблица 4 Климатические параметры тёплого периода года (пример)

(из таблицы 10.1 СП 131.13330.2012)

Наименование пункта	Барометрическое давление, гПа	Параметры А				Параметры Б			
		температура воздуха, °С	удельная энтальпия, кДж/кг	относительная влажность, %	скорость ветра, м/с	температура воздуха, °С	удельная энтальпия, кДж/кг	относительная влажность, %	скорость ветра, м/с
Исходные данные	Таблица 4.1, графа 2	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95 (Таблица 4.1, графа 3)	Приложение А Рисунок А4	Расчёт по энтальпии	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с (Таблица 4.1, графа 13, но не менее 1 м/с)	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,98 (Таблица 4.1, графа 4)	Приложение А Рисунок А5	Расчёт по энтальпии	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с (Таблица 4.1, графа 13, но не менее 1 м/с)
Астрахань	1021	29	61		3,2	32	65		3,2

Параметры наружного воздуха для переходных условий года следует принимать: температуру 10 °С и удельную энтальпию 26,5 кДж/кг или параметры наружного воздуха, при которых изменяются режимы работы оборудования, потребляющего теплоту и холод.

Параметры воздуха привести в таблице 4.

Климатические параметры для проектирования отопления, вентиляции и кондиционирования приведены в таблице 5.

Таблица 5 Климатические параметры холодного периода года (пример)
(из таблицы 10.1 СП 131.13330.2012)

Наименование пункта	Барометрическое давление, гПа	Параметры А				Параметры Б			
		температура воздуха, °С	относительная влажность, %	удельная энтальпия, кДж/кг	скорость ветра, м/с	температура воздуха, °С	относительная влажность, %	удельная энтальпия, кДж/кг	скорость ветра, м/с
Исходные данные	Таблица 4.1, графа 2	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94 (Таблица 3.1, графа 6)	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, % (по таблице 3.1, графа 16)	По расчету или графически по $I-d$ диаграмме, принимая температуру воздуха параметра А и относительную влажность воздуха по таблице 3.1, графа 16	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с (Таблица 3.1, графа 19, но не менее 1 м/с)	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92 (Таблица 3.1, графа 5)	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, % (по таблице 3.1, графа 16)	По расчету или графически по $I-d$ диаграмме, принимая температуру воздуха параметра Б и относительную влажность воздуха по таблице 3.1, графа 16	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с (Таблица 3.1, графа 19, но не менее 1 м/с)
Астрахань	1021	-10	76		3,8	-21	76		3,8

Продолжительность отопительного периода, сут (для г. Астрахань 160 сут) (при средней суточной температуре воздуха не более 8 °С (Таблица 3.1 СП 131.13330.2012, графа 11)).

Таблице 6 Значения средней и максимальной суточной амплитуды температуры наружного воздуха (пример) (из таблицы 11.1 СП 131.13330.2012)

Наименование пункта	Амплитуда температуры средняя по месяцам (числитель), максимальная по месяцам (знаменатель), °С											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Исходные данные (г. Астрахань)	6,8	7,5	9,1	11,3	11,2	10,1	10,7	11,7	11,3	10	4,8	5,8-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Наименование пункта (г. Астрахань) - широта 46.3494444°, долгота 48.0491667° (Интернет Википедия).

1.3. Параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха для комнат и вспомогательных помещений выбираются в соответствии с требованиями соответствующих глав и приложения СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Для этого следует предварительно ознакомиться по литературе с требованиями норм и описанием традиционных решений вентиляции в зданиях подобного назначения. Из допустимого диапазона значений внутренних температур в качестве расчетного следует выбрать максимальное или минимальное значение внутренней температуры в зависимости от предполагаемого наличия тепловых избыт-

ков, наличия рециркуляции, предполагаемого режима работы систем вентиляции по периодам года и других соображений.

Параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами) следует принимать, как правило, по ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях», ГОСТ 12.1.005 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СанПиН 2.1.2.2645 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» и СанПиН 2.2.4.548 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы» для обеспечения параметров воздуха в пределах допустимых норм в обслуживаемой или рабочей зоне.

Для принятия расчётных температур используются понятия:

- обслуживаемая зона помещения (зона обитания) - это пространство в помещении, ограниченное плоскостями, параллельными полу и стенам: на высоте 0,1 и 2,0 м над уровнем пола - для людей стоящих или двигающихся, на высоте 1,5 м над уровнем пола - для сидящих людей (но не ближе чем 1 м от потолка при потолочном отоплении), и на расстоянии 0,5 м от внутренних поверхностей наружных и внутренних стен, окон и отопительных приборов.
- допустимые параметры микроклимата: - сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции и не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья.
- оптимальные параметры микроклимата - сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении.
- результатирующая температура помещения: - комплексный показатель радиационной температуры помещения и температуры воздуха помещения.

Шаровой термометр для определения результирующей температуры представляет собой зачерненную снаружи (степень черноты поверхности не ниже 0,95) полую сферу, изготовленную из меди или другого теплопроводного материала, внутри которой помещен либо стеклянный термометр, либо термоэлектрический преобразователь.

При вентиляции помещений в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений температуру воздуха необходимо принимать минимальную из оптимальных температур по ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». В холодный период года в обслуживаемой зоне жилых зданий (кроме жилых помещений) температуру воздуха необходимо принимать минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты в помещениях. В холодный период года в помещениях отапливаемых зданий, кроме помещений, для которых параметры воздуха установлены другими нормативными документами, когда они не используются и в нерабочее время, можно принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже 15 °С в жилых помещениях.

При вентиляции помещений в теплый период года в обслуживаемой или рабочей зоне помещений при наличии избытков теплоты температуру воздуха необходимо принимать в пределах допустимых температур. Скорость движения воздуха - в пределах допустимых норм. Относительную влажность воздуха - в пределах допустимых норм (при отсутствии специальных требований) по заданию на проектирование. В теплый период года параметры микроклимата не нормируются в нежилых комнатах жилых зданий;

Параметры микроклимата или один из параметров допускается принимать в пределах оптимальных норм вместо допустимых, если это экономически обосновано, или по заданию на проектирование.

При кондиционировании помещений параметры микроклимата (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами или заданием на проектирование) следует предусматривать для обеспечения параметров воздуха в пределах оптимальных норм. Относительную влажность воздуха в кондиционируемых помещениях допускается не обеспечивать по заданию на проектирование. В местностях с расчетной температурой наружного воздуха в теплый период года (по параметрам Б) 30 °С и более температуру воздуха в кондиционируемых помещениях следует принимать на 0,4 °С выше указанной в ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и ГОСТ 12.1.005 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» на каждый градус превышения температуры наружного воздуха сверх температуры 30 °С, увеличивая также соответственно скорость движения воздуха на 0,1 м/с на каждый градус превышения температуры наружного воздуха. При этом скорость движения воздуха в помещениях в указанных условиях должна быть не более 0,5 м/с.

Один из параметров микроклимата допускается принимать в пределах допустимых норм вместо оптимальных при согласовании с органом санитарно-эпидемиологического надзора и по заданию на проектирование.

Таблица 7 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий в холодный период года (ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»)

Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая не более	оптимальная не более	допустимая не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жилая комната	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,15	0,2
Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспечен-	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,15	0,2

ностью 0,92) минус 31 °С и ниже									
Кухня	19-21	18-26	18-20	17-25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2	
Туалет	19-21	18-26	18-20	17-25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2	
Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	23-27	17-26	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2	
Помещения для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-21	17-23	45-30	60	0,15	0,2	
Межквартирный коридор	18-20	16-22	17-19	15-21	45-30	60	Не нормируется	Не нормируется	
Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	
Кладовые	16-18	12-22	15-17	11-21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	
Жилая комната	22-25	20-28	22-24	18-27	60-30	65	0,2	0,3	

Таблица 8 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий в тёплый период года (ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»)

Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая не более	оптимальная не более	допустимая не более
Жилая комната	22-25	20-28	22-24	18-27	60-30	65	0,2	0,3

Например: г. Астрахань

Поддерживаемые параметры внутреннего воздуха для жилых комнат:

ЛЕТО - $t_{\text{внут.л}} = 25,8 (25+0,4*2) \text{ °С}$ (при температуре наружного воздуха 32 °С); $\phi_{\text{л}} = 40\%$
 $v=0,2 \text{ м/с}$ $2=0,4 \text{ м/с}$;

ЗИМА - $t_{\text{внут.з}} = 22 \text{ °С}$; $\phi_{\text{з}} = 40 \%$; $v = 0,15 \text{ м/с}$

Таблица 9 Расчётные параметры внутреннего воздуха в холодный период

№ комнаты	Наименование помещения	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с

1.1	Жилая комната	20	19	45	0,15
1.2	Кухня				

Таблица 10 Расчётные параметры внутреннего воздуха в тёплый период

№ комнаты	Наименование помещения	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
1.1	Жилая комната	25,8	24	40	0,4
1.2	Кухня				

1.4 Качество воздуха

Качество воздуха в помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать согласно ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» необходимой величиной воздухообмена в помещениях.

Для принятия класса качества воздуха используются понятия:

- оптимальное качество воздуха: состав воздуха в помещении, при котором при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивается комфортное (оптимальное) состояние организма человека.
- допустимое качество воздуха: состав воздуха в помещении, при котором при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивается допустимое состояние организма человека.

Качество воздуха в помещениях жилых и общественных зданий обеспечивается необходимым уровнем вентиляции (величиной воздухообмена в помещениях), обеспечивающим допустимые значения содержания углекислого газа в помещении. При сокращении воздухообмена обеспечивается снижение энергозатрат системой вентиляции, а также повышение энергоэффективности систем вентиляции.

Расходы воздуха систем вентиляции, принимаемые для обеспечения качества воздуха, зависят от количества людей в помещении, их деятельности, технологических процессов (выделений загрязняющих веществ от бытовой и оргтехники, из строительных материалов, мебели и др.), а также от систем отопления и вентиляции.

Для жилых и общественных зданий следует принимать, как правило, допустимые показатели качества воздуха. Оптимальные показатели воздуха для указанных зданий допускается принимать по заданию на проектирование.

Таблица 11 - Классификация воздуха в помещениях

Класс	Качество воздуха в помещении		Допустимое содержание CO ₂ , см ³ /м ³
	Оптимальное	Допустимое	
1	Высокое		400 и менее
2	Среднее		400-600
3		Допустимое	600-1000
4		Низкое	1000 и более

Допустимое содержание CO₂ в помещениях принимают сверх содержания CO₂ в наружном воздухе, см³/м³.

Определяющим вредным веществом является углекислый газ, выдыхаемый людьми. Эквивалентом вредных веществ, выделяемых ограждениями, мебелью, коврами и др., принимается также углекислый газ.

Количество наружного воздуха, подаваемого в помещение системой вентиляции в расчете на одного человека для обеспечения заданного качества воздуха, зависит от концентрации углекислого газа в наружном воздухе и эффективности воздухораспределения в помещении.

Базовое количество наружного воздуха в расчете на одного человека приведено в таблице 12.

Таблица 12 Минимальный расход воздуха на одного человека (нормы для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно. Приложение К СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»)

Помещения	Расход воздуха в помещениях, м ³ /ч	
	с естественным проветриванием	без естественного проветривания
Жилые при общей площади квартиры на одного человека: более 20 м ²	30 (не менее 0,35 воздухообмена в час, определяемого по общему объему квартиры.)	60
менее 20 м ²	3 м ³ /ч на 1 м ² жилой площади	

В зависимости от эффективности системы воздухораспределения необходимый расход наружного воздуха в системе вентиляции следует определять по формуле

$$L = L_p / \eta \quad (1)$$

где - η - коэффициент эффективности системы воздухораспределения, определяемый расчетом или принимаемый по таблице 13; L_p - расчетное минимальное количество наружного воздуха, м³ / ч.

Ориентировочные значения коэффициента эффективности приведены в таблице 13.

Расходы наружного воздуха в помещения на приточный вентилятор этажа жилого здания занести в таблицу 14.

Таблица 13 - Коэффициенты эффективности систем воздухораспределения

Системы воздухораспределения	Коэффициент эффективности системы воздухораспределения
Системы естественной вентиляции с периодическим проветриванием	1,0
Системы механической авторегулируемой вытяжной вентиляции с приточными клапанами в наружных ограждениях	0,9
Системы приточной вентиляции с подачей воздуха в обслуживаемую зону, в том числе системы вытесняющей вентиляции	0,6-0,8
Системы персональной вентиляции с подачей приточного воздуха в зону дыхания	0,3-0,5

Таблица 14 Расходы наружного воздуха в помещения на приточный вентилятор этажа жилого здания

№ ко	Наименование помещения	Количество	Норма расхода воздуха	Расход воздуха в помеще-	Коэффициент эффективности	Расход воздуха на
------	------------------------	------------	-----------------------	--------------------------	---------------------------	-------------------

мн ат ы		людей	ха в поме- щении, м ³ /ч	нии, м ³ /ч	системы возду- хораспреде- ния	вентиля- тор, м ³ /ч
1.1	Жилая комната	2	60	120	0,8	150
1.2						
	Итого					

Расход удаляемого воздуха механической вентиляцией составляет меньше на 10%., для того, чтобы создать подпор воздуха в помещении.

1.5 Естественная вентиляция

Естественная вентиляция жилых помещений должна осуществляться путем притока воздуха через форточки, фрамуги, либо через специальные отверстия в оконных створках и вентиляционных каналах. Вытяжные отверстия каналов должны предусматриваться на кухнях, в ванных комнатах, туалетах и сушильных шкафах.

Устройство вентиляционной системы должно исключать поступление воздуха из одной квартиры в другую.

Не допускается объединение вентиляционных каналов кухонь и санитарных узлов с жилыми комнатами. (СанПиН 2.1.2.2645 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»).

Шахты вытяжной вентиляции должны выступать над коньком крыши или плоской кровли на высоту не менее 1 м. Расходы воздуха привести в таблице 15.

Таблица 15 Расходы удаляемого воздуха из помещений естественной вентиляцией этажа жилого здания (пример)

№ ко мн ат ы	Наименование помещения	Количе- ство лю- дей	Пло- щадь поме- щения, м ²	Норма рас- хода возду- ха в поме- щении, м ³ /ч/м ²	Расход воздуха в помеще- нии, м ³ /ч	Коэффициент эффективности системы возду- хораспреде- ния
1.1	Кухня	1	10	3	30	1
1.2						
	Итого					

1.6 Шум в помещениях

Допустимые уровни шума, создаваемого в помещениях зданий системами вентиляции и другим инженерным и технологическим оборудованием, установленным для жизнеобеспечения здания, следует принимать на 5 дБА ниже, указанных в приложении 3 СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» (таблица 16).

Таблица 16 Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещения жилых зданий СП 51.13330.2011 «Защита от шума», СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»

Наименование помещений	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц	Уровни звука La и эквивалентные уровни звука	Максимальные уровни звука L
------------------------	-------------	------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	-----------------------------

											L _{АЭКВ} , дБА	A _{макс} , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Жилые комна- ты квар- тир	с 7 до 23	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	с 23 до 7	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

При проектировании необходимо предусматривать мероприятия по защите от шума:

- выбирать оборудование с меньшим шумом;
- рационально планировать размещение оборудования: воздуховодов, центрального кондиционера, вентиляторов, глушителей шума, насосов, чиллера и градирни.
- применение при строительстве и реконструкции зданий;
- применять в помещениях, где размещается оборудование звукопоглощающих облицовок;
- устанавливать ограждающие конструкции, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию;
- глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха;
- виброизоляцию оборудования и воздуховодов.

Акустический расчет следует проводить по уровням звуковой мощности, дБ, или уровням звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Допускается также проведение расчетов по скорректированному уровню звуковой мощности, дБА, или по уровню звука по частотной коррекции "А", дБА.

1.6 Тепловая изоляция

Тепловую изоляцию отопительно-вентиляционного оборудования, трубопроводов внутренних систем теплоснабжения, воздуховодов, дымоотводов и дымоходов следует предусматривать:

- для предупреждения ожогов;
- для обеспечения потерь теплоты (холода) менее допустимых;
- для исключения конденсации влаги;
- для исключения замерзания теплоносителя в трубопроводах, прокладываемых в неотапливаемых помещениях или в искусственно охлаждаемых помещениях;
- для обеспечения взрывопожаробезопасности.

Температура поверхности тепловой изоляции не должна превышать 40 °С.

Теплоизоляционные конструкции следует предусматривать согласно СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Тепловая изоляция используется также для уменьшения шума.

Таблица 17 Теплоизоляционные материалы для теплоизоляции оборудования

№ п/п	Наименования оборудования	Материалы для теплоизоляции
1	Воздуховод приточной вентиляции	

2	Трубопровод холодной воды	
3	Корпус центрального кондиционера	
4	Корпус чиллера	
5	Трубопровод горячей воды	

1.8 Система теплоснабжения

Систему индивидуального теплоснабжения допускается предусматривать в жилых зданиях высотой до трёх этажей включительно, указанных в приложении Ж СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

В многоэтажных зданиях необходимо использовать центральную систему отопления.

Для нагрева воздухонагревателей центрального кондиционера в холодный период также используют центральную систему отопления. В тёплый период используют индивидуальную систему подогрева воды в газовых водогрейных котлах.

1.9 Противодымная вентиляция

Системы приточно-вытяжной вентиляции зданий должны обеспечивать блокирование и ограничение распространения продуктов горения в помещения безопасных зон и по путям эвакуации людей, в том числе с целью создания необходимых условий пожарным подразделениям.

Системы приточной вентиляции должны применяться только в необходимом сочетании с системами вытяжной противодымной вентиляции (СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция, кондиционирование. Требования пожарной безопасности»).

2 Расчёт теплопритоков и влагопритоков

2.1 Тепловой баланс помещения

Расчет тепловой и влажностной нагрузки на помещение производится по следующим уравнениям [27]:

$$Q = Q_{ог} + Q_{рад} + Q_{л} + Q_{об} + Q_{св} \quad (2.1)$$

$$W = W_{л} + W_{см}, \quad (2.2.)$$

где:

$Q_{ог}$ - теплоприток через поверхность ограждения, Вт,

$Q_{рад}$ - теплоприток от солнечной радиации, Вт,

через ограждение и остекленные поверхности, Вт,

$Q_{л}$ - полное количество тепла, выделяемое людьми, Вт,

$Q_{об}$ - теплоприток от работающего оборудования, Вт,

$Q_{св}$ - тепло, выделяемое светильниками, Вт,

$W_{л}$ - влаговыделения людей, кг/с,

$W_{см}$ - влага, испаряющаяся с мокрых поверхностей, кг/с,

Тепло-влажностный расчет делается для теплого и холодного периода года.

2.2 Теплоприток через ограждения

Количество тепла $Q_{ог}$, поступающего в помещение через наружные стены или покрытие площадью F , определяют как сумму теплопритоков, вызванных наличием разности температур снаружи ограждения и внутри кондиционируемого помещения $Q_{т}$, а также теплопритоков в результате воздействия солнечной радиации $Q_{1с}$ через покрытия и наружные стены:

$$Q_{ог} = Q_{т} + Q_{1с} \quad (2.3)$$

Теплопритоки через стены и покрытия $Q_{т}$ рассчитывают по формуле:

$$Q_{т} = q F = k_{д} F (t_{н} - t_{в}), \quad (2.4)$$

где

q - удельный тепловой поток, Вт/м²;

k_d - действительный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м² К);

F - расчетная площадь поверхности ограждения, м²;

t_n - расчетная температура воздуха с наружной стороны ограждения, °С;

t_v - расчетная температура воздуха внутри кондиционируемого помещения, °С.

Действительный коэффициент теплопередачи ограждения может быть рассчитан, если известна конструкция ограждения как коэффициент теплопередачи многослойной ограждающей конструкции по формуле:

$$k_d = 1/R_o = 1/(R_n + R_i + R_v), \quad (2.5)$$

где

R_o - общее сопротивление теплопередаче многослойной ограждающей конструкции, м²К/Вт;

R_n - сопротивление теплоотдаче соответственно с наружной или более теплой стороны ограждения, м²К/Вт;

$$R_n = 1/\alpha_n, \quad (2.6)$$

R_v - сопротивление теплоотдаче с внутренней стороны ограждения, м²К/Вт;

$$R_v = 1/\alpha_v, \quad (2.7)$$

где

$\alpha_n, \alpha_{вн}$ - коэффициенты теплоотдачи у наружной и внутренней стен ограждения, Вт/(м²*К).

R_i - сопротивление теплопроводности i -го строительного слоя конструкции, м²К/Вт;

$$R_i = \delta_i/\lambda_i, \quad (2.8)$$

где

δ_i - толщина строительных слоев конструкции, м;

λ_i - коэффициент теплопроводности строительных слоев конструкции, Вт/(м*К), определяется в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций.

Влажностный режим помещений зданий и сооружений в зимний период в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по СП 50.13330.2012 Теплов защита зданий.

Зоны влажности территории России следует принимать по СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства следует устанавливать по таблице 3 приложения 1 (СП 50.13330.2012 Теплов защита зданий).

При расчете площади поверхности стен длину наружных стен не угловых помещений определяют как расстояние между осями внутренних стен; угловых помещений - как расстояние от наружной поверхности наружных стен до оси внутренних. Высоту стен определяют как расстояние от уровня чистого пола данного этажа до уровня чистого пола вышележащего этажа или до верха засыпки покрытия. Площадь потолка определяют как произведение длины помещения на ширину, которые измеряются между осями внутренних стен или от внутренней поверхности наружных стен до оси внутренних.

С достаточной степенью точности все размеры помещений в плане можно определять между координационными осями (т.е. без учета толщины стен). При этом погрешность при определении площади ограждающих конструкций по сравнению с более точным методом, указан-

ным выше, не превысит 5%. Линейные размеры принимают с округлением до 0,1 м, а площадь с округлением до 0,01 м².

2.3 Теплоприток от солнечной радиации.

Количество теплоты, поступающей от солнечной радиации через наружные стены и покрытия помещения Q_{1c} (Вт), определяют по формуле:

$$Q_{1c} = q_c F = k_d F \Delta t_c, \quad (2.9)$$

где

q_c - удельный тепловой поток от солнечного излучения $q_c = k_d \Delta t_c$, Вт/м²;

k_d - действительный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м² К);

F - площадь поверхности ограждения, облучаемая солнцем, м²;

Δt_c - избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время, К.

Количество теплоты от солнечной радиации (значение избыточной разности температур) зависит от географической широты местности, где расположено здание, характера поверхности ограждения (цвет окраски, структура) и ориентации ее по сторонам горизонта.

Для плоской кровли избыточная разность температур не зависит от ориентации по сторонам горизонта и может приниматься для зданий, расположенных в местности с географической широтой 40-60°, и не имеющих окраски 17,7 К, а с окраской светлых тонов 14,9 К. Для шатровых кровель избыточную разность температур (К) принимают в зависимости от географической широты: для южной зоны России 15, средней 10, северной 5.

Для наружных стен избыточную разность температур Δt_c можно принимать по таблице 10 приложения.

Поступление тепла через световые проемы.

Количество теплоты, поступающей в помещение через заполнения световых проемов (окна и балконные остекленные двери), Q_2 определяется как сумма тепла, проникающего за счет теплопроводности и за счет радиации:

$$Q_2 = Q_T + Q_{2c}, \quad (2.10)$$

где

Q_T - тепло, проникающее за счет теплопроводности, Вт;

Q_{2c} - тепло, проникающее за счет радиации, Вт.

Тепло, поступающее за счет теплопроводности:

$$Q_T = k_{окн} \cdot F_{окн} \cdot \Delta t_c. \quad (2.11)$$

Количество теплоты, поступающее через остекление за счет радиации, можно определить по формуле:

$$Q_{2c} = q_c \cdot F_{окн} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (2.12)$$

где

q_c - удельный тепловой поток от солнечной радиации (принимается по таблице 8П), Вт/м²;

$F_{окн}$ - площадь остекленной поверхности ограждения, м²;

k_1 - коэффициент учитывающий затенение остекления (принимается по таблице 9П);

k_2 - коэффициент отражения радиации остеклением (принимать равным 1 - для одинарного, 0,8 - для двойного и 0,5 - для тройного остекления).

2.4 Теплоприток от людей

Выделение тепла и влаги людьми зависит от затраченной ими энергии и температуры воздуха в помещении.

Тепловыделения от людей в зависимости от интенсивности работы представлены в таблице 10П, в которой представлены средние данные для мужчин. Принято считать, что женщины выделяют 85%, а дети в среднем 75% теплоты и влаги, выделяемых мужчинами.

Количество тепла, поступающего в помещение от числа людей, подсчитывается по формуле:

$$Q_{л} = q_{л} \cdot n, \quad (2.13)$$

где

n - число людей в помещении.

$q_{л}$ - удельный тепловой поток от человека, Вт/чел (таблица 10П);

Определяется отдельно по явной, скрытой и полной теплоте (скрытая теплота, это теплота, пришедшая с влагой, выделяемой человеком), Вт

$$\begin{aligned} Q_{л.я} &= n \cdot q_{я}, \\ Q_{л.скр} &= n \cdot q_{скр}, \\ Q_{л.пол} &= n \cdot q_{пол}, \end{aligned} \quad (2.14)$$

где

n – количество людей в помещении,

$q_{я}$, $q_{скр}$, $q_{пол}$ – удельные количества явной, скрытой и полной теплоты, выделяемой одним человеком, Вт/чел.

2.5 Теплоприток от оборудования

Количество тепла, выделяемого оборудованием, зависит от ряда причин: оснащенности данного помещения тепловыделяющим оборудованием, мощности и режима работы каждой единицы оборудования.

Для оборудования на газовом обогреве можно принять:

$$Q_{топ} = Q_{пом} + Q_{ух}, \quad (2.15)$$

где

$Q_{топ}$ - количество теплоты, выделяемое при сгорании газа, кВт;

$Q_{пом}$ - количество теплоты, выделяемой оборудованием в помещение (состоит из полезной теплоты, расходуемой на приготовление пищи, и из потерь теплоты наружными ограждениями оборудования), кВт;

$Q_{ух}$ - количество теплоты, теряемое с уходящими газами, кВт.

Количество тепла $Q_{об}^{газ}$, выделяемого газовым тепловым оборудованием, определяют по формуле:

$$Q_{об}^{газ} = Q_{топ} \cdot k \cdot k_o \cdot k_n, \quad (2.16)$$

где

$Q_{топ} = V \cdot Q_{рн}$ - количество теплоты, выделяемое при сгорании газа, кВт;

V - объемный расход газа при нормальных условиях, м³/с;

$Q_{рн}$ - теплотворная способность 1 м³ газа, при нормальных условиях, равная 35600 кДж/м³;

k - коэффициент, учитывающий соотношение между $Q_{пом}$ и $Q_{ух}$ ($k = 0,8$);

k_o - коэффициент, учитывающий одновременную работу однотипного оборудования;

k_n - коэффициент использования оборудования (выражает продолжительность непрерывной работы оборудования в течение смены в пересчете на 1 рабочий час). Коэффициент k_n может быть принят равным:

Кипятильники, кофеварки, печи шашлычные, термостаты - 0,9

Печи электрические	- 0,7
Плиты газовые, котлы электрические, газовые, посудомоечные машины	- 0,6
Сковороды, жаровни, фритюрницы	- 0,5
Мармиты, стойки, шкафы жарочные, пекарские и кондитерские	- 0,4
Механическое оборудование	- 0,2

Для оборудования с электрическим обогревом тепловыделения $Q_{об}^{эл}$ (кВт) подсчитывают по формуле:

$$Q_{об}^{эл} = N_{эл.н} \cdot k_n \cdot k_o, \quad (2.17)$$

где

$N_{эл.н}$ - суммарная мощность всех электронагревателей данного оборудования, кВт.

Тепло, выделяемое электродвигателями механического оборудования $Q_{эл.дв}$ (кВт) подсчитывают по формуле:

$$Q_{эл.дв} = N_{эл.дв} \cdot k_n \cdot k_o, \quad (2.18)$$

где $N_{эл.дв}$ - суммарная мощность всех электродвигателей механического оборудования, кВт.

Расчетные значения электрической мощности бытового и офисного электрооборудования приведены в таблице 11П

Теплоприток от оборудования определяется по формуле, Вт:

$$Q_{об} = N_{об} \cdot k_{загр} \cdot k_{одн} \cdot k_T \cdot 10^3, \quad (2.19)$$

где

$N_{об}$ - номинальная установленная мощность, кВт;

$k_{загр}$ - коэффициент загрузки оборудования (0,5 – 0,8);

$k_{одн}$ - коэффициент одновременности работы оборудования (0,5 – 1);

k_T - коэффициент тепловыделения, учитывающий унос тепла за пределы помещения (0,1 – 1).

2.6 Теплоприток от светильников

Теплопритоки от электрического освещения $Q_{осв}$ определяют по формуле:

$$Q_{осв} = N_{осв}, \quad (2.20)$$

где

$N_{осв}$ - установленная мощность осветительной аппаратуры, кВт.

При люминесцентном освещении и установке светильников за подшивным потолком, доля тепла, поступающая в помещение составляет 0,6 от $Q_{осв}$.

$$Q_{осв} = N_{осв} \cdot k_{одн} \cdot k_T, \quad (2.21)$$

где

$N_{осв}$ - мощность установленных осветительных приборов, Вт;

$k_{одн}$ - коэффициент одновременности включения осветительных приборов (0,5 – 1);

k_T - коэффициент тепловыделения, с учетом уноса тепла за пределы помещения (0,1 – 1).

2.7 Теплоприток от инфильтрации

Наружный воздух поступает в помещения при инфильтрации (через неплотности в наружных ограждениях и щели в окнах, а также при открывании дверей).

Теплоприток с наружным воздухом рассчитывают по формуле:

$$Q_{нв} = L_n \cdot \rho \cdot (i_n - i_v), \quad (2.22)$$

где

L_n - объемный приток наружного воздуха, м³/с;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

i_n - энтальпия наружного воздуха, кДж/кг;

i_b - энтальпия воздуха внутри помещения, кДж/кг).

Объемный расход воздуха для помещений разного назначения существенно различен и принимается по соответствующим СНиП.

2.8 Влагоприток от людей

Количество влаги, выделяемое людьми, кг/с:

$$W_{л} = g \cdot n / (3,6 \cdot 10^6), \quad (2.23)$$

где

g - количество влаги, выделяемое одним человеком, зависит от степени тяжести работы и параметров воздуха в помещении (таблица 10 П).

2.9 Влагоприток от инфильтрации

Влагоприток с наружным воздухом при инфильтрации, кг/с

$$W_{нв} = L_n \cdot \rho \cdot (d_n - d_b) \cdot 10^{-3}, \quad (2.24)$$

где

d_n - влагосодержание наружного воздуха, г/кг св;

d_b - влагосодержание воздуха в помещении, г/кг св.

2.10 Определение луча процесса

Процесс, протекающий в кондиционируемом помещении, характеризуется коэффициентом луча, который определяется на основании результатов тепло-влажностного баланса помещения, кДж/кг:

$$\varepsilon = \Sigma Q / \Sigma W \quad (2.25)$$

Луч процесса определяет направление естественного процесса изменения температуры, влагосодержания и теплосодержания воздуха в помещении.

2.11 Итоговая таблица теплопритоков и влагопритоков

По предложенной выше схеме расчета рассчитываются все помещения кондиционируемого блока. Расчет тепловых нагрузок проводится на теплый и холодный периоды года.

а) лето

Таблица 18 Итоговый расчёт тепловых и влажностных нагрузок в тёплый период

Помещение	Наименование помещения	Q _{огр}	Q _{рад}	Q _л	Q _{об}	Q _{св}	ΣQ _т	ΣW	ε
1.1	Жилая комната								
1.2	Кухня								
Итого	Этаж								
Итого	Подъезд								

б) зима

Расчет тепловых нагрузок зимой представляются в таблице 2.2.

Принимаемые параметры для помещений те же, что и летом. Но в зимний период считаем, что в помещении работает система центрального отопления, которая компенсирует теплопотери через ограждение. Для системы отпления принимаем тепловую нагрузку от ограждений. Принято, что солнечной радиации в зимний период нет. Тогда система кондиционирования работает для того, чтобы скомпенсировать теплопритоки от оборудования, людей, светильников.

Таблица 19 Итоговый расчёт тепловых и влажностных нагрузок зимний период

Помещение	Наименование помещения	Q _{огр} на систе-	Q _{рад} не учиты-	Q _л	Q _{об}	Q _{св}	ΣQ _т на	ΣW на	ε на
-----------	------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------------	----------	---------

		му ото- пления	ваем				СКВ	СКВ	СКВ
1.1	Жилая комната		0						
1.2	Кухня		0						
Итого	Этаж								
Итого	Подъезд								

3 Выбор и составление принципиальной схемы систем вентиляции и кондиционирования воздуха

В данном подразделе следует дать развернутую характеристику принятой схемы и конструктивных особенностей СВ и СКВ для помещений по периодам года. Следует описать схему воздухообмена, наличие рециркуляции, схему распределения воздуха, тип воздухораспределителей и их размещение, конструктивное решение вытяжки из помещения, прокладку воздуховодов, расположение приточной и вытяжной вентиляционных камер. Нужно дать характеристику конструкции приточной и вытяжной систем, описать мероприятия по снижению шума и вибрации, указать температуры притока по периодам года.

Процесс кондиционирования летом осуществляется с помощью центрального кондиционера, газового водогрейного котла, водоохлаждающей машины – чиллера и внутреннего блока – фанкойла.

Наружный воздух поступает в центральный кондиционер, охлаждается в нем с помощью воды, подаваемой чиллером, а затем подогревается во втором воздухонагревателе. В то же время воздух из охлаждаемой квартиры проходит через фанкойл (рециркуляция воздуха), охлаждается в нем также с помощью воды, подаваемой чиллером.

Процессы обработки воздуха и подачи его в помещения зависят от выбранной системы.

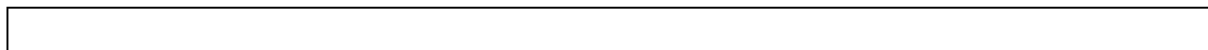
Для выполнения проекта задаётся система прямооточного центрального кондиционирования воздуха с утилизацией теплоты удаляемого воздуха в рекуператоре центрального кондиционера и подачи обработанного наружного воздуха в каждое помещение с перемешивающей системой воздухораспределения и рециркуляцией с обработкой воздуха в фанкойлах каждого помещения. Воздухоохладители центрального кондиционера и воздухоохладители фанкойла охлаждаются водой из чиллера. Воздухонагреватели первого и второго нагрева снабжаются зимой горячей водой из центральной системы отопления, а летом второй воздухонагреватель снабжается горячей водой газовым водогрейным котлом. В кухне, ванной и санузле применяется система естественной вентиляции. Необходимо учитывать, чтобы напор приточной вентиляции создавал в помещении избыточный напор воздуха.

Последовательность построений процессов в диаграмме

- 1) По принятым температуре и теплосодержанию наружного воздуха на диаграмму наносится т.Н;
- 2) По принятым температуре и относительной влажности воздуха в помещении на диаграмму наносится т.В;
- 3) Определяется значение луча процесса в помещении $\varepsilon = \Sigma Q_T / \Sigma W$ и линия луча процесса проводится через точку В;
- 4) Приняв рабочую разность температур при подаче воздуха в помещении $\Delta t = (t_v - t_p)$ определяется значение t_p и на линии с противоположной стороны луча процесса устанавливается т.П;
- 5) На пересечении линии луча процесса и линии $\varphi=1$ определяется т.W. Точка W определяет температуру воды, выходящую из водоохлаждающей машины (чиллера) и поступающую в воздухоохладитель (ВО) центрального кондиционера (ЦК) и теплообменник (ТО) фанкойла (Ф);
- 6) Рассчитываем I_p и на пересечении изоэнтальпии с линией d_n находим т.Р;
- 7) Проводим линию от т.Р до т.В;
- 8) По линии постоянного влагосодержания d_p на пересечении с линией относительной влажности $\varphi=0,9$ определяется т.О;
- 9) Рассчитываем энтальпию I_u и на пересечении линии изоэнтальпии и d_v находим т.У;

Процессы обработки воздуха в тёплый период:

- 1) НР – процесс охлаждения наружного воздуха в рекуператоре центрального кондиционера;
- 2) ВУ – процесс нагрева удаляемого воздуха;
- 3) РО – процесс охлаждения и осушения воздуха в воздухоохладителе центрального кондиционера;
- 4) ОП – процесс нагрева воздуха во втором воздухонагревателе центрального кондиционера;
- 5) ВП – процесс охлаждения и осушения рециркуляционного воздуха в теплообменнике фанкойла;
- 6) ПВ – процесс смешения подаваемого воздуха из центрального кондиционера с воздухом в помещении и процесс смешения подаваемого воздуха из фанкойла в помещение.



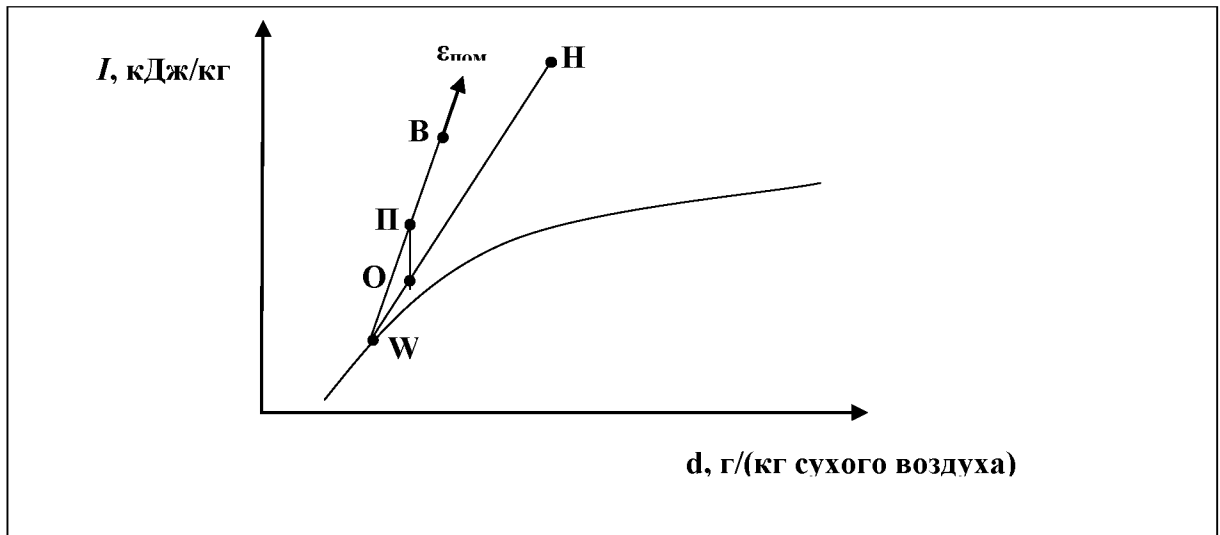


Рисунок Процессы обработки воздуха летом без утилизации теплоты в диаграмме I-d

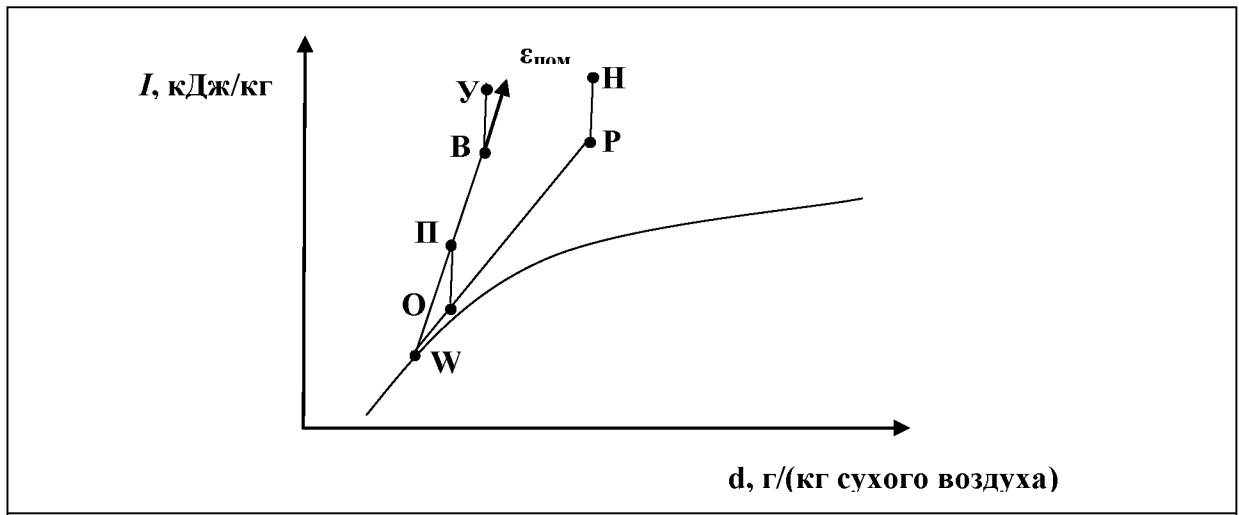


Рисунок Процессы обработки воздуха летом с утилизацией теплоты в диаграмме I-d

В зимний период времени наружный воздух в центральном кондиционере нагревается, охлаждается и увлажняется в оросительной камере, и нагревается (процессы Н-К-О-П) затем подается через воздухораспределители в помещение, компенсируя часть тепловой нагрузки помещения. Оставшуюся часть тепловой нагрузки компенсирует фанкойл, который доводит воздух до состояния приточного воздуха (процесс В-П). При утилизации теплоты удаляемого воздуха в центральном кондиционере наружный воздух дополнительно нагревается (процессы Н-Р) в рекуперативном теплообменнике. При этом удаляемый воздух охлаждается и увлажняется (процесс В-У). Необходимо рассчитать экономию тепловой мощности с использованием рекуператора на 1 кг сухого воздуха в 1 с.

В первом приближении в расчёте не учитывается нагрев воздуха в вентиляторах и нагрев удаляемого воздуха в помещении.

4.1.2 Расчет параметров воздуха при обработке воздуха в тёплый период

Таблица 20 Исходные данные для летнего режима обработки воздуха:

№ п/п	Наименование	Обозначение	Величина
1	Барометрическое давление, кПа	Рб	
2	Температура наружного воздуха, °С	t _н	

3	Относительная влажность наружного воздуха, %	φ_n	
4	Теплосодержание наружного воздуха, кДж/кг	I_n	
5	Влагосодержание наружного воздуха, г/кг с.в.	d_n	
6	Плотность наружного воздуха, кг/м ³	ρ_n	
7	Температура воздуха в помещении, °С	t_b	
8	Относительная влажность воздуха в помещении, %	φ_b	
9	Влагосодержание воздуха в помещении, г/кг с.в.	d_b	
10	Теплосодержание воздуха в помещении, кДж/кг	I_b	
11	Плотность воздуха в помещении, кг/м ³	ρ_b	
12	Температура воды на входе в теплообменник фанкойла, °С	t_w	
13	Тепловая нагрузка в помещении, кВт	Q_t	
14	Влажностная нагрузка в помещении, кг/ч	W	
15	Угловой коэффициент в помещении, кДж/кг	$\epsilon_{пом}$	
16	Количество людей в помещении	$n_{л}$	
17	Норма подачи свежего воздуха на 1 человека, м ³ /ч	g_n	
18	Расход наружного воздуха в помещение, м ³ /ч	V_n	

Расчет и построение схемы процесса кондиционирования проводится для каждого помещения, и для каждого помещения подбирается свой фанкойл.

Таблица 21 Параметры воздуха и воды в точках диаграммы тёплого периода без утилизации тепла

№ п/п	Наименование	Параметры воздуха				
		t , °С	φ , %	I , кДж/кг	d , г/кг с.в.	ρ , кг/м ³
1						
2	т.Н					
3	т.В					
4	т.П					
5	т.О					
6	т.В					

4.1.3 Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование без утилизации теплоты

Удельная холодильная мощность воздухоохладителя, кВт/кг

$$q_{во} = g_v \cdot (I_n - I_o) \quad (4.1)$$

При расчёте принимаем расход воздуха $g_v = 1$ кг/с

Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг

$$q_{вн} = g_v \cdot (I_p - I_o) \quad (4.2)$$

Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг

$$q_{цк} = g_v \cdot (I_b - I_p) \quad (4.3)$$

Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг

$$q_{ф} = g_{ф} \cdot (I_b - I_p) \quad (4.4)$$

Удельная холодильная мощность чиллера, кВт/кг

$$q_{ч} = q_{во} + q_{ф} \quad (4.5)$$

Таблица 22 Результаты расчёта удельных тепловых мощностей оборудования в тёплый период без утилизации тепла

№	Наименование, размерность	Обозначение	Величина
1	Удельная холодильная мощность воздухоохладителя, кВт/кг	q_v	
2	Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	q_v	
3	Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг	q_c	
4	Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг	$q_{ф}$	

Таблица 23 Параметры воздуха и воды в точка диаграммы тёплого периода с утилизацией тепла

№ п/п	Наименование	Параметры воздуха				
		t, °С	φ, %	I, кДж/кг	d, г/кг с.в.	ρ, кг/м ³
1						
2	т.Н					
3	т.В					
4	т.П					
5	т.Р					
6	т.У					
7	т.О					

4.1.4 Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование с утилизацией теплоты

Удельная холодильная мощность воздухоохладителя, кВт/кг

$$q_{воу} = g_v \cdot (I_p - I_o), \quad (4.6)$$

При расчёте принимаем расход воздуха $g_v = 1$ кг/с

Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг

$$q_{вну} = g_v \cdot (I_p - I_o) \quad (4.7)$$

Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг

$$q_{цку} = g_v \cdot (I_v - I_p) \quad (4.8)$$

Удельная тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт/кг

$$q_{рт} = g_p \cdot (I_n - I_p) \quad (4.9)$$

Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг

$$q_{ф} = g_{ф} \cdot (I_v - I_p) \quad (4.10)$$

Удельная холодильная мощность чиллера, кВт/кг

$$q_{чу} = q_{во} + q_{ф} \quad (4.11)$$

Экономия холодильной мощности воздухоохладителя, %

$$\Delta q_{во} = (q_{во} - q_{воу}) / q_{во} \cdot 100 \quad (4.12)$$

Экономия холодильной мощности чиллера, %

$$\Delta q_{ч} = (q_{ч} - q_{чу}) / q_{ч} \cdot 100 \quad (4.13)$$

Результаты расчёта занести в таблицу 24.

Таблица 24 Результаты расчёта удельных тепловых мощностей оборудования в тёплый период с утилизацией тепла

№	Наименование, размерность	Обозначение	Величина
1	Удельная холодильная мощность воздухоохладителя, кВт/кг,	q _в	
2	Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	q _в	
3	Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг	q _ц	
4	Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг	q _ф	
5	Удельная тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт/кг	q _р	
6	Экономия холодильной мощности воздухоохладителя, %	Δq _{во}	
7	Экономия холодильной мощности чиллера, %	Δq _ч	

4.1.5 Расчёт тепловых нагрузок в СКВ с утилизацией теплоты в летний период

Расход приточного воздуха в летний период $V_{пр}$, м³/ч

$$V_{пр} = Q_T / (I_B - I_{п}) \cdot (3600 / \rho), \quad (4.14)$$

где $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха.

Расход наружного воздуха V_H определяется по санитарным нормам, м³/час

$$V_H = n_{л} \cdot g_H \quad (4.15)$$

Расчет тепловой мощности аппаратов центрального кондиционера, кВт:

Тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт

$$Q_{РТ} = V_H \cdot \rho / 3600 \cdot (I_H - I_p) \quad (4.16)$$

Тепловая мощность воздухоохладителя, кВт

$$Q_{ВО} = V_H \cdot \rho / 3600 \cdot (I_p - I_O) \quad (4.17)$$

Тепловая мощность воздухонагревателя второго подогрева, кВт

$$Q_{ВН} = V_H \cdot \rho / 3600 \cdot (I_{п} - I_O) \quad (4.18)$$

Теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт

$$Q_{ЦК} = V_H \cdot \rho / 3600 \cdot (I_B - I_{п}) \quad (4.19)$$

Тепловая мощности фанкойла, кВт:

$$Q_{Ф} = Q_T - Q_{ЦК} \quad (4.20)$$

Холодильная мощность чиллера, кВт

$$Q_{ч} = Q_{ВО} + Q_{Ф} \quad (4.21)$$

Расход воздуха через фанкойл, м³/ч

$$V_{Ф} = Q_{Ф} / (I_B - I_{п}) \cdot 3600 / \rho \quad (4.22)$$

Расход холодной воды на воздухоохладитель центрального кондиционера, м³/ч

$$V_{ФЧ} = Q_{ВО} / ((t_{в02} - t_{в01}) \cdot c_{вод} \cdot \rho_{вод} / 3600) \quad (4.23)$$

Расход горячей воды на второй воздухонагреватель, м³/ч

$$V_{ВН2} = Q_{ВН2} / ((t_{вн2} - t_{вн1}) \cdot c_{вод} \cdot \rho_{вод} / 3600) \quad (4.24)$$

Расход конденсата в воздухоохладителе, кг/ч

$$W_{ВО} = V_H \cdot \rho \cdot (d_p - d_O) \quad (4.25)$$

Расход конденсата в фанкойле, кг/ч

$$W_{Ф} = V_{Ф} \cdot \rho \cdot (d_B - d_{п}) \quad (4.26)$$

Таблица 25 Результаты расчёта удельных тепловых мощностей оборудования в тёплый период с утилизацией тепла

№	Наименование, размерность	Обозначение	Величина
1	Холодильная мощность воздухоохладителя, кВт/кг,	Q _{во}	
2	Тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	Q _{вн}	
3	Теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг	Q _ц	
4	Холодильная мощность фанкойла, кВт/кг	Q _ф	
5	Тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт/кг	Q _{рт}	

По полученным результатам подбирается фанкойл для данного помещения.

4.1.6 Результаты расчета СКВ с утилизацией теплоты в тёплый период

Результаты расчета процессов по каждому из помещений сводятся в итоговую таблицу 26.

Таблица 26 Результаты расчёта процессов по каждому помещению

По-ме-	$V_{пр}$, м ³ /ч	V_H , м ³ /ч	$V_{Ф}$, м ³ /ч	$V_{ЦКЧ}$, м ³ /ч	$V_{ФЧ}$, м ³ /ч	Q _{рт} , кВт	Q _{во} , кВт	Q _{вн} , кВт	Q _ц , кВт	Q _ф , кВт	Q _ч , кВт
--------	------------------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

ще- ние											
1.1											
1.2											
1.3											
Ито го											

4.2 Расчёты СКВ для холодного периода года

4.2.1 Построение процессов обработки воздуха в холодный период

В холодный период года наружный воздух в центральном кондиционере нагревается, увлажняется с охлаждением и нагревается (процессы Н-К-О-П) затем подается через воздухораспределители в помещение компенсируя часть тепловой нагрузки помещения. Оставшуюся часть тепловой нагрузки компенсирует фанкойл, который доводит воздух до состояния приточного воздуха (процесс В-П). При утилизации теплоты удаляемого воздуха в центральном кондиционере наружный воздух дополнительно охлаждается в рекуперативном теплообменнике (процесс Н-Р). При этом удаляемый воздух нагревается (процесс В-У). Необходимо рассчитать экономию холодильной мощности на 1 кг воздуха/с в схеме с рекуператором.

В первом приближении в расчёте не учитывается нагрев воздуха в вентиляторах и нагрев удаляемого воздуха в помещении.

- 1) По принятым температуре и теплосодержанию наружного воздуха на диаграмму наносится т.Н;
- 2) По принятым температуре и относительной влажности воздуха в помещении на диаграмму наносится т.В;
- 3) Определяется значение луча процесса в помещении ϵ . Линия луча процесса проводится через точку В;
- 4) Приняв рабочую разность температур при подаче воздуха в помещении $\Delta t = (t_v - t_p)$ определяется значение t_p и на линии с противоположной стороны луча процесса устанавливается т.П;
- 5) На пересечении линии луча процесса и линии $\phi = 1$ определяется т. W. Точка W определяет температуру воды, выходящую из водоохлаждающей машины (чиллера) и поступающую в оросительную камеру (ОК) центрального кондиционера (ЦК) и теплообменник (ТО) фанкойла (Ф);
- 6) По линии d_p на пересечении с линией относительной влажности $\phi = 0,9$ определяется т.О;
- 7) От т.О проводится линия постоянной энтальпии до пересечения с линией d_n получаем т.К;
- 8) Проведём линию от т.К до через т.О до линии насыщенного воздуха получим т.М и температуру воды и мокрого термометра;
- 9) Рассчитываем I_p и на пересечении линии изоэнтальпии с линией d_n находим т.Р;
- 10) Рассчитываем среднюю температуру холодного воздуха t_p и на пересечении изоэнтальпии с линией насыщенного воздуха и находим положение точки конденсата удаляемого воздуха т.Т;
- 11) Рассчитываем энтальпию I_u и на пересечении линии изоэнтальпии и линии процесса охлаждения удаляемого воздуха находим т.У.

Процессы:

- 1) НР – процесс нагрева воздуха в рекуператоре центрального кондиционера;
- 2) ВУ – процесс охлаждения и осушения удаляемого воздуха;
- 3) НК – процесс нагрева воздуха в воздухоохладителе;
- 4) КО – процесс охлаждения и увлажнения воздуха в оросительной камере центрального кондиционера (адиабатическое увлажнение воздуха);
- 5) ОП – процесс нагрева воздуха во втором воздухонагревателе центрального кондиционера;
- 6) ВП – процесс охлаждения и осушение рециркуляционного воздуха в теплообменнике фанкойла;
- 7) ПВ – процесс смешения подаваемого воздуха из центрального кондиционера с воздухом в помещении и процесс смешения подаваемого воздуха из фанкойла в помещение.

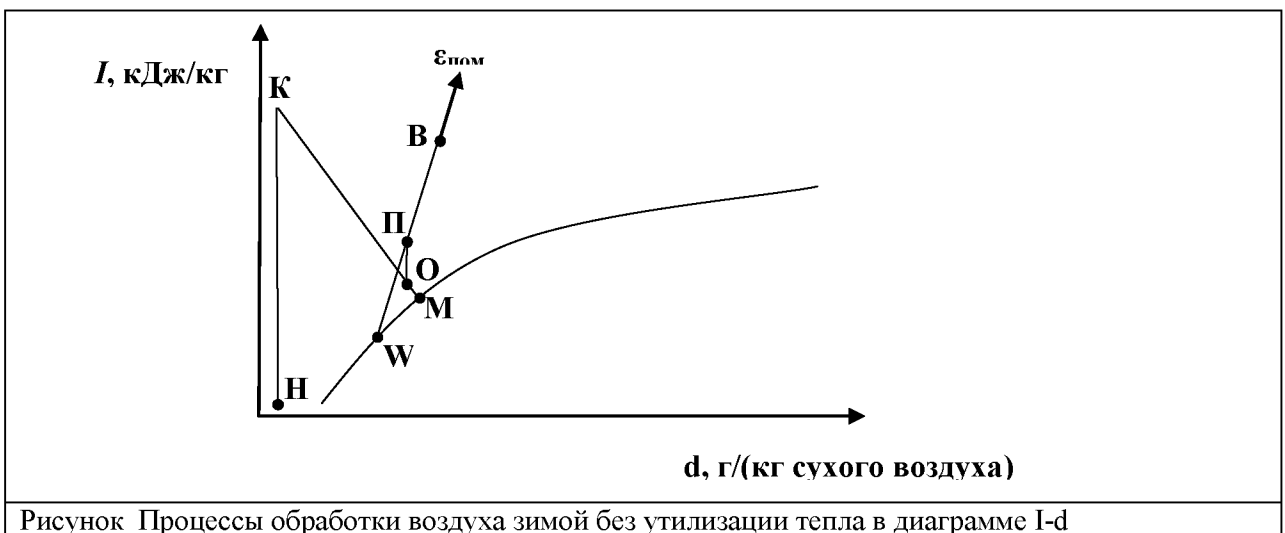


Рисунок Процессы обработки воздуха зимой без утилизации тепла в диаграмме I-d

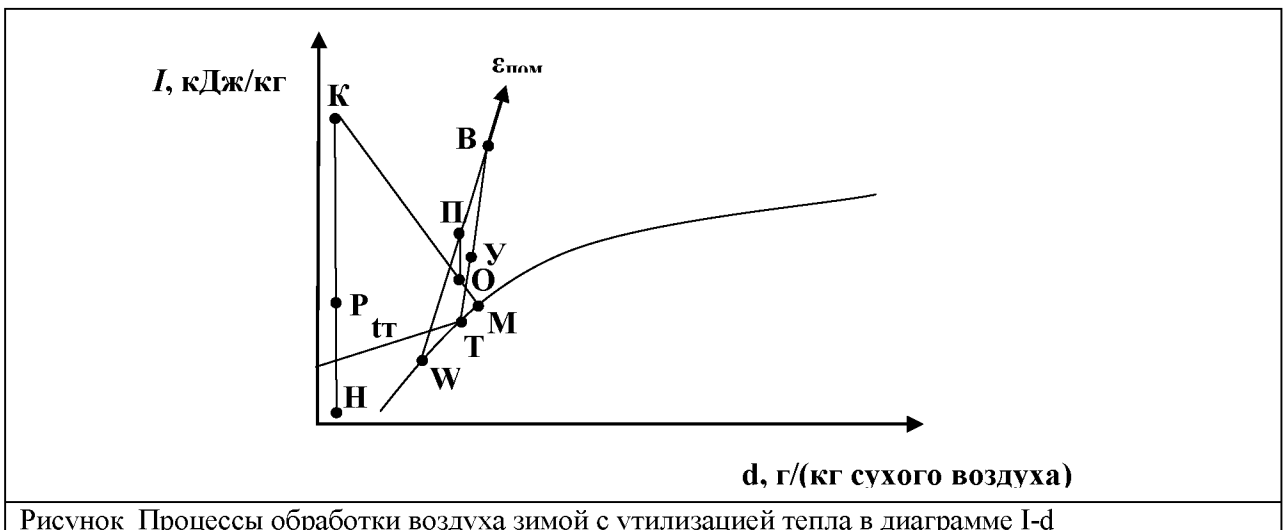


Рисунок Процессы обработки воздуха зимой с утилизацией тепла в диаграмме I-d

4.2.2 Расчет параметров воздуха при обработке воздуха в холодный период

Таблица 27 Исходные данные для холодного режима:

№ п/п	Наименование	Обозначение	Величина
1	Барометрическое давление, кПа	P_6	
2	Температура наружного воздуха, °С	t_n	

3	Относительная влажность наружного воздуха, %	φ_n	
4	Теплосодержание наружного воздуха, кДж/кг	I_n	
5	Влагосодержание наружного воздуха, г/кг с.в.	d_n	
6	Плотность наружного воздуха, кг/м ³	ρ_n	
7	Температура воздуха в помещении, °С	t_b	
8	Относительная влажность воздуха в помещении, %	φ_b	
9	Влагосодержание воздуха в помещении, г/кг с.в.	d_b	
10	Теплосодержание воздуха в помещении, кДж/кг	I_b	
11	Плотность воздуха в помещении, кг/м ³	ρ_b	
12	Температура воды на входе в теплообменник фанкойла, °С	t_w	
13	Тепловая нагрузка в помещении, кВт	Q_t	
14	Влажностная нагрузка в помещении, кг/ч	W	
15	Угловой коэффициент в помещении, кДж/кг	$\epsilon_{пом}$	
16	Количество людей в помещении	$n_{л}$	
17	Норма подачи свежего воздуха на 1 человека, м ³ /ч	g_n	
18	Расход наружного воздуха в помещение, м ³ /ч	V_n	

Таблица 28 Параметры воздуха и воды в точках диаграммы холодного периода без утилизации теплоты

№ п/п	Наименование	Параметры воздуха				
		t , °С	φ , %	I , кДж/кг	d , г/кг с.в.	ρ , кг/м ³
1						
2	т.Н					
3	т.В					
4	т.П					
5	т.О					
6	т.К					
7	т.М					
8	т.В					

4.2.3 Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование без утилизации теплоты

Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг

$$q_{вн} = g_v \cdot (I_k - I_n) \quad (4.27)$$

Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг

$$q_{цк} = g_v \cdot (I_b - I_p) \quad (4.28)$$

Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг

$$q_{ф} = g_{ф} \cdot (I_b - I_p) \quad (4.29)$$

Удельная холодильная мощность чиллера, кВт/кг

$$q_{ч} = q_{ф} \quad (4.30)$$

Таблица 29 Результаты расчёта удельных тепловых мощностей оборудования в холодный период без утилизации теплоты

№	Наименование, размерность	Обозначение	Величина
1	Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	q_v	
2	Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг	$q_{ц}$	
3	Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг	$q_{ф}$	

Таблица 30 Параметры воздуха и воды в точках диаграммы холодного периода с утилизацией теплоты

№ п/п	Наименование	Параметры воздуха
----------	--------------	-------------------

1		$t_{н}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{н}, \%$	$I_{н}, \text{кДж/кг}$	$d_{н}, \text{г/кг с.в.}$
2	т.Н				
3	т.В				
4	т.П				
5	т.О				
6	т.К				
7	т.М				
8	т.У				
9	т.Р				
10	т.Т				
11	т.У				

4.2.4 Расчёт удельных тепловых нагрузок на оборудование с утилизацией теплоты

Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг

$$q_{вн1у} = g_{в} \cdot (I_{к} - I_{р}) \quad (4.31)$$

Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг

$$q_{вн2у} = g_{в} \cdot (I_{п} - I_{о}) \quad (4.32)$$

Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг

$$q_{цку} = g_{в} \cdot (I_{в} - I_{п}) \quad (4.33)$$

Удельная тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт/кг

$$q_{рт} = g_{р} \cdot (I_{р} - I_{н}) \quad (4.34)$$

Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг

$$q_{фу} = g_{ф} \cdot (I_{в} - I_{п}) \quad (4.35)$$

Удельная холодильная мощность чиллера, кВт/кг

$$q_{чу} = q_{ф} \quad (4.36)$$

Экономия тепловой мощности воздухонагревателя, %

$$\Delta q_{вн} = (q_{вн} - q_{вну}) / q_{вн} \cdot 100 \quad 4.37$$

Таблица 30 Результаты расчёта удельных тепловых мощностей оборудования в холодный период с утилизацией тепла

№	Наименование, размерность	Обозначение	Величина
1	Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	$q_{вн1у}$	
2	Удельная тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	$q_{вн2у}$	
3	Удельная теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг	$q_{цку}$	
4	Удельная холодильная мощность фанкойла, кВт/кг	$q_{фу}$	
5	Удельная холодильная мощность чиллера, кВт/кг	$q_{чу}$	
6	Удельная тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт/кг	$q_{р}$	
7	Экономия тепловой мощности воздухонагревателя, %	$\Delta q_{вн}$	

4.2.5 Расчёт тепловых нагрузок в СКВ с утилизацией теплоты в холодный период

Расход приточного воздуха в зимний период $V_{пр}, \text{м}^3/\text{ч}$

$$V_{пр} = Q_{т} / (I_{в} - I_{п}) \cdot (3600 / \rho), \quad (4.38)$$

где ρ – плотность воздуха.

Расход наружного воздуха $V_{н}$ определяется по санитарным нормам, $\text{м}^3/\text{час}$

$$V_{н} = n_{л} \cdot g_{н} \quad (4.39)$$

Расчет тепловой мощности аппаратов центрального кондиционера, кВт:

Тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт

$$Q_{рт} = V_{н} \cdot \rho / 3600 \cdot (I_{р} - I_{н}) \quad (4.40)$$

Тепловая мощность первого воздухонагревателя, кВт

$$Q_{ВН1} = V_H \cdot \rho / 3600 \cdot (I_K - I_P) \quad (4.41)$$

Тепловая мощность второго воздухонагревателя, кВт

$$Q_{ВН2} = V_H \cdot \rho / 3600 \cdot (I_{П} - I_O) \quad (4.42)$$

Теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг

$$Q_{ЦК} = V_H \cdot (\rho / 3600) \cdot (I_B - I_{П}) \quad (4.43)$$

Холодильная мощность фанкойла, кВт:

$$Q_{Ф} = Q_T - Q_{ЦК} \quad (4.44)$$

Холодильная мощность чиллера, кВт

$$Q_{ч} = Q_{Ф} \quad (4.45)$$

Расход воздуха через фанкойл, м³/ч

$$V_{Ф} = Q_{Ф} / (I_B - I_{П}) \cdot (3600 / \rho) \quad (4.46)$$

Расход холодной воды на фанкойл от чиллера, м³/ч

$$V_{Фч} = Q_{Ф} / ((t_{Фч2} - t_{Фч1}) \cdot c_{вод} \cdot \rho_{вод} / 3600) \quad (4.47)$$

Расход горячей воды на первый воздухонагреватель, м³/ч

$$V_{ВН1} = Q_{ВН1} / ((t_{ВН2} - t_{ВН1}) \cdot c_{вод} \cdot \rho_{вод} / 3600) \quad (4.48)$$

Расход горячей воды на второй воздухонагреватель, м³/ч

$$V_{ВН2} = Q_{ВН2} / ((t_{ВН2} - t_{ВН1}) \cdot c_{вод} \cdot \rho_{вод} / 3600) \quad (4.49)$$

Расход водопроводной воды на подпитку в оросительную камеру, м³/ч

$$V_{ор} = V_H \cdot \rho \cdot (d_O - d_K) \cdot 1000 / \rho_{вод} \quad (4.50)$$

Таблица 31 Результаты расчёта тепловых мощностей оборудования в зимний период с утилизацией тепла

№	Наименование, размерность	Обозначение	Величина
1	Тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	Q _{ВН1}	
2	Тепловая мощность воздухонагревателя, кВт/кг	Q _{ВН2}	
3	Теплота, отводимая из помещения центральным кондиционером, кВт/кг	Q _{ЦК}	
4	Холодильная мощность фанкойла, кВт/кг	Q _Ф	
5	Тепловая мощность рекуперативного теплообменника, кВт/кг	Q _{рт}	

По полученным результатам проверяется фанкойл для данного помещения.

4.2.6 Результаты расчета СКВ с утилизацией теплоты в холодный период

Результаты расчета процессов по каждому из помещений сводятся в итоговую таблицу. После расчета процессов для всех помещений, суммируются все расходы наружного воздуха, тем самым определяется необходимая производительность по воздуху центрального кондиционера, м³/ч:

$$V_{ЦК} = \Sigma V_H \quad (4.51)$$

Таблица 32 Результаты расчёта процессов по каждому помещению

Помещение	V _{пр} , м ³ /ч	V _н , м ³ /ч	V _ф , м ³ /ч	V _{фч} , м ³ /ч	V _{ор} , м ³ /ч	Q _{рт} , кВт	Q _{ВН1} , кВт	Q _{ВН2} , кВт	Q _{КЦ} , кВт	Q _Ф , кВт	Q _ч , кВт
1.1											
1.2											
1.3											
Итого											

5 Подбор фанкойлов

Подбор фанкойла проводится для тёплого периода так, чтобы полученные значения V_f и Q_f были максимально приближены к значениям в каталоге.

Результаты подбора вносятся в таблицу.

Таблица 33 Результаты подбора фанкойлов для каждого помещения

№ пом	Расчётные значения		Действительные значения		Фанкойл
	V_f расч, м ³ /ч	Q_f расч, кВт	V_f действ, м ³ /ч	Q_f действ, кВт	
1.1					
1.2					

Фанкойлы можно подобрать, например, из каталога на сайте магазина холодильного оборудования <http://shop.cliona.ru/> или из каталогов других сайтов. Фанкойлы выпускают фирмы: Carrier, YORK, Daikin, Rhoss, Royal Clima, Clint, TRANE, Green Air, MDV, General Climate, Aerotek, McQuay,

6 Подбор центрального кондиционера

Подбор центрального кондиционера делаем по суммарному расходу наружного воздуха. Напор вентилятора подобранного кондиционера должен скомпенсировать потери напора по магистрали.

Для подбора центрального кондиционера и его элементов воспользуемся программой фирмы «Вега».

Можно использовать и другое программное обеспечение, например, Climacal фирмы Yanka engineering, ASTRA фирмы Daikin, D-AHU Professional фирмы Daikin.

Элементы кондиционера:

Клапан, фильтры, рекуперативный теплообменник, воздухонагреватели, промежуточная камера для монтажа, воздухоохладитель, оросительная камера, вентилятор. Нагрев воздуха в воздухонагревателе в зимний период происходит с помощью центральной системы отопления. Летом воздухонагреватель второго подогрева нагревается водой из индивидуального газового водогрейного котла. Охлаждение воздуха в воздухоохладителе происходит с помощью воды, охлаждаемой чиллером. Теплообменники фанкойла также охлаждаются водой из чиллера.

Техническую характеристику подобранного кондиционера необходимо привести в приложении к пояснительной записке. В записке должны быть приведены характеристики оборудования и зависимость потери давления вентилятора от расхода воздуха с учётом потери напора в воздуховодах.

7 Подбор чиллера

Подбор чиллера проводим по холодильной мощности чиллера.

Чиллеры можно подобрать, например, из каталога на сайте магазина холодильного оборудования <http://shop.cliona.ru/> или из каталогов других сайтов. Чиллеры выпускают фирмы: Hitachi, Clivet, Geoclima, Aerotek, MDV, Carrier, YORK

В пояснительной записке необходимо привести основные технические характеристики чиллера.

Для холодоснабжения фанкойлов и воздухоохладителя центрального кондиционера следует применять холодильные машины с регулируемой холодопроизводительностью, обеспечивающей расчетную температуру холодной воды на выходе из испарителя.

При проектировании систем холодоснабжения с использованием в холодный период года сухих охладителей следует предусматривать их совместную последовательную работу с холодильными машинами в интервале температур наружного воздуха от 5 °С до минус 5 °С.

Водяные системы холодоснабжения следует проектировать, как правило, с баком-аккумулятором, обеспечивающим включение и выключение компрессора не более четырех раз в течение одного часа.

Для систем оборотного водоснабжения следует, как правило, применять закрытые вентиляторные градирни и поверхностные вентиляторные градирни. Открытые вентиляторные градирни допускается применять для работы в теплый период года.

Расчет закрытых вентиляторных градирен следует выполнять на максимальную тепловую нагрузку в теплый период года и на нагрузку при температуре наружного воздуха 6 °С - 8 °С при отключенной системе орошения теплообменника (сухой режим).

Параметры наружного воздуха для расчета конденсаторов с воздушным охлаждением и вентиляторных градирен следует принимать с учетом места их размещения (в тени, на солнце, на плоской кровле вблизи крыш или стен и др.), но не менее расчетных параметров наружного воздуха для обслуживаемых систем.

В жилых зданиях, зданиях здравоохранения и социального обслуживания населения (стационарах), детских учреждениях и гостиницах не допускается размещать холодильные установки с хладагентом хладон производительностью по холоду одной единицы оборудования более 200 кВт в помещениях, если над их перекрытием или под полом имеются помещения с массовым постоянным или временным (кроме аварийных ситуаций) пребыванием людей. Холодильные машины и вентиляторные градирни допускается размещать на кровле зданий, исключая возможность попадания выбрасываемого воздуха в приемные устройства наружного воздуха. В помещении холодильных установок следует предусматривать общеобменную вентиляцию, рассчитанную на удаление избытков теплоты. При этом следует предусматривать системы вытяжной вентиляции с механическим побуждением, обеспечивающие при применении:

- а) хладонов - не менее 3 воздухообменов в 1 ч, а при аварии - 5 воздухообменов в 1 ч;

Устье выхлопных труб для выброса хладона вверх из предохранительных клапанов следует предусматривать не менее чем на 2 м выше окон, дверей и воздухоприемных отверстий и не менее чем на 5 м - выше уровня земли. Выброс воздуха из систем вентиляции в жилых, общественных и административных зданиях согласно ГОСТ Р ЕН 13779 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования» следует размещать на расстоянии: не менее 8 м от соседних зданий; не менее 2 м до приемного устройства наружного воздуха, расположенного на той же стене; приемное устройство наружного воздуха должно быть, как правило, ниже устройства для выброса воздуха.

8 Подбор насосных станций

Необходимо подобрать насосную станцию и привести схему трубопроводов и оборудования.

Гидромодуль (насосная станция) состоит из насосов и баков и обеспечивает поступление теплоносителя из чиллера в фанкойлы и обратно. Обычно теплоносителем для системы чиллер-фанкойлы служит вода. В жилых зданиях не допускается применение растворов.

Насосная станция состоит из следующего оборудования:

1. Циркуляционный насос: обеспечивает нужное давление воды в системе трубопроводов при заданном ее расходе.

2. Расширительный бак: служит для компенсации температурного расширения / сжатия теплоносителя. Расширительный бак - это емкость, разделенная подвижной металлической мембраной на две части. В одной части находится азот, другая часть включается в гидравлическую систему с теплоносителем. При изменении температуры теплоносителя, занимаемый им объем также изменяется. Эти колебания компенсируются за счет движения мембраны в расширительном баке.
3. Запорная арматура (вентили): для отсекаания части системы на время сервисного обслуживания, слива / залива теплоносителя, выпуска воздуха и т.п.
4. Накопительный бак. Поскольку тепловая нагрузка изменяется в зависимости от времени суток или сезона, то возникают периоды времени, когда холодильная мощность чиллера существенно превышает реальную потребность. В этом случае чиллер начинает работать короткими импульсами, включаясь и выключаясь. Частые пуски компрессора приводят к его быстрому износу и заметному уменьшению срока службы. Что бы этого избежать, в систему иногда устанавливают аккумулирующий бак, объем которого рассчитывается исходя из возможных тепловых нагрузок и количества теплоносителя в системе. В этом случае суммарный объем и теплоемкость теплоносителя увеличивается, благодаря чему интервалы между включением / выключением компрессора возрастают.
5. Система управления и предохранители: управляют работой гидромодуля, контролируют режимы ее работы, сигнализируют и отключают систему в случае возникновения опасной ситуации (повышение давления в гидравлической системе, возникновении риска замерзания воды и т.д.)

Фирмой CLIVET выпускаются насосные станции различной производительности, представляющие собой единый агрегат, включающий в себя все перечисленные ниже элементы. Станции оснащены всей необходимой автоматикой для управления и контроля ее работы. Поэтому монтаж насосных станций максимально упрощен и может быть выполнен в кратчайшее время.

9 Энергоэффективность жилого здания

Энергоэффективность зданий характеризуется показателями годовых удельных величин расхода энергетических ресурсов в здании, в том числе: нормируемых показателей суммарных удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование, внутреннее тепло- и холодоснабжение, горячее водоснабжение и др.; показателей удельного годового расхода электрической энергии указанными системами. Класс энергетической эффективности для жилых и общественных зданий и соответственно нормируемые удельные показатели тепловой энергетической эффективности согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» следует устанавливать в задании на проектирование.

Энергетический паспорт проекта здания разрабатывает проектная организация в составе раздела «Энергоэффективность».

Энергоэффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования следует обеспечивать за счет выбора энергоэффективных схемных решений, оптимизации управления системами:

- 1) применение в жилых зданиях двухтрубных поквартирных систем отопления с индивидуальным учетом теплоты;
- 2) установка термостатов и радиаторных измерителей теплоты на отопительных приборах для вертикальных систем отопления;

- 3) применение приточно-вытяжных вентиляционных систем с механическим побуждением, с утилизацией теплоты удаляемого воздуха;
- 4) применение при централизованном кондиционировании воздуха в многоквартирных жилых домах хладоновых мультизональных систем.

В записке указать за счёт чего повышается энергоэффективность жилого здания.

10 Противодымная вентиляция

Системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий (далее - противодымной вентиляции) следует предусматривать для блокирования и (или) ограничения распространения продуктов горения в помещения зон безопасности, по путям эвакуации людей (населения и персонала зданий) и путям следования пожарных подразделений при выполнении работ по спасению людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании.

Системы противодымной вентиляции должны быть автономными для каждого пожарного отсека, кроме систем приточной противодымной вентиляции, предназначенных для защиты лестничных клеток и лифтовых шахт, сообщающихся с различными пожарными отсеками.

Системы приточной противодымной вентиляции должны применяться только в необходимом сочетании с системами вытяжной противодымной вентиляции. Обособленное применение систем приточной противодымной вентиляции без устройства соответствующих систем вытяжной противодымной вентиляции не допускается.

Системы вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления следует предусматривать отдельными для разных пожарных отсеков, а также для групп помещений, размещенных в пределах одного пожарного отсека, согласно 6.6-6.8.

11 Воздухораспределение

Существует два основных типа воздухораспределения: перемешиванием и вытесняющая вентиляция. В первом случае и подача и забор воздух производится из верхней зоны. Вытесняющая вентиляция более эффективна, подача воздуха происходит прямо в рабочую зону с низкой скоростью, забор же из верхней. Такая вентиляция сопряжена с большими затратами на воздухораспределители.

Необходимо определить мероприятия для допустимого воздухораспределения.

12 Аэродинамический расчет системы приточной вентиляции. Подбор воздуховодов

В данном разделе следует привести расчетные схемы и расчетные таблицы (таблица расчета потерь давления по участкам и таблица расчета местных сопротивлений), как минимум, для одной приточной системы с механическим побуждением, одной вытяжной механической системы с механическим побуждением, и одной вытяжной системы с естественным побуждением.

В качестве расчетной приточной системы с механическим побуждением следует выбирать наиболее разветвленную систему, обслуживающую вспомогательные помещения, которая содержит, как правило, много участков [27].

Для определения потерь на трение можно пользоваться таблицами, имеющимися в любом справочнике. Для выбора значений местных сопротивлений лучше иметь под рукой два справочника проектировщика (под ред. И.Г. Староверов [28] и Р.В. Щекина [29]), так как это позволяет расширить перечень типов местных сопротивлений, из которого можно выбрать наиболее близкое к расчетной ситуации.

Справочник проектировщика под редакцией И.Г. Староверова более универсален, так как предназначен для проектирования вентиляции как гражданских, так и промышленных зданий. Справочник же Р.В. Щекина ориентирован на проектирование вентиляции исключительно гражданских зданий, и в некоторых случаях содержит полезную дополнительную информацию.

В системах кондиционирования воздуха распределение воздуха осуществляется по более или менее сложной системе воздуховодов. Воздухораспределительная сеть должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать производительность по воздуху,
- иметь скорость потока воздуха удовлетворяющим требованиям санитарных норм,
- иметь минимальные потери напора,
- иметь уровень шума, не превышающий допустимого по санитарным нормам,
- быть герметичной,
- при необходимости воздуховоды должны иметь соответствующую теплоизоляцию, звукоизоляцию и пароизоляцию,
- иметь по возможности минимальные размеры.

Системы воздушных коммуникаций классифицируются по скорости потока воздуха и по рабочему давлению.

Классификация по скорости подразделяет воздуховоды на малоскоростные (скорость воздуха до 13 м/с), и высокоскоростные (от 13 до 25 м/с).

Классификация по давлению подразделяет их на воздуховоды низкого давления (потери напора до 900 Па), среднего давления (от 900 до 1700 Па) и высокого давления (1700 – 3000 Па). Для небольших помещений применяются воздуховоды, как правило, низкоскоростные и низкого давления.

Установки высокоскоростные и высокого давления применяются в больших зданиях, особенно в зданиях повышенной высотности, так как дают большие преимущества при минимизации сечений вентиляционных каналов. Проблема использования таких воздуховодов заключается в их повышенной шумности, зависящей от скорости потока воздуха.

Общее давление, создаваемое вентилятором, представляет собой сумму статического и динамического давления и должно соответствовать общим потерям напора на пути движения воздуха. Такие потери напора возникают за счет трения воздуха о стенки воздуховода, из-за изгибов и поворотов, изменения сечения воздуховода и т.д. Все эти потери должны быть уравновешены общим давлением, создаваемым вентилятором. Указанные потери напора влияют в значительной мере на потребление электроэнергии вентилятором, поэтому целесообразно вести проектирование воздуховодов и осуществлять их монтаж по возможности с меньшим количеством изгибов, поворотов и изменений сечения.

Согласно нормам для воздуховодов круглого сечения приняты следующие диаметры: 100, 110, 125, 160, 200, 250, 280, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1400, 1600 мм. Для воздуховодов прямоугольного сечения, выполненных из стального листа толщиной 0,7 мм, приняты следующие размеры: 160x100, 160x160, 160x200, 200x200, 250x200, 250x250, 400x200, 400x250, 400x400, 500x250. Для воздуховодов прямоугольного сечения, изготовленных из стального листа толщиной 1мм, приняты размеры от 500x400 до 2000x1600 мм (13 размеров)

Расчет сети воздуховодов сводится к определению потерь давления в воздуховодах при данном расходе воздуха.

Площадь поперечного сечения воздуховода определяют по формуле, м²:

$$F_B = V_B / v, \quad (12.1)$$

где

F_B - площадь поперечного сечения воздуховода, м²,

V_B - количество воздуха, подаваемого или удаляемого через воздуховод, м³/с,

v - скорость движения воздуха в воздуховоде, м/с.

Таблица 34 Рекомендуемая максимальная скорость воздуха в каналах низкого давления

Применение	Ограничивающие условия				
	Бесшумность	Низкие потери напора			
		Магистральные каналы	Главные каналы		Ответвления
	Приточный		Вытяжной	Приточный	Вытяжной
Жилые здания	3	5	4	3	3
Квартиры, номера в гостиницах	5	7,5	6,5	6	5
Учреждения	6	8	6,5	6	5
Рестораны	7	9	7	7	6
Супермаркеты	8	9	7	7	6

Скорость движения воздуха в воздуховодах, по которым поступает воздух от кондиционера к воздухораспределительным каналам составляет 10—12 м/с, в ответвлениях и воздухораспределительных каналах — до 6 м/с, в приточных и вытяжных решетках, расположенных в верхней зоне помещений - до 4 м/с, в приточных и вытяжных решетках, расположенных в нижней зоне помещений, - не более 1,5—2 м/с.

Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителей принята 1 м/с.

Зная Fv , рассчитывают диаметр воздуховода круглого сечения:

$$d = \sqrt{\frac{4Fv}{\pi}}, \quad (12.2)$$

где

d - диаметр воздуховода круглого сечения, м.

По расчетному d принимают ближайший по значению нормируемый диаметр воздуховода.

Для воздуховодов прямоугольного сечения за величину d принимают эквивалентный диаметр $d_{\text{э}}$ такого условного воздуховода круглого сечения, в котором сопротивление движению воздуха в результате трения равно сопротивлению движения воздуха вследствие трения в воздуховоде той же длины прямоугольного сечения. Следовательно, $d_{\text{э}}$ - это диаметр, эквивалентный по скорости движения воздуха в воздуховоде. Поэтому необходимо иметь в виду, что в воздуховоде прямоугольного сечения и соответствующем ему воздуховоде круглого сечения, диаметр которого $d_{\text{э}}$, при равенстве скорости движения воздуха, количества воздуха не одинаковы.

Диаметр эквивалентный $d_{\text{э}}$ рассчитывают по формуле, м:

$$d_{\text{э}} = \frac{2Fv}{b+a} = \frac{2ba}{b+a}, \quad (12.3)$$

где

b, a - соответственно ширина и высота воздуховода (или воздухораспределительного канала), м

Размерами поперечного сечения (шириной и высотой) воздуховода предварительно задаются. При этом учитывают нормируемые размеры воздуховодов прямоугольного сечения.

Сопротивление движению воздуха в воздуховодах определяют по формуле, Па:

$$\Delta P_v = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{мс}} + \Delta P_{\text{дин}}, \quad (12.4)$$

где

$\Delta P_{в}, \Delta P_{тр}, \Delta P_{мс}, \Delta P_{дин}$ - сопротивление движению воздуха в воздуховодах, в результате трения его о стенки воздуховодов и взаимного трения частиц воздуха, при изменении его скорости движения или направления (в местных сопротивлениях — диффузорах, решетках, поворотах, ответвлениях и т.п.), на выходе его из воздуховыпускных отверстий с заданной скоростью (динамическое давление), Па.

Сопротивления $\Delta P_{в}, \Delta P_{тр}, \Delta P_{мс}, \Delta P_{дин}$ рассчитывают по формулам, Па:

$$\Delta P_{тр} = \lambda_{тр} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (12.5)$$

$$\Delta P_{мс} = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (12.6)$$

$$\Delta P_{дин} = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (12.7)$$

где

$\lambda_{тр}$ - безразмерный коэффициент трения воздуха о стенки воздуховода;

l - длина воздуховода (воздухораспределительного канала), м;

ξ - безразмерный коэффициент местного сопротивления (Приложение 5).

Зависимость $\lambda_{тр}$ от диаметра воздуховода (для воздуховодов круглого сечения) и от эквивалентного диаметра (для воздуховодов прямоугольного сечения) приведена на рис. 1.

Коэффициент $\lambda_{тр}$ можно определить аналитически по формуле:

$$\lambda_{тр} = 0,0576 \cdot d^{-0,215}, \quad (12.8)$$

где

d - диаметр воздуховода, мм.

Расчет начинается с вычерчивания схемы воздуховода. На схеме указываются порядковые номера каждого расчетного участка, количество воздуха V_{oi} , м³/с, и длину каждого участка воздуховода, м.

Задаются оптимальной скоростью воздуха (согласно табличным данным), определяют сечение или диаметр воздуховода, а также соответствующие потери давления.

Перед производством аэродинамического расчета сети воздуховодов должна быть проделана некоторая подготовительная работа.

Эта работа обычно состоит из следующих операций:

1. Трассировка сети. На планы этажей наносится все оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха, намечаются места для выпуска воздуха в приточных системах, а также определяется местоположение всех воздуховодов.

2. Разработка аксонометрической схемы. После того, как уточнено расположение всей системы в объеме офиса, вычерчивается ее аксонометрическая схема, которая дает возможность получить все необходимые для расчета сети воздуховодов размеры и выявить места установки фасонных частей и их конфигурацию.

3. Нагрузка аксонометрической схемы и разбивка ее на участки. Под нагрузкой схемы понимается определение количеств воздуха, перемещающихся во всех воздуховодах системы.

Поскольку аэродинамический расчет воздуховодов выполняется после таких этапов проектирования, как определение воздухообменов, разработка принципиальной схемы и подбор оборудования, найти количества воздуха не представляет особого труда.

После того как аксонометрическая схема нагружена, она разбивается на участки. Участком считается часть воздуховода, в которой остаются неизменными расход и скорость воздуха.

Расчет сети воздухопроводов начинается с выбора магистрали. В качестве магистрали назначается наиболее напряженная трасса сети, находящаяся в самых невыгодных условиях в отношении потерь давления на преодоление сопротивлений. Этому требованию отвечают последовательно включенные участки (от забора до выброса), имеющие в совокупности наибольшие протяженность и нагрузку. Может оказаться, что эти два показателя не будут наблюдаться у одной и той же трассы, т. е. наиболее протяженная трасса окажется менее нагруженной, и наоборот. В этом случае выбор магистрали произвести труднее, но обычно в качестве таковой следует назначать более нагруженную трассу сети воздухопроводов.

После выбора магистрали выполняется аэродинамический расчет сети воздухопроводов. Естественно, что до этого должны быть определены диаметры участков, составляющих магистраль. Суммарные сопротивления всех этих участков дают величину давления, необходимого для перемещения расчетного количества воздуха в сети воздухопроводов. После расчета магистралей производится расчет ответвлений.

Аэродинамический расчет проводим в несколько этапов.

Построение разводки. Для чего определяем положение магистрального воздуховода, длины участков, величины расхода и скорости воздуха (рис. 5.2).

Нумерация участков и определение длины и расхода на каждом из них. Аксонометрическая схема участков см. рис. 5.3.

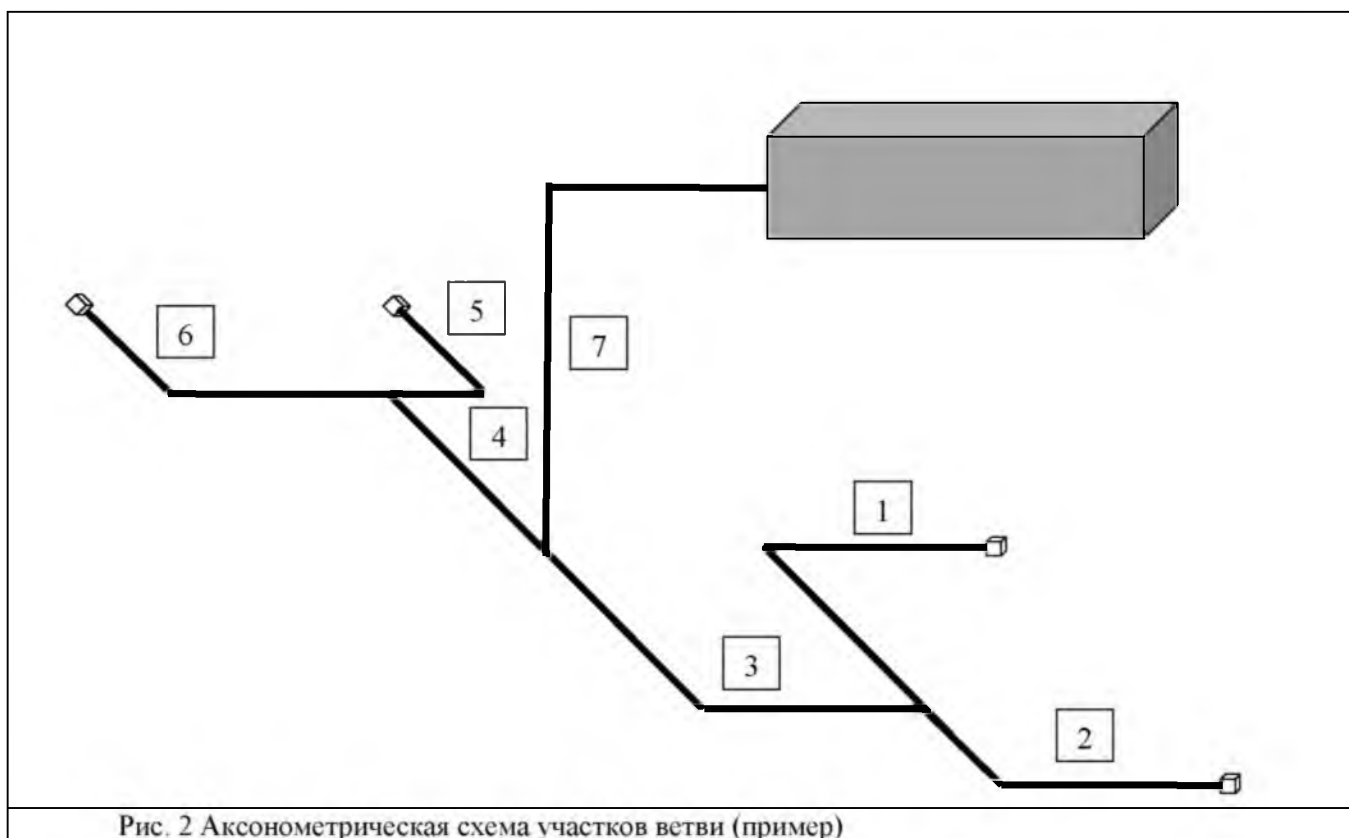


Рис. 2 Аксонометрическая схема участков ветви (пример)

Расчет потерь напора на каждом участке:

- а) задаемся рекомендуемой скоростью на участке;
- б) вычисляем эквивалентный диаметр каждого участка по формуле

$$d_{\text{экв}} = (4 \cdot V / (\pi \cdot w_{\text{рек}}))^{0,5}, \quad (12.9)$$

в) выбираем стандартный размер воздуховода так, чтобы он минимально отличался от расчетного;

г) рассчитываем действительную скорость по найденному новому эквивалентному диаметру:

$$w_{дейст} = V \cdot 4 / (\pi \cdot d_{дейст}^2), \quad (12.10)$$

д) для найденных форм сечений находим суммарный коэффициент местного сопротивления;

е) находим коэффициент трения на каждом участке по формуле:

$$\lambda_{тр} = 0,0576 \cdot d^{-0,215}, \quad (12.11)$$

где d – диаметр воздуховода, мм;

ж) считаем потери на трение на каждом участке по формуле:

$$\Delta P_{тр} = \lambda_{тр} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (12.12)$$

з) считаем потери на местных сопротивлениях:

$$\Delta P_{МС} = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (12.13)$$

и) считаем динамические потери на выходе из воздухораспределительной решетки:

$$\Delta P_{дин} = \frac{\rho \cdot v_0^2}{2}, \quad (12.14)$$

к) считаем общие потери на участке:

$$\Delta P_v = \Delta P_{тр} + \Delta P_{МС} + \Delta P_{дин}, \quad (12.15)$$

4) Определение невязок.

Потери напора в ветвях воздуховодов от центрального кондиционера до выхода в помещение равны. Например,

$$\Delta P_1 = \Delta P_2; \Delta P_5 = \Delta P_6, \quad (12.16)$$

На каждом этаже сопротивления равны

$$\Delta P_{1,3} = \Delta P_{2,3} = \Delta P_{5,4} = \Delta P_{6,4}, \quad (12.17)$$

При вычислении напора вентилятора необходимо рассчитать сопротивление для первого этажа и добавить сопротивление магистрального воздуховода до вентилятора

$$\Delta P_{возд} = \Delta P_{1,3,7} = \Delta P_{2,3,7} = \Delta P_{5,4,7} = \Delta P_{6,4,7}, \quad (12.18)$$

При проектировании принимаются размеры воздуховодов из ряда возможных размеров и поэтому скорости воздуха в воздуховодах отличаются от действительных и сопротивления каждой ветви различаются. Это приводит к изменению необходимых расходов воздуха в помещении. Задача проектировщика состоит в том, чтобы отклонение сопротивлений ветвей были минимальными. Для этого изменяются размеры воздуховодов или вводятся дополнительные сопротивления.

Таблица 35 Аэродинамический расчёт участков воздуховода

Участок	Длина, м	Расход, м ³ /ч	Скорость, м/с	Диаметр, м	Диаметр действительный, м	Скорость действительная, м/с	Плотность, кг/м ³	$\rho \cdot v^2 / 2$	Коэффициент трения	Kси	Потери на трение, Па	Потери местные, Па	Динамический напор, Па	Общие потери, Па	Невязка, Па
1															
2															
5															
6															

Заключение

Заключение является обязательным разделом ПЗ. Обычно в заключении подводятся итоги работы и указываются возможные пути совершенствования разрабатываемого объекта или продолжения выполненной работы.

В заключении к данному курсовому работу должны быть отражены и обобщены итоговые результаты выполненной работы, намечены дополнительные пути повышения показателей работы СКВ, эффективности СКВ.

Приложение 1 Нормативные данные, необходимые для выполнения расчётов

Таблица 1 - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции (СП 50.13330.2012 Теплов защита зданий)

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_{int} , Вт/(м ² ·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Окон	8,0
4. Зенитных фонарей	9,9

Таблица 2 - Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции (СП 50.13330.2012 Теплов защита зданий)

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, , Вт/(м ² ·°С)
1 Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2 Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3 Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4 Перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими, подпольями, не вентилируемых наружным воздухом	6

Таблица 3 Влажностный режим помещений зданий и сооружений в холодный период в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха (СП 50.13330.2012 Теплов защита зданий)

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре		
	до 12°С	св. 12 до 24°С	св. 24°С
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

Таблица 4 Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности СП 50.13330.2012 Теплов защита зданий)

Влажностный режим помещений (по табл. 1)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по приложению Б)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Таблица 5 Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий (СП 50.13330.2012 Теплов защита зданий)

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии				Расчетное массовое отношение влаги в материале (при условиях эксплуатации по прил. 2) w, %		Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по прил. 2)				
	Плотность γ_n , кг/м ³	Удельная теплоемкость $c_{0,3}$, кДж/(кг*°C)	Коэффициент теплопроводности $\lambda_{0,3}$, Вт/(м*°C)	Теплопроводность λ , Вт/(м*°C)			Теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м ² *°C)		Паропроницаемости μ , мг/(м*ч*Па)		
				А			Б	А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I. Бетоны и растворы											
<i>А. Бетоны на природных плотных заполнителях</i>											
Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03	
Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03	
<i>Б. Бетоны на природных пористых заполнителях</i>											
Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,54	9,30	0,075	
<i>В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>											
Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,50	12,33	0,090	
Шлакопемзопено и шлакопемзогазобетон	1600	0,84	0,47	8	11	0,63	0,70	9,29	10,31	0,09	
<i>Г. Бетоны ячеистые</i>											
Газо- и пенобетон газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11	
<i>Д. Цементные, известковые и гипсовые растворы</i>											
Цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,60	11,09	0,09	
Сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098	
Известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12	
Плиты из гипса	1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	6,01	6,70	0,098	
Листы гипсовые обшивочные (сухая штука турка)	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075	
II. Кирпичная кладка и облицовка природным камнем											
<i>А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>											
Глиняного обыкновенного	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,20	10,12	0,11	
Силикатного	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	9,77	10,90	0,11	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного</i>											
Керамического	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14	
Силикатного	1500	0,88	0,64	2	4	0,70	0,81	8,59	9,63	0,13	

В. Облицовка природным камнем

Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,70	0,06
Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
III. Дерево, изделия из него и других природных органических материалов										
Сосна и ель поперек волокон	500	2,30	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Сосна и ель вдоль волокон	500	2,30	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
Дуб поперек волокон	700	2,30	0,10	10	15	0,18	0,23	5,00	5,86	0,05
Дуб вдоль волокон	700	2,30	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,30
Фанера клееная	600	2,30	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные	1000	2,30	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
IV. Теплоизоляционные материалы										
<i>А. Минераловатные и стекловолокнистые</i>										
Маты минераловатные	125	0,84	0,056	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,30
Плиты из стеклянного штапельного волокна	50	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,44	0,50	0,60
Маты и полосы из стеклянного волокна	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,80	0,90	0,53
<i>Б. Полимерные</i>										
Пенополистирол	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05
Пенополистирол	40	1,34	0,038	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05
Пенопласт ПХВ-1	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23
Пенополиуретан	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,67	0,70	0,05
<i>В. Засыпки</i>										
Гравий керамзитовый	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	3,36	3,60	0,21
Песок для строительных работ	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
<i>Г. Пеностекло или газостекло</i>										
Пеностекло или газостекло	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02

Таблица 6 Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Здания и помещения	Наружные стены	Покрытия и чердачные перекрытия
Здания жилые, больницы родильные дома, детские сады, ясли и т.п.	6	4
Учебные помещения школ, поликлиники	6	4,5
Общественные здания и вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий	7	5,5

Таблица 7 Избыточная разность температур за счет солнечного излучения для наружных стен

Стена	Избыточная разность температур, t_c (в °С) при ориентации по сторонам горизонта									
	Ю			ЮВ	ЮЗ	В	З	СВ	СЗ	С
	Географическая широта									
	40°	50°	60°	от 40° до 60°						
Бетонная	5,9	8,0	9,8	8,8	10,0	9,8	11,7	5,1	5,6	0
Кирпичная	6,6	9,1	11,0	9,9	11,3	11,0	13,2	5,8	6,3	0
Побеленная известью или покрытая светлой штукатуркой	3,6	4,9	6,0	5,4	6,1	6,0	7,2	3,2	3,5	0
Покрыта штукатуркой с окраской в темные тона	5,1	7,1	8,5	7,7	8,8	8,5	10,2	4,5	4,9	0
Облицованная белыми глазурованными плитками	2,3	3,2	3,9	3,5	4,0	3,9	4,7	2,0	2,2	0

Таблица 8 Расчетные значения интенсивности солнечной радиации $q_{ср}$, (Вт/м²)

Характеристика остекленной поверхности.	Стороны света и широты					
	Ю			ЮВ - ЮЗ		
	35	45	55	35	45	55
1	2	3	4	5	6	7
Окна с двойным остеклением и деревянным переплетом.	125	140	140	100	125	140
Окна с двойным остеклением и металлическим переплетом.	160	190	190	125	160	190
Фонари с двойным вертикальным остеклением, металлический переплет.	150	190	190	150	160	200
Фонари с двойным вертикальным остеклением, деревянный переплет.	140	170	170	120	140	175
Характеристика остекленной поверхности.	Стороны света и широты					
	В - З			СВ - СЗ		
	35	45	55	35	45	55
1	2	3	4	5	5	7
Окна с двойным остеклением и деревянным переплетом.	140	140	170	75	75	75
Окна с двойным остеклением и металлическим переплетом.	190	190	210	90	90	90
Фонари с двойным вертикальным остеклением, металлический переплет.	190	190	210	100	100	100
Фонари с двойным вертикальным остеклением, деревянный переплет.	170	170	190	85	85	85

Таблица 9 Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств

Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств k_l
<i>А. Наружные</i>	
1. Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
2. Штора или маркиза из темной ткани	0,20
3. Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
4. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
<i>Б. Межстекольные (непроевтриваемые)</i>	
5. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
6. Шторы из светлой ткани	0,25

7. Штора из темной ткани <i>В. Внутренние</i>	0,40
8. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
9. Штора из светлой ткани	0,40
10. Штора из темной ткани	0,80

Примечания: 1. Коэффициенты теплопропускания даны дробью: до черты – для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, после черты – под углом 90° к плоскости проема.

2. Коэффициенты теплопропускания межстекольных солнцезащитных устройств с проветриваемым межстекольным пространством следует принимать в 2 раза меньше.

Таблица 10 Тепло- и влаговыведения от взрослых людей
(ПОСОБИЕ 2.91 к СниП 2.04.05-91)

Показатели	Тепловыведения от взрослых людей, Вт Влаговыведения, г/ч при температуре окружающего воздуха в С°					
	10	15	20	25	30	35
1	2	3	4	5	6	7
В состоянии покоя						
Тепловыведения явные	143	116	87	58	41	12
скрытые	23	29	29	35	52	81
полные	163	145	116	93	93	93
Влаговыведения	25	30	35	40	65	100
При легкой работе (категория I)						
Тепловыведения явные	151	122	99	64	41	6
скрытые	29	35	52	81	105	140
полные	180	157	151	145	146	46
Влаговыведения	30	40	40	50	75	115
При работе средней тяжести (категория II а)						
Тепловыведения явные	166	135	108	73	44	7
скрытые	51	66	90	121	150	187
полные	217	201	198	194	194	194
Влаговыведения	45	55	75	115	150	200
При работе средней тяжести (категория II б)						
Тепловыведения явные	182	150	119	84	49	9
скрытые	71	97	126	158	193	233
полные	253	247	245	242	242	242
Влаговыведения	80	110	140	185	230	280
При тяжелой работе						
Тепловыведения явные	198	163	129	93	52	12
скрытые	93	128	163	198	238	279
полные	291	291	291	291	290	291
Влаговыведения	150	185	240	295	355	415

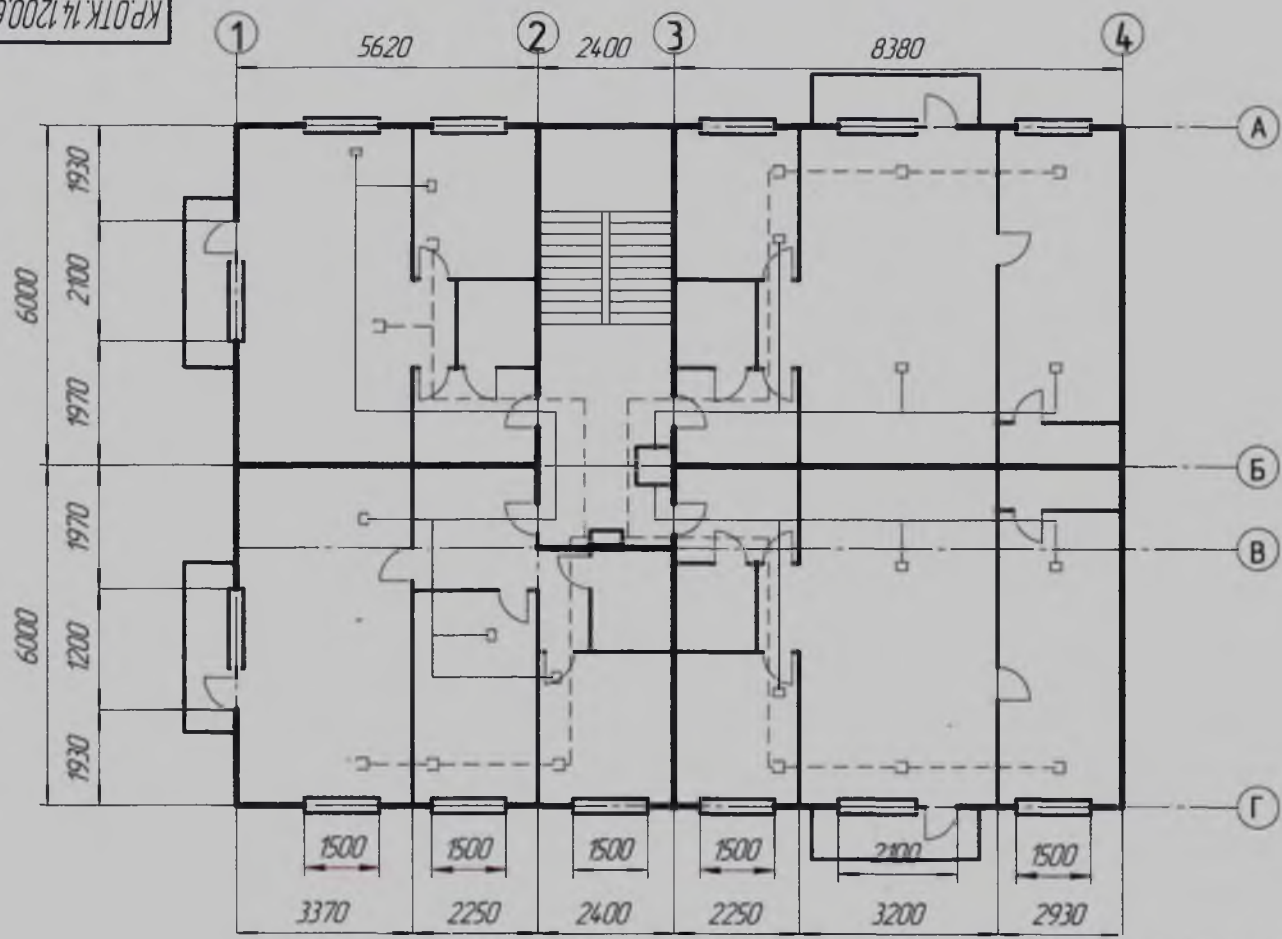
Таблица 11 Расчетные значения теплоступлений от бытового и офисного оборудования

Вид оборудования	Теплоступление, Вт
Персональная ЭВМ	250
Сервер	500-1000
Принтер лазерный	500
Ксерокс	500
Телефонная станция	100-1000
Источник бесперебойного питания	10% от установленной мощности

Телевизор	100
Холодильник	100

Приложение 2. Образцы выполнения графической части курсовой работы

КР.ОТК.14.1200.62.13-02.01

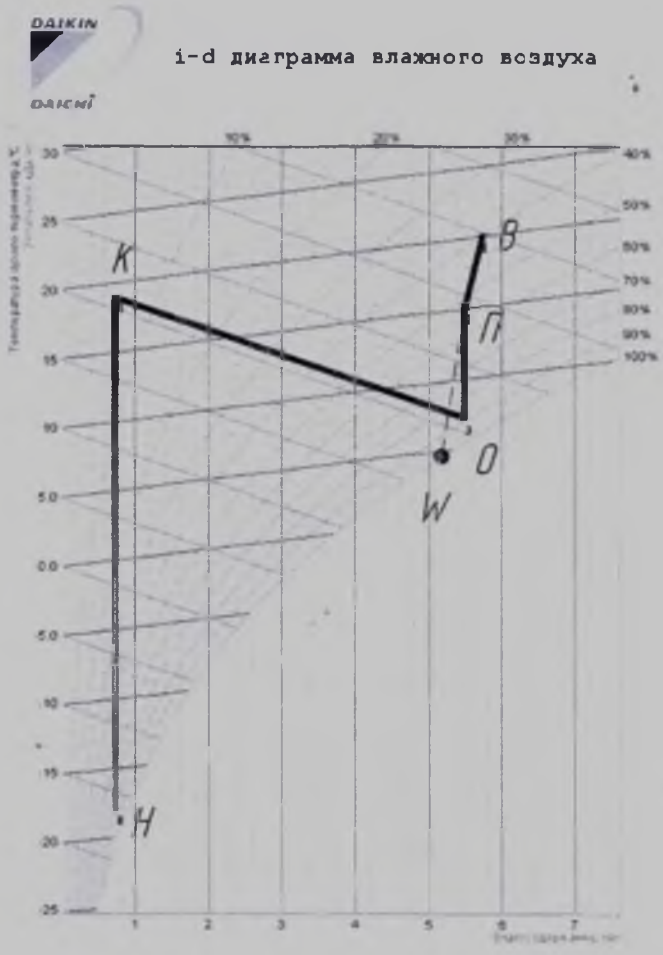


Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50

КР.ОТК.14.1200.62.13-02.01			
Имя	Лист	№ докум.	Дата
Исполн.	Каталов Г.А.		
Проект.	Каталов Г.А.		
Титул			
Исполн.			
Дата			
Планировка жилого блока		Лит.	Масштаб
			1:75
		Лист	Листов
		АГТУ гр.ДМХХ-31	
		Формат А3	

КР.ОТК.14.1200.62.13-02.01

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50

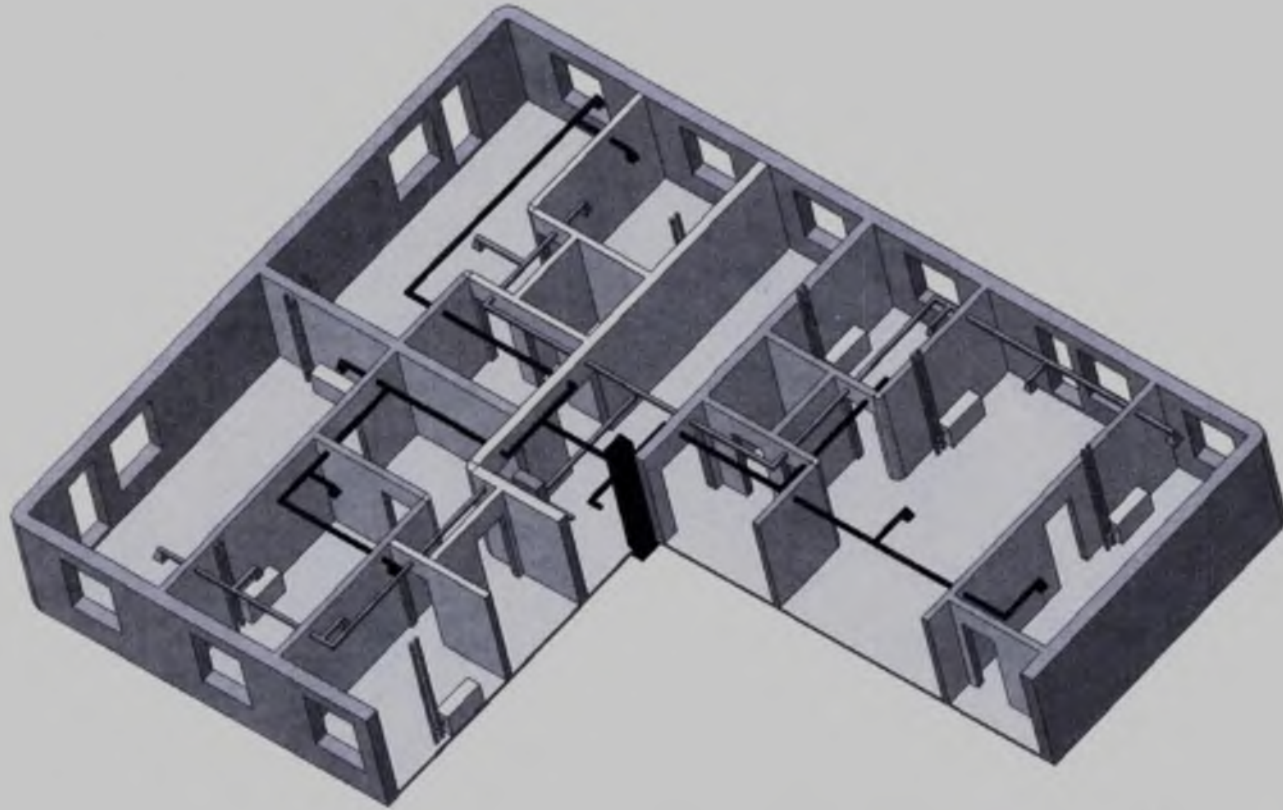


Процессы обработки воздуха:
 Н-К - процесс нагрева в воздухонагревателе центрального кондиционера
 К-О - процесс оросительной камеры центрального кондиционера
 О-П - процесс нагрева во втором воздухонагревателе центрального кондиционера
 В-П - процесс в теплообменнике фанкойла
 т. W - определяет температуру воды на выходе из чиллера.

				КР.ОТК.14.1200.62.13-02.01			
Исполн.	М.В.В.	Дата	Дата	Процессы обработки воздуха в зимний период		Дис.	Виссозд.
Проект.	М.В.В.	С.А.				Дис.	Виссозд.
Т.контр.							
Исполн.						АГТУ гр.ДМХХ-31	

Калибрал Формат А3

КР.ОТК.14.1200.62.13-02.01



Исполнитель

Лист №

Итого в здании

Итого в чертеже

Итого в серии

Итого в серии

КР.ОТК.14.1200.62.13-02.01

Трёхмерный
чертеж жилого блока

Лист	Место	Масштаб
		1:75
Лист	Лист	

АГТУ г.р.ДМХХ-31

Исполнитель

Формат А3

