

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.09 Проектирование СКВ
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 «Проектирование СКВ» 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 проектирования систем кондиционирования воздуха, позволяющим успешно их эксплуатировать в различных условиях;

- 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 инженерные 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	Проектирование СКВ как один из важнейших этапов начальной стадии строительства и дальнейшего идеального функционирования объекта. Работы по проектированию СКВ. Их особенности.	10	15
2	Оборудование систем кондиционирования воздуха Вентиляторы. Виды, особенности конструкций и применения. Подбор вентиляторов Воздухонагреватели для систем приточной вентиляции и СКВ. Виды, особенности конструкций и применения. Обозначение. Расчёт и подбор Воздухоохладители для систем приточной вентиляции и СКВ. Виды, особенности конструкций и применения. Обозначение. Расчёт и подбор Увлажнительные устройства для термовлажностной обработки воздуха. Виды, особенности конструкций и применения. Обозначение. Расчёт и подбор Расчёт и подбор вспомогательного оборудования СКВ	25	40
3	Естественные и искусственные источники холодоснабжения систем кондиционирования воздуха	18	27
4	Теплоснабжение и холодоснабжение центральных систем кондиционирования воздуха	17	27
5	Требования к размещению систем кондиционирования воздуха. Схемы компоновки центральных кондиционеров. Планировочные решения СКВ	16	30
Итого		86	134

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 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. Балькова, Л. И. Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. И. Балькова, 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

Проектирование СКВ как один из важнейших этапов начальной стадии строительства и дальнейшего идеального функционирования объекта. Работы по проектированию СКВ. Их особенности

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать значение проектирования СКВ при разработке и строительстве промышленных объектов;

уметь анализировать значение работ по проектирования СКВ при разработке и строительстве промышленных объектов

Методические указания

Благодаря развитию технологий и вообще повышению уровня начальных требований к жилым и производственным помещениям, современное строительство стало предусматривать изначальную закладку в проект здания или сооружения большинство необходимых систем – противопожарные сигнализации, видеонаблюдение, грамотно разработанные системы связи. Помещения оборудуются специальными дверями и удобными в использовании пластиковыми конструкциями, средствами контроля доступа. Однако многие застройщики совершенно упускают из вида важный параметр – климат внутри каждого из помещений и здания в целом, а ведь проектирование кондиционирования и вентиляции на начальной стадии строительства не только важный аспект для дальнейшего идеального функционирования постройки, но и разумный ход, предпринять который выгодно и по экономическим соображениям

Литература: [1], с. 4-7; [2], с. 57-166, с. 245-282; [4], с. 5-28; [6], с.8-20; [7], с.3-38; [8], с.195-211; [9], с.4-16.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Перечислите основные данные, необходимые для разработки проекта СКВ.
2. Каким основным требованиям должен соответствовать проект СКВ?
3. Что включают требования к проекту СКВ?
4. Какие этапы включает проектирование СКВ?
5. Опишите объём работ, соответствующий каждому этапу проектирования.
6. Какие особенности СКВ следует учитывать при разработке проекта?

ТЕМА 2

Оборудование систем кондиционирования воздуха

Вентиляторы. Виды, особенности конструкций и применения. Подбор вентиляторов

Воздухонагреватели для систем приточной вентиляции и СКВ. Виды, особенности конструкций и применения. Обозначение. Расчёт и подбор

Воздухоохладители для систем приточной вентиляции и СКВ. Виды, особенности конструкций и применения. Обозначение. Расчёт и подбор

Увлажнительные устройства для термовлажностной обработки воздуха. Виды, особенности конструкций и применения. Обозначение. Расчёт и подбор

Расчёт и подбор вспомогательного оборудования СКВ

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать особенности конструкций, работы, расчёта и подбора оборудования систем кондиционирования и вентиляции;

уметь производить расчёт и подбор оборудования, входящего в состав систем кондиционирования воздуха

Методические указания

Кондиционирование воздуха — это одновременное регулирование температуры, влажности, чистоты и движения воздуха. Комфортные условия зависят от интенсивности отдачи тепла человеческим телом. Человеческое тело можно рассматривать как машину с постоянной температурой. Условиями, влияющими на способность человеческого тела отдавать тепло, являются: температура, относительная влажность, движение воздуха.

Воздух необходимо распределять в помещении для создания минимального разброса температур в зоне, где находятся люди.

В установках кондиционирования воздуха применяются два типа вентиляторов: осевой и центробежный. Шум, образуемый при движении воздуха, является результатом последовательного потока воздушных волн, образуемых лопастями вентилятора.

В камере нагрева тепло добавляется к воздуху во время отопительного сезона.

В камере охлаждения осуществляются охлаждение и осушение воздуха.

Увлажнитель предназначен для добавления влаги в воздух во время отопительного сезона.

Каналы подачи направляют кондиционированный воздух в кондиционируемое пространство.

Выходными устройствами являются решетки на конце каналов подачи. Они предназначены для распределения воздуха в кондиционируемом пространстве.

Кондиционируемое пространство — одна из самых важных частей системы распределения воздуха.

Впускное устройство предназначено для впуска воздуха из кондиционируемого пространства в воздушный всасывающий канал.

Воздушные всасывающие каналы предназначены для соединения кондиционируемого пространства с оборудованием для обработки воздуха.

Фильтры расположены на входе в вентилятор для предотвращения циркуляции пыли через систему.

Производительность выбранного оборудования должна быть возможно ближе к расчетной величине, но никогда не должна быть меньше нее.

Конструкция системы воздушных каналов является таким же определяющим фактором, как расчет тепловой нагрузки. Воздушные каналы, изготовленные из металла, предпочтительнее, так как гладкие поверхности в них не

образуют дополнительного сопротивления потоку воздуха. Для определения потери системы воздушных каналов на трение необходимо знать скорость потока и размер канала.

Литература: [1], с. 8-25; [2], с. 245-259; [4], с. 5-28; [7], с. 30-34, 45 – 54

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Почему необходимо распределять кондиционированный воздух в помещении
2. Назовите типы вентиляторов, используемых в установках кондиционирования воздуха.
3. Что является причиной шума потока воздуха в системе кондиционирования воздуха?
4. Для чего предназначен увлажнитель СКВ?
5. Где нагревается воздух во время отопительного сезона?
6. Какое устройство осуществляет осушение воздуха в системе кондиционирования воздуха?
7. Какое устройство направляет воздух в кондиционируемое пространство?
8. Почему кондиционируемое пространство является одной из самых важных частей в системе распределения воздуха?
9. Назначение воздушного фильтра.
10. Должна ли производительность выбранного оборудования быть меньше расчетной производительности?

ТЕМА 3

Естественные и искусственные источники холодоснабжения систем кондиционирования воздуха

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать классификацию источников холодоснабжения, особенности их влияния на систему кондиционирования воздуха;

уметь классифицировать источник холодоснабжения систем кондиционирования воздуха

Методические указания

Элементы систем кондиционирования воздуха, обеспечивающие возможность охлаждения обрабатываемого воздуха. Эти источники разделяют на естественные, искусственные и испарительного охлаждения воздуха.

К естественным источникам относятся прежде всего артезианские скважины, допускающие прямое использование артезианской воды в контактных аппаратах, если она имеет питьевые качества; в противном случае артезианскую воду подают в поверхностные воздухоохладители. Для повышения эффективности использования этой воды применяют охлаждение водой и машинное охлаждение. Затраты на сооружение скважин не всегда ниже затрат на установку холодильных машин, кроме того, необходимость соблюдения требований экологической безопасности и увеличение дефицита питьевой воды ограничивают использование артезианских скважин для технических нужд.

Из артезианской скважины холодная вода подается в кондиционер (камеру орошения или поверхностный воздухоохладитель). Отопленная в кондиционере вода может использоваться для технических нужд, выбрасываться в канализацию или подаваться в так называемую диффузионную скважину, через которую поступает в толщу земных пород, где вновь приобретает качества артезианской.

Вода в системах испарительного охлаждения (брызгальных бассейнах, градирнях, камерах орошения) охлаждается в результате подачи скрытой теплоты при испарении воды в воздухе и используется в системе кондиционирования.

Системы испарительного охлаждения эффективны в районах с жарким и сухим климатом. Однако этого охлаждения недостаточно для использования при кондиционировании. Поэтому системы испарительного охлаждения обычно сочетают с системами искусственного холодоснабжения для отвода теплоты от конденсатора холодильных машин. Воду, подаваемую в кондиционер, охлаждает в этом случае холодильная машина.

Естественным источником холода для установок кондиционирования воздуха малой мощности может служить тающий лед. Намораживаемый за зиму в местностях с умеренным климатом ледяной бурт толщиной до 3 м укрывают матами и слоем опилок либо намораживают лед в специальном льдогенераторе. В теплый период года лед орошают теплой водой из кондиционера, в который насосом подается охлажденная и расщепленная вода из поддона хранилища или льдогенератора.

Для охладений воздуха помещений в климатических зонах с существенной суточной амплитудой температуры используют "ночной холод". Наружным воздухом с относительно низкой температурой ночью охлаждаются строительные конструкции или специальные емкие аккумулирующие устройства, в которых днем охлаждают более теплый наружный воздух.

Искусственные источники холода используют в холодильных машинах, потребляющих электрическую или тепловую энергию. Наибольшее

распространение для кондиционирования воздуха получили парокомпрессорные холодильные машины, работающие по холодильному циклу с изменением агрегатного состояния холодильного агента при подводе и отводе теплоты. В холодильных машинах абсорбционных для выработки холода используется тепловая энергия, что позволяет утилизировать низкопотенциальную и возобновляемую тепловую энергию. В холодильных машинах воздушных рабочим веществом служит воздух, который может подаваться непосредственно в помещение. Эффективность получения холода в этих машинах ниже, чем в компрессорных и абсорбционных. Для выработки искусственного холода используются также термоэлектрические аппараты, выполняемые из батарей полупроводниковых элементов. Их применяют в кондиционерах и воздухоохладителях.

В системе холодоснабжения обычно используют несколько холодильных машин, что обеспечивает их работу на оптимальных режимах в зависимости от потребности холода в различные периоды, а также лучшие условия эксплуатации систем.

Аккумулятор холода в системе холодоснабжения необходим для экономичной работы холодильных машин. Применение аккумулятора холода позволяет использовать холодильную станцию с меньшей часовой производительностью, чем максимальная часовая потребность в холоде. В этом случае холодильные машины могут работать периодически на наиболее оптимальных режимах, создавая запас холода в аккумуляторе на некоторый период работы кондиционеров. Управление работой системы холодоснабжения осуществляется системой автоматики.

Литература: [2], с. 8-21; [7], с. 18-29; [9], с. 98 – 114.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Что относится к естественным источникам холодоснабжения систем кондиционирования воздуха?
2. При каких условиях можно использовать в качестве естественного источника холодоснабжения СКВ лёд, полученный естественным путём?
3. Может ли естественным источником холодоснабжения служить наружный воздух? Ответ поясните.
4. Что относится к искусственным источникам холодоснабжения систем кондиционирования воздуха?
5. Какие типы холодильных машин можно использовать в СКВ?
6. Какие из применяемых холодильных машин в СКВ имеют наибольшую эффективность?
7. Почему в СКВ крупной производительности используют одновременно несколько холодильных машин?

8. Для чего в системах кондиционирования воздуха используются аккумуляторы холода?

ТЕМА 4

Теплоснабжение и холодоснабжение центральных систем кондиционирования воздуха

Целевая установка

В результате изучения данной темы обучающийся должен:

знать структуру и принцип работы систем теплоснабжения и холодоснабжения центральных СКВ;

уметь рассчитать и подобрать систему тепло- и холодоснабжения центральных СКВ; выбрать тепло – и хладоноситель

Методические указания

При изучении данной темы следует учитывать, что в качестве теплоносителя для снабжения теплотой воздухонагревателей систем кондиционирования воздуха, как правило, применяют воду. В отдельных случаях используют пар низкого давления, но при этом устанавливают в обводном канале воздухонагревателей воздушные каналы, регулирующие температуру подогреваемого воздуха.

Воздухонагреватели первого подогрева присоединяют к водяным тепловым сетям по непосредственной схеме. Качественное регулирование теплоотдачи воздухонагревателей в зависимости от температуры наружного воздуха осуществляется в этом случае централизованно в соответствии с температурным графиком работы теплосети.

Воздухонагреватели второго подогрева и местных или зональных доводчиков снабжаются водой с постоянной температурой.

Хладоносителем для системы кондиционирования воздуха, как правило, служит вода от холодильных установок и значительно реже от естественных источников холода. При необходимости глубокого охлаждения воздуха в качестве хладоносителя используют рассолы хлористого кальция. В центральных кондиционерах небольшой производительности можно использовать испаритель компрессионной холодильной машины в качестве поверхностного воздухоохладителя.

Литература: [2], с. 8-25; [4], с.5 – 28; [6], с. 21-24.

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. Назовите процессы, которые невозможно осуществить при непосредственном контакте воздуха с водой.

4. Что характеризует коэффициент эффективности теплообмена?

5. В чём сходство и отличие коэффициента эффективности теплообмена и универсального коэффициента эффективности теплообмена?

6. Перечислите процессы, которые можно получить в результате обработки воздуха водой.

7. Какие теплоносители чаще всего используют для воздухонагревателей первого и второго порядка?

8. Какие хладоносители применяют в центральных СКВ?

ТЕМА 5

Требования к размещению систем кондиционирования воздуха. Схемы компоновки центральных кондиционеров. Планировочные решения СКВ.

Целевая установка

При изучении этой темы обучающийся должен:

знать требования к размещению систем кондиционирования воздуха; возможные схемы компоновки центральных кондиционеров;

уметь выбирать схему компоновки центральных кондиционеров и планировочные решения СКВ

Методические указания

При правильном составлении проекта по кондиционированию помещения обязательно рассматривается возможная разница температур в каждом отдельно взятом помещении. Тогда расчеты будут максимально точны и смогут помочь добиться уравнивания показателей влажности, тепла и притока воздуха в оптимальном соотношении.

Обязательно учитываются все нюансы помещения, а также виды деятельности, под которые отводится та или иная комната. Например, помещение, в котором предполагается сделать спортивный зал должно охлаждаться сильнее, чем рабочий кабинет или спальня

При рассмотрении данной темы следует обратить внимание на последовательность этапов разработки проекта. Обучающийся должен обратить внимание на знание ЕСКД, которое следует неукоснительно соблюдать.

Проекты бывают типовыми и индивидуальными, что отражается на их трудоёмкости и стоимости выполняемых работ.

Литература: [2], с.103-125; [4], с. 5-18 ; [5], с.45-53; [6], с.15-33

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Каковы требования к размещению систем кондиционирования воздуха?
2. Какие особенности помещения следует учитывать при разработке проекта СКВ?
3. Как повлияет неправильный выбор разницы температур в помещении на состоянии воздуха в нём?
4. Перечислите основные этапы проектирования
5. Что такое «типовой проект» и чем он отличается от индивидуального?
6. Можно ли вносить изменения в типовой проект?
7. Каковы этапы согласования проекта?