

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра технологического и
холодильного оборудования

**Методические указания
к самостоятельной работе обучающихся**

По дисциплине: Б1.В.12 Кондиционирование воздуха
код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и
системы жизнеобеспечения
код направления/специальности

Направленность/специализация Холодильная техника и технология
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

Квалификация выпускника бакалавр
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик: кафедра технологического и холодильного оборудования
название кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск

2020

Разработчик – Голубева Ольга Алексеевна, кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры ТХО.

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры - разработчика
технологического и холодильного оборудования, «23» июня 2020 г., протокол
№ 8

СОДЕРЖАНИЕ

I ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
II ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	5
III СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	5
IV СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	6

І ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Целью дисциплины «Кондиционирование воздуха» является формирование компетенций в соответствии с ФГОС по направлению подготовки бакалавра и учебным планом для направления подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов методологического подхода к основам теории систем кондиционирования воздуха;
- выработка навыков решения инженерных задач, в том числе в рамках самостоятельной работы.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принцип построения и свойства $i - d$ диаграммы;
- теоретические основы и способы тепло-влажностной обработки воздуха;
- классификацию, конструкции и принципы работы систем кондиционирования воздуха;

Уметь:

- подбирать способ обработки воздуха кондиционируемого помещения;
- изображать процессы обработки воздуха и проводить анализ параметров процессов с использованием диаграммы Рамзина;
- выполнять расчет тепло-влажностной нагрузки помещения и необходимой производительности СКВ, подбор СКВ;
- разрабатывать технологические процессы обработки воздуха с обеспечением высокого уровня энергосбережения;
- выполнять расчёты процессов кондиционирования воздуха;
- анализировать, обобщать и делать выводы по результатам исследований;
- проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, готовить данные для составления отчётов и научных публикаций;
- внедрять результаты исследований в практику производственного процесса; применять достижения новых технологий

Владеть:

- терминологией, определениями и положениями изучаемой дисциплины.

Методические указания предназначены для оказания помощи обучающимся в самостоятельном постижении программы дисциплины. Для успешного освоения материала следует изучить теоретический материал по литературным источникам, указанным в каждой теме. Подтвердить полученные знания следует практическими расчётами.

II ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Таблица 1

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на самостоятельную работу по формам обучения	
		очная	заочная
1	2	3	4
1	Общая характеристика промышленных предприятий. Вредные выделения на производствах, их воздействие на организм человека и окружающую среду. Требования к воздушной среде предприятий пищевой промышленности. Пожаро - и взрывоопасность пищевых производств	4	8
2	Кондиционирование воздуха и его задачи. Требования к системам кондиционирования. Классификация систем кондиционирования воздуха. Общая схема кондиционирования. Общая схема кондиционера	4	10
3	Основные физические свойства влажного воздуха. Диаграмма $i - d$ влажного воздуха. Её свойства. Тепло-влажностный коэффициент. Процессы изменения термо-влажностного состояния воздуха в I-d диаграмме. Смешивание воздуха с различными параметрами	8	15
4	Тепло - и влагообмен между воздухом и водой. Уравнение теплового баланса между воздухом и водой. Коэффициент орошения. Разновидности процессов обработки воздуха водой. Эффективность теплообмена в камерах орошения кондиционеров	10	17
5	Климатологические параметры. Выбор способа обработки воздуха в зависимости от климатических условий	6	10
6	Кондиционирование и основные процессы обработки воздуха в теплый и переходный период года.	8	20
7	Основные способы обработки воздуха в холодный период года	8	15
8	Кондиционеры. Их виды и особенности конструкций. Техника безопасности при эксплуатации СКВ	8	16
9	Определение тепло-влажностной нагрузки помещения. Расчет и подбор кондиционера	10	20
Итого		66	131

III СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Системы кондиционирования воздуха [Электронный ресурс] : метод. указания по расчету и подбору кондиционеров для студентов, обучающихся по специальности 260601.65 "Машины и аппараты пищевых производств" / Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т", Каф. технол. и холодиль. оборудования ; сост. О. А. Голубева. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 839 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана
2. Вентиляция : учеб. пособие для вузов / [Полушкин В. И. и др.]. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 413, [1] с.
3. Рабинович О. М. Сборник задач по технической термодинамике : учеб. пособие для техникумов / О. М. Рабинович. - Изд. 5-е, перераб. - Москва : Альянс, 2015. - 344 с

4. Расчет и планировка системы вентиляции производственного здания [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению практ. работы "Расчет и планировка системы вентиляции произв. здания" для специальностей 260501.65 "Технология продуктов общественного питания", 260602.65 "Пищевая инженерия малых предприятий", 260601.65 "Машины и аппараты пищевых производств" / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. технол. и холодиль. оборудования ; сост. В. А. Похольченко. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,9 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана.

5. Шумилов Р.Н., Толстова Ю.И., Бояршинова А.Н Проектирование систем вентиляции и отопления : учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 336 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/52614/#3>

Дополнительная литература

6. Антипов, А. В. Диагностика и ремонт центральных кондиционеров : учеб. пособие / А. В. Антипов, И. А. Дубровин. - Москва : Академия, 2009. - 61 с. : ил. - (Непрерывное профессиональное образование).

7. Балыкова, Л. И. Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. И. Балыкова, И. П. Сарайкина. - Москва : Вектор-ТиС, 2008. – 240 с.

8. Колиев, И. Д. Судовые холодильные установки : учеб. пособие для вузов / И. Д. Колиев; М-во образования и науки Украины, Одес. нац. мор. акад.- Одесса: Фенікс, 2009.- 261 с.

9. Степанов О.А., Захаренко С.О. Основы трансформации теплоты: учебник / О.А. Степанов , С.О. Захаренко. – Санкт-Петербург, Лань, 2019. – 128 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/122152/#2>

IV СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕМА 1

Общая характеристика промышленных предприятий. Вредные выделения на производствах, их воздействие на организм человека и окружающую среду. Требования к воздушной среде предприятий пищевой промышленности. Пожаро - и взрывоопасность пищевых производств

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать вредные выделения на производствах, их воздействие на организм человека и окружающую среду; требования к воздушной среде предприятий пищевой промышленности;

уметь анализировать вредные выделения на производствах

Методические указания

Вредные выделения на промышленном производстве зависят от типа производства и отличаются многообразием.

Физико-динамическая модель комфорта, по Круму, помогает объяснить основное значение таких понятий, как «свежесть», «способность к познанию окружающей обстановки». Эти понятия являются составляющими одного общего понятия – «комфорт».

«Свежесть» - термин, означающий состояние окружающей среды, при котором человек ощущает силу и бодрость. Это понятие может быть связано с цветом, температурой, подвижностью воздуха, относительной влажностью, чистотой, запахом и даже ионным составом воздушной среды.

С давних времён считается, что температура у головы должна быть ниже, чем у ног. Градиент этих температур не должен превышать диапазона от 2 до 3°C. Научно доказано, что чем теплее воздух на уровне головы, тем выше возможность появления ощущения духоты.

Каждому человеку соответствует свой собственный диапазон комфортабельных параметров, зависящий от различной степени активности человека. Задача проектировщика создать такую атмосферу внутри здания, которая была бы приемлема для большинства находящихся там людей, и создавать беспрепятственные условия для выполнения данного вида работы.

Литература: [1], с.4 – 7; [2], с.39 – 48; [5], с.7 – 11; [6], с.8 – 9; [7], с.5 – 20.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Перечислите основные виды вредных производственных выделений и опишите их влияние на организм человека и окружающую среду.
2. Что такое оптимальные параметры воздуха в помещении?
3. Что называется допустимыми параметрами воздуха в помещении?
4. Перечислите основные требования, предъявляемые к воздушной среде в помещении.
5. Какие требования предъявляют к системам кондиционирования воздуха?
6. Что включает понятие «комфорт»?
7. Что означает термин «свежесть»?
8. Перечислите основные факторы комфорта

ТЕМА 2

Кондиционирование воздуха и его задачи. Требования к системам кондиционирования. Классификация систем кондиционирования воздуха. Общая схема кондиционирования. Общая схема кондиционера

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:
знать требования к системам кондиционирования и их классификацию;
уметь изобразить схему кондиционирования и схему кондиционера

Методические указания

Кондиционированием воздуха (от латинского слова *conditio* — условие) называется создание и автоматическое поддержание в помещении постоянных или изменяющихся по определенной программе температуры, влажности, чистоты и подвижности воздуха, наиболее благоприятных для пребывания людей, а также для осуществления технологических процессов.

В общем случае понятие кондиционирование воздуха включает в себя следующие параметры: температуру воздуха, его влажность, скорость движения, чистоту, содержание запахов, давление, газовый и ионный состав.

В отличие от кондиционирования, вентиляция – это обеспечение подачи наружного воздуха в помещение или рабочую зону естественным путём или с помощью механических средств в количестве, достаточном для удовлетворения потребностей людей, находящихся в этом помещении, или технологического процесса.

Заданные параметры воздуха в кондиционировании получают с помощью систем кондиционирования.

Литература: [2], с.19-38; [5], с. 217-221; [6], с.8 – 15; [7], с.39 – 44; [8], с.195 – 204; [9], с. 6 – 8

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Дайте определение понятия «кондиционирование воздуха»
2. Дайте определение понятия «вентиляция»
3. Перечислите основные параметры кондиционирования воздуха
4. Что называется системой кондиционирования воздуха (СКВ)?
5. Перечислите основные требования, которым должна отвечать система кондиционирования воздуха.
6. Какие основные и какие дополнительные функции должна выполнять СКВ?
7. Из каких элементов состоит СКВ?
8. По каким параметрам и на какие группы классифицируют СКВ?
9. Назовите виды кондиционирования воздуха
10. Какова цель комфортного кондиционирования?

ТЕМА 3

Основные физические свойства влажного воздуха. Диаграмма $i - d$ влажного воздуха. Её свойства. Тепло-влажностный коэффициент. Процессы изменения термо-влажностного состояния воздуха в $I-d$ диаграмме. Смешивание воздуха с различными параметрами

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать принцип построения и свойства диаграммы $i-d$ влажного воздуха; понятие тепло-влажностного коэффициента и способ его определения;

уметь определить тепло-влажностный коэффициент; построить в диаграмме $i-d$ процессы смешивания и изменения термо-влажностного состояния влажного воздуха

Методические указания

При изучении диаграммы $I-d$ влажного воздуха следует разобраться в возможностях её применения для практических расчетов.

Рассматривая процессы нагревания и охлаждения влажного воздуха, необходимо ясно представлять, почему эти процессы протекают при постоянном влагосодержании, а процессы сушки в идеальной сушилке – при неизменной энтальпии

Литература: [2], с. 9-18; [5], с. 16-26; [7], с. 8-13.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение влажного воздуха
2. Перечислите основные параметры, характеризующие состояние влажного воздуха.
3. Изобразите диаграмму $i - d$. Покажите линии постоянных параметров.
4. Какая температура выше: точки росы или мокрого термометра?
5. Покажите на диаграмме область перенасыщенного воздуха.
6. Что такое «термо-влажностный коэффициент»?
7. Как изменяется термо-влажностный коэффициент в ходе различных процессов обработки влажного воздуха?
8. Изобразите на $i - d$ диаграмме возможные процессы изменения состояния воздуха.
9. Опишите подробно процесс поглощения влаги воздухом при неизменной энтальпии. Изобразите его на диаграмме $i - d$.

10. Изобразите на диаграмме $i - d$ процесс одновременного охлаждения и осушения влажного воздуха. Каково будет при этом значение термо-влажностного коэффициента?

ТЕМА 4

Тепло - и влагообмен между воздухом и водой. Уравнение теплового баланса между воздухом и водой. Коэффициент орошения. Разновидности процессов обработки воздуха водой. Эффективность теплообмена в камерах орошения кондиционеров

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать основные понятия «тепловой баланс между водой и воздухом», «коэффициент орошения»; разновидности процессов обработки воздуха водой и области их применения;

уметь составлять уравнение теплового баланса между водой и воздухом, определять коэффициент орошения; с учетом указанных условий уметь выбирать необходимые процессы обработки воздуха водой; определять эффективность теплообмена в камерах орошения

Методические указания

При изучении данной темы следует учитывать, что процессы тепломассообмена в установках кондиционирования воздуха в основном зависят от теплопроводности, диффузии и конвекции. Лучистый теплообмен в связи с его незначительным влиянием обычно не учитывается. Для упрощения принимают процессы тепломассообмена стационарными.

Когда температура воды ниже температуры обрабатываемого воздуха по мокрому термометру, но выше точки росы, то температура воздуха при контакте с водой будет понижаться. Вследствие испарения влаги влагосодержание воздуха будет увеличиваться, а теплосодержание понижаться.

Когда температура воды ниже температуры точки росы охлажденного воздуха, воздух будет охлаждаться и осушаться.

Если температура воды равна температуре точки росы воздуха, то воздух охлаждается без влагообмена.

И наконец, при обработке воздуха рециркуляционной водой наблюдается его адиабатное охлаждение.

Литература: [1], с. 7-8, с. 22-27; [2], с.6 – 8; [7], с. 34-38.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Как в контактных аппаратах систем кондиционирования воздуха его состояние зависит от температуры используемой воды?
2. Напишите уравнение теплового баланса при непосредственном контакте между воздухом и водой.
3. Дайте определение температуры мокрого термометра.
4. Что называется коэффициентом орошения?
5. Изобразите возможные направления процессов взаимодействия воздуха и воды, происходящие в камерах орошения кондиционеров.
6. Назовите процессы, которые невозможно осуществить при непосредственном контакте воздуха с водой.
7. Как оценить эффективность теплообмена в камерах орошения кондиционеров?
8. Что характеризует коэффициент эффективности теплообмена?
9. В чём сходство и отличие коэффициента эффективности теплообмена и универсального коэффициента эффективности теплообмена?
10. Все ли процессы изменения температуры и влажности воздуха можно получить при обработке его водой?

ТЕМА 5

Климатологические параметры. Выбор способа обработки воздуха в зависимости от климатических условий

Целевая установка

При изучении этой темы обучающийся должен:

знать классификацию климатологических параметров;

уметь выбирать расчётные параметры воздуха и способ его обработки в зависимости от климатических условий

Методические указания

В кондиционировании воздуха введены специальные обозначения климатологических параметров.

Для обеспечения заданных условий воздушной среды (температуры и относительной влажности) в обслуживаемых помещениях необходимо приточный воздух предварительно подвергать специальной тепло-влажностной обработке в кондиционерах.

В зависимости от расчетных параметров наружного воздуха и заданных параметров внутри помещений обработка приточного воздуха может заключаться в его охлаждении и осушении или может ограничиться только снижением его температуры за счет адиабатного процесса, сопровождающегося увлажнением обрабатываемого воздуха.

Литература: [2], с.245-259; [4], с.5-28; [5], с.7-15; [7], с.5-7; [8], с.195-196.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Что такое климатологические параметры?
2. На какие группы и по каким признакам делятся климатологические параметры?
3. Дайте определение летних параметров А
4. Дайте определение зимних параметров Б
5. Какие параметры наружного воздуха следует принимать для жилых, общественных, административно-бытовых и производственных помещений для всех классов систем в холодный период года?
6. Какие параметры наружного воздуха следует принимать для жилых, общественных, административно-бытовых и производственных помещений для систем второго класса в теплый период года?
7. Какие параметры А или Б обеспечивают более жесткое установление режима тепло-влажностной обработки наружного воздуха?
8. В каком нормативном документе определены климатологические параметры наружного воздуха?

ТЕМА 6

Кондиционирование и основные процессы обработки воздуха в теплый и переходный период года.

Целевая установка

При изучении этой темы обучающийся должен:

знать основные процессы обработки воздуха в летний период года для сухого и влажного жаркого климата; различия прямого и косвенного испарительного охлаждения; особенности работы и применения различных схем КВ;

уметь по исходным данным выбрать систему кондиционирования воздуха в летний период года для сухого и влажного жаркого климата; построить и рассчитать процессы кондиционирования воздуха для выбранной схемы.

Методические указания

При рассмотрении данной темы следует иметь в виду, что при применении прямого испарительного охлаждения параметры приточного воздуха зависят от влажности воздуха наружного. Если в помещении преобладают выделения явной теплоты при незначительных выделениях влаги, а параметры воздуха внутри помещения выше параметров наружного

воздуха, то для таких условий применяется схема с прямым испарительным охлаждением.

При косвенном испарительном охлаждении влагосодержание приточного воздуха более низкое, чем при прямом, что позволяет значительно расширить область возможного применения испарительного охлаждения воздуха.

Применение комбинированного способа обработки воздуха позволяет значительно улучшить технико-экономические показатели систем кондиционирования воздуха.

Литература: [3], с.261-263; [5], с.221 – 230; [6], с. 8-15; [8], с.199-205.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Назовите особенности обработки воздуха в тёплый период года в местностях с сухим и жарким климатом.

2. При каких условиях целесообразно применение прямоточной схемы с использованием адиабатного (изоэнтальпийного) процесса?

3. Опишите работу и постройте в $I - d$ диаграмме процессы обработки воздуха в схеме на основе использования прямого адиабатного охлаждения с применением регулируемого процесса в оросительной камере в тёплый период года.

4. Перечислите достоинства и недостатки схемы косвенного испарительного охлаждения.

5. Нарисуйте схему и опишите принцип работы схемы системы кондиционирования воздуха с применением двухступенчатого испарительного охлаждения в тёплый период года.

6. Опишите работу и постройте в $I - d$ диаграмме процессы обработки воздуха в прямоточной схеме при использовании адиабатного (изоэнтальпийного) процесса в условиях тёплого периода года для сухого и влажного жаркого климата.

7. Опишите работу и постройте в $I - d$ диаграмме процессы обработки воздуха в схеме с первой и второй рециркуляцией в условиях тёплого периода года в местностях с влажным и жарким климатом.

8. Для кондиционирования используется прямоточная схема обработки воздуха при использовании адиабатного (изоэнтальпийного) процесса. Определить возможность использования схемы для указанных условий, количество вентиляционного воздуха, количество выпавшей влаги и параметры приточного воздуха для помещения с избыточной теплотой и влажностью. Количество полной теплоты, поступающей в помещение, составляет $Q = 148000$ кДж/ч; количество влаги, поступающей в воздух помещения – $W = 20$ кг/ч.

Расчётные параметры наружного воздуха: $t_n = 34^\circ\text{C}$; $J_n = 74$ кДж/кг; параметры внутреннего воздуха: $t_n = 30^\circ\text{C}$ и ϕ_n не выше 65 %.

9. Для кондиционирования применяют прямоточную схему обработки воздуха при использовании адиабатного (изоэнтальпийного) процесса, предусматривающую частичное подмешивание наружного воздуха к воздуху, прошедшему через оросительную камеру. Определить количество вентиляционного воздуха, количество выпавшей влаги и параметры приточного воздуха для помещения с избыточной теплотой и влагой. Количество полной теплоты, поступающей в помещение, составляет $Q = 19240$ кДж/ч; количество влаги, поступающей в воздух помещения – $W = 5,2$ кг/ч.

Расчётные параметры наружного воздуха: $t_n = 35^\circ\text{C}$; $J_n = 59$ кДж/кг; параметры внутреннего воздуха: $t_n = 31^\circ\text{C}$; $\varphi_n = 65\%$.

ТЕМА 7

Основные способы обработки воздуха в холодный период года

Целевая установка

При изучении этой темы обучающийся должен:

знать основные процессы обработки воздуха в холодный период года; особенности работы и применения различных схем КВ в условиях холодного периода года;

уметь по исходным данным выбрать систему кондиционирования воздуха в холодный период года; построить и рассчитать процессы кондиционирования воздуха для выбранной схемы.

Методические указания

Следует учитывать, что расчетным режимом для систем кондиционирования воздуха является теплый период года. Принятую схему обработки и количество вентиляционного воздуха принимают при расчете зимнего режима. При применении одинаковой схемы обработки воздуха в летний и зимний периоды упрощается система автоматического регулирования установки. Виды систем кондиционирования воздуха (СКВ) и принципы их работы остаются теми же, что и в летнем режиме. Однако, следует помнить, что в зимнем режиме температура наружного воздуха, как правило, ниже температуры воздуха в помещении. Таким образом, требуется нагревание воздуха в СКВ. Расход приточного воздуха принимают по расчету летнего режима для обеспечения устойчивости работы системы воздухораспределения.

Литература: [4], с. 267 – 293; [7], с. 18 – 25.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Назовите особенности обработки воздуха в холодный период года.

2. Влажность воздуха в помещениях культурно-бытового назначения в зимний период больше или меньше, чем в летний? Ответ поясните.

3. Изобразите на диаграмме $i - d$ диапазон процессов тепло-влажностной обработки воздуха, соответствующего комфортному кондиционированию зимнему режиму.

4. Опишите работу и постройте в $i - d$ диаграмме процессы обработки воздуха в прямоточной схеме при использовании адиабатного (изоэнтальпийного) процесса в условиях холодного периода года.

5. Опишите работу и постройте в $i - d$ диаграмме процессы обработки воздуха в схеме с первой рециркуляцией и смешиванием наружного и рециркуляционного воздуха до воздухоподогревателя I ступени в условиях холодного периода года.

6. Опишите работу и постройте в $i - d$ диаграмме процессы обработки воздуха в схеме с первой и второй рециркуляцией в условиях холодного периода года.

7. Для кондиционирования используется прямоточная схема обработки воздуха при использовании адиабатного (изоэнтальпийного) процесса. Определить возможность использования схемы для указанных условий, количество вентиляционного воздуха, количество выпавшей влаги и параметры приточного воздуха для помещения с избыточной теплотой и влагой. Количество полной теплоты, поступающей в помещение, составляет $Q = 148000$ кДж/ч; количество влаги, поступающей в воздух помещения – $W = 20$ кг/ч. Расчётные параметры наружного воздуха: $t_n = - 20$ °С; $J_n = - 18$ кДж/кг; параметры внутреннего воздуха: $t_n = 20$ °С и ϕ_v не выше 65 %.

8. Для кондиционирования применяют прямоточную схему обработки воздуха при использовании адиабатного (изоэнтальпийного) процесса, предусматривающую частичное подмешивание наружного воздуха к воздуху, прошедшему через оросительную камеру. Определить количество вентиляционного воздуха, количество выпавшей влаги и параметры приточного воздуха для помещения с избыточной теплотой и влагой. Количество полной теплоты, поступающей в помещение, составляет $Q = 19240$ кДж/ч; количество влаги, поступающей в воздух помещения – $W = 5,2$ кг/ч.

Расчётные параметры наружного воздуха: $t_n = 35$ °С; $J_n = 59$ кДж/кг; параметры внутреннего воздуха: $t_n = 31$ °С ; $\phi_v = 65$ %.

ТЕМА 8

Кондиционеры. Их виды и особенности конструкций. Техника безопасности при эксплуатации СКВ

Целевая установка.

знать классификацию кондиционеров, их отличительные признаки, достоинства, недостатки и области применения; технику безопасности при эксплуатации кондиционеров;

уметь определить тип кондиционера; объяснить принцип его действия; провести сравнительный анализ различных типов кондиционеров; для заданных условий выбрать оптимальный тип кондиционера

Методические указания

Кондиционер является основным элементом системы кондиционирования воздуха. Применяют центральные и местные кондиционеры. Центральные кондиционеры состоят из типовых секций. Вид, число и последовательность соединения секций определяются режимом обработки воздуха, принятым на основе расчета.

Местные кондиционеры могут быть автономными и неавтономными. К автономным относятся кондиционеры, имеющие в составе агрегата холодильную машину

Литература: [4], с. 18 – 20; [6], с. 25 - 46; [7], с.52 – 61; [8], с.195 – 212.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Что такое кондиционер?
2. Из каких элементов состоит кондиционер?
3. Изобразите общую схему кондиционера.
4. На какие виды подразделяются кондиционеры и по каким признакам?
5. Чем конструктивно отличаются автономные кондиционеры от местных?
6. Назовите особенности и область применения автономных кондиционеров.
7. Для чего используются кондиционеры в пищевой промышленности?
8. Можно ли промышленный кондиционер применять в качестве бытового? Ответ обоснуйте.
9. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при эксплуатации промышленных кондиционеров?

ТЕМА 9

Определение тепло-влажностной нагрузки помещения. Расчет и подбор кондиционера

Целевая установка.

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать классификацию, особенности конструкций, принцип действия и области применения элементов систем кондиционирования воздуха;

методики расчета и подбора вентиляторов, камер орошения, нагревателей, охладителей и кондиционеров в целом;

уметь выполнять подбор и поверочные расчеты систем кондиционирования воздуха и их элементов

Методические указания

При определении тепло-влажностной нагрузки помещения необходимо учитывать все тепло- и влагопритоки. Для расчета теплопритоков требуется вспомнить материал из курса «Холодильная техника» по определению тепловой нагрузки в охлаждаемое помещение. При расчете теплопритока от солнечной радиации через наружные ограждения следует учитывать максимальный теплоприток через одну из стен и теплоприток через кровлю.

Литература: [1], с. 8 - 26; [4], с. 5 – 28; [7], с. 34 - 39

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Что называется, тепло-влажностным балансом охлаждаемого помещения?
2. Как определить тепло-влажностную нагрузку на помещение?
3. Приведите примеры помещений с преобладанием влажностной нагрузки.
4. Подобрать радиальный вентилятор для перемещения $40000 \text{ м}^3/\text{ч}$ чистого воздуха с температурой $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Сопротивление сети воздуховодов 660 Па . Барометрическое давление $0,089 \text{ МПа}$.
5. Подобрать воздухонагревательную установку для приточной вентиляционной системы производственного помещения. В здании предусматривается воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией. Вентиляция общеобменная, вычисляемая по расчетным параметрам наружного воздуха для холодного периода года. Возмещение теплотерь помещения осуществляется за счет перегрева воздуха.
Расход нагреваемого воздуха $20000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Расчетная температура наружного воздуха минус $26 \text{ }^\circ\text{C}$; температура в рабочей зоне помещения $18 \text{ }^\circ\text{C}$. Максимальный расход теплоты на отопление 62000 Вт . Теплоноситель — вода с параметрами на входе $150 \text{ }^\circ\text{C}$, на выходе $70 \text{ }^\circ\text{C}$.
6. Подобрать воздухонагревательную установку для приточной вентиляционной камеры производственного помещения, работающей с перегревом воздуха (для отопления). Расход нагреваемого воздуха 12000 кг/ч . Максимальный расход теплоты на отопление 76000 Вт . Расчетная температура наружного воздуха минус $30 \text{ }^\circ\text{C}$; температура в рабочей зоне помещения $16 \text{ }^\circ\text{C}$. Теплоноситель — насыщенный пар с избыточным давлением $0,4 \text{ МПа}$ (температура пара $151 \text{ }^\circ\text{C}$).
7. Наружный воздух в количестве 48000 кг/ч ($41700 \text{ м}^3/\text{ч}$) поступает в камеру орошения. Параметры воздуха перед камерой орошения:

$J=86,0$ кДж/кг, $\phi =60\%$, $t =34$ °С, $d =20,3$ г/кг сух. возд. Воздух необходимо охладить и осушить до $59,2$ кДж/кг и 95% . Требуется определить тип камеры орошения, требуемое давление и расход воды через форсунки, начальную и конечную температуру разбрызгиваемой воды.

8. Подобрать кондиционер для зала кинотеатра в Москве на 500 посадочных мест при прямоточной системе кондиционирования воздуха. Кинотеатр представляет собой двухэтажное здание размером 36×36 м высотой 6 м. Зал окон не имеет, расположен на втором этаже на фойе. Стены бетонные, толщиной 880 мм, кровля шатровая. Зал освещается 130 люминесцентными светильниками 2×40 Вт. Инфильтрации нет.