

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургская государственная академия
холода и пищевых технологий



УТВЕРЖДЕНА
учебно-методическим
советом академии
30 июня 1997 г.

Председатель, проректор
по учебной работе

А.В.Бараненко



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
"ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА",
методические указания и контрольная работа
для специальности 060800 - Экономика и
управление на предприятиях (по отраслям)
специализации 060808 - Экономика и управление
на предприятиях пищевой промышленности
для заочной формы обучения

М-17
Факультет экономики и менеджмента

Кафедра холодильных машин и низкопотенциальной энергетики

Курс 4

Зачет 4 курс

Всего часов: 60

Санкт-Петербург 1997

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Дисциплина "Холодильная техника" знакомит студентов с производством и использованием искусственного холода. Она имеет большое значение для подготовки экономиста-менеджера, занимающегося вопросами экономики и управления на предприятиях пищевой промышленности, поскольку на этих предприятиях широко применяется искусственный холод для сохранения качества скоропортящихся продуктов.

Дисциплина "Холодильная техника" базируется на общетехнических и общетехнических дисциплинах. В ней используются знания, полученные студентами при изучении высшей математики, вычислительной техники, теоретических основ прогрессивных технологий. В случае трудностей в усвоении материала из-за недостатка знаний по ранее пройденным дисциплинам студент должен обратиться к соответствующим дисциплинам самостоятельно.

Изучение данной дисциплины студентами заочного факультета складывается из самостоятельной проработки теоретической части по учебникам и учебным пособиям и выполнения контрольной работы. В период лабораторно-экзаменационной сессии в СПбГАХИТ студенты слушают цикл обзорных лекций, освещающих основные вопросы наиболее трудных разделов дисциплины, и выполняют лабораторную работу.

Изучение теоретической части дисциплины рекомендуется вести последовательно по темам. Заключивать изучение темы следует ответами на вопросы для самопроверки. Контрольная работа охватывает ряд разделов дисциплины, что обязывает студента проработать весь предстоящий материал.

Все неясные вопросы, выявившиеся во время изучения дисциплины, могут решаться путем консультаций.

Согласно учебному плану СПбГАХИТ для специализации 060800 на дисциплину "Холодильная техника" отводится 60 часов.

Данная дисциплина изучается на четвертом курсе. Она включает в себя контрольную работу, лабораторную работу и заканчивается зачетом по всей дисциплине.

ВВЕДЕНИЕ

Краткий исторический обзор холодильной техники. Естественное и искусственное охлаждение. Применение искусственного холода в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства и роль холодильной техники в переработке, хранении и реализации скоропортящихся продуктов. Связь холодильной техники с энергетикой. Перспективы развития холодильной техники.

Литература: [2].

Методические указания

При изучении данного раздела необходимо уяснить различие между естественным и искусственным охлаждением, а также иметь представление о путях и тенденциях развития холодильной техники и применения искусственного холода в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Необходимо точно представлять связь холодильной техники с энергетикой и роль последней в развитии холодильной техники.

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоит принципиальное различие между естественным и искусственным охлаждением?
2. В чем заключается связь холодильной техники с энергетикой?

Тема I. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ.

Идеальный и реальный газы. Термодинамические параметры состояния. Первый закон термодинамики. Эквивалентность теплоты и внутренней энергии, теплоемкость, энтальпия и энтропия. Термодинамические диаграммы. Процессы изменения состояния идеального газа: изотермический, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный. Второй закон термодинамики.

Литература: [1].

Методические указания

При изучении данной темы необходимо изучить основные пара-

состояния, первый и второй законы термодинамики, основные термодинамические диаграммы, а также уяснить понятия: внутренняя энергия, теплоемкость, энтальпия, энтропия. Необходимо изучить процессы изменения состояния идеального газа.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается принцип эквивалентности различных форм энергии?
2. Возможен ли переход теплоты от холодного тела к нагретому?
3. Изобразите в диаграмме $v - p$ процессы изменения состояния идеального газа.

Тема II. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Физические принципы получения низких температур, применяемые в холодильной технике: расширение без совершения внешней работы (дросселирование) и с совершением внешней работы: охлаждение за счет фазовых превращений; термоэлектрическое охлаждение; вихревой эффект

Литература: [2].

Методические указания

При изучении данной темы должны быть уяснены различные физические принципы получения искусственного холода, используемые в холодильной технике, а также физические законы, лежащие в основе этих принципов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие физические принципы получения искусственного холода используются в холодильной технике?
2. Назовите физические законы, лежащие в основе каждого из используемых в холодильной технике принципов получения искусственного холода.

Тема III. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА

Прямой и обратный термодинамические циклы. Классификация обратных циклов. Второй закон термодинамики в применении к обратным циклам. Воздействие клапента с внешними источниками теплоты. Обратный обратный цикл. Максимальная работа цикла. Оценка термодинамического совершенства циклов. Коэффициент обратимости. Холодильный коэффициент. Тепловой насос как трансформатор теплоты. Коэффициент трансформации. Взаимосвязь прямого и обратного циклов теплового двигателя холодильной машины. Тепловой коэффициент.

Литература: [2].

Методические указания

При изучении данной темы необходимо обратить особое внимание на связь между внешними источниками теплоты и внутренними процессами обратного термодинамического цикла, осуществляемого клапентом. Необходимо четко усвоить понятие, основные условия и признаки обратимости процесса и обратного цикла. Необходимо усвоить методику изображения в термодинамических диаграммах различных процессов холодильной машины. Необходимо усвоить, как оценивается термодинамическое совершенство циклов, как определяется энергетическая эффективность циклов.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Какие разновидности обратного термодинамического цикла вы знаете? Каково их назначение?
2. На каких процессах должен состоять обратный обратный термодинамический цикл? Каковы условия обратимости цикла?
3. Изобразите в различных термодинамических диаграммах теоретические циклы паровой холодильной машины и покажите, как с помощью диаграммы определяются: удельная массовая холодопроизводительность, отведенная теплота, работа компрессора.
5. Как определяется энергетическая эффективность циклов?

Тема IV. ХЛАДАГЕНТЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ХЛАДОНОСИТЕЛИ

Классификация хладагентов. Основные требования, предъявляемые к хладагентам: Термодинамические, теплофизические, физикохимические и физиологические свойства хладагентов. Принцип выбора хладагентов. Классификация промежуточных хладоносителей. Основные свойства и принципы выбора промежуточных хладоносителей.

Литература: [2, 6, 7].

Методические указания

Необходимо ознакомиться с общими требованиями, предъявляемыми хладагентам и промежуточным хладоносителям, с их классификацией и изучить их свойства. Следует усвоить влияние термодинамических свойств хладагентов и потери в цикле холодильной машины. Необходимо обратить внимание на рекомендации по выбору хладагентов и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. На какие группы делятся хладагенты по давлениям конденсации?
2. На какие группы делятся хладагенты по нормальным температурам кипения?
3. Какие практические свойства хладагентов должны приниматься во внимание при их выборе?
4. Перечислите наиболее распространенные хладагенты и промежуточные хладоносители?

Тема V. ПАРОВЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Теоретические циклы и принципиальные схемы паровых одноступенчатых холодильных машин. Охлаждение жидкого хладагента перед регулирующим вентилем. Методы сокращения необратимых потерь в цикле паровой холодильной машины. Тепловой расчет одноступенчатой паровой холодильной машины.

Причины перехода к паровым холодильным машинам с многоступенчатой сжатием хладагента и многократным его дросселированием. Определение оптимального промежуточного давления. Циклы и принципиальные схемы двухступенчатых паровых холодильных машин с однократным двухкратным дросселированием.

Литература: [2, 4, 6].

Методические указания

При изучении данного раздела необходимо изучить принцип работы паровой холодильной машины. Необходимо четко уяснить характер и источники необратимых потерь цикла, а также методы сокращения необратимых потерь. Следует усвоить методику теплового расчета одноступенчатой паровой холодильной машины. Необходимо выяснить причины перехода к многоступенчатому сжатию в паровых холодильных машинах и усвоить основные принципиальные схемы и процессы двухступенчатых холодильных машин.

Вопросы и задания для самопроверки

1. В каких условиях целесообразно осуществление регенеративного цикла?
2. В чем заключаются особенности цикла малой паровой холодильной машины с герметичным компрессором?
3. Назовите и обоснуйте причины перехода к многоступенчатому сжатию и многократному дросселированию.
4. Как определяется оптимальное промежуточное давление в двухступенчатых паровых холодильных машинах?

Тема VI. КОМПРЕССОРЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Классификация компрессоров. Компрессоры объемного принципа действия. Принцип действия поршневого компрессора. Теоретические и действительные рабочие процессы поршневого компрессора. Его объемные и тергетические коэффициенты. Конструкции, узлы и детали поршневых компрессоров. Винтовые, ротационные и спиральные компрессоры. Прин-

тип их работы, конструкции, узлы, детали. Компрессоры динамического принципа действия. Центробежные и осевые компрессоры. Принцип действия, конструкции.

Литература: [2, 4, 6, 8].

Методические указания

Необходимо уяснить принцип действия компрессоров объемного и динамического действия. Необходимо ознакомиться с основными элементами конструкций и их назначением. Необходимо уяснить особенности действительных рабочих процессов в поршневом компрессоре и научиться определять его объемные и энергетические показатели.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается принципиальное различие действия компрессоров объемного и динамического действия?
2. Перечислите основные элементы конструкции поршневого компрессора, поясните их назначение.
3. С помощью каких коэффициентов производится оценка энергетического совершенства поршневого компрессора?

Тема VII. ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Классификация конденсаторов и испарителей. Типы и конструкции конденсаторов и испарителей. Теплообмен при конденсации и кипении. Тепловой расчет горизонтального кожухотрубного конденсатора. Тепловой расчет горизонтального кожухотрубного испарителя зетопленчатого типа. Особенности конструкций теплообменных аппаратов малых холодильных машин.

Литература: [2, 4, 5, 9].

Методические указания

Следует уяснить типы основных теплообменных аппаратов и их значение в составе холодильной машины. Следует изучить конструкцию

различных типов теплообменных аппаратов и методики их тепловых расчетов. Необходимо уяснить характер загрязнений в различных типах аппаратов и роль термических сопротивлений при расчете аппарата.

Вопросы для самопроверки

1. Как определяется тепловая нагрузка на конденсатор?
2. Перечислите конденсаторы с жидкостным охлаждением.
3. Как учитывается в тепловом расчете аппарата термическое сопротивление от наличия различных загрязнений? Перечислите основные наиболее характерные виды загрязнений.

Тема VIII. РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И ИХ АГРЕГАТИРОВАНИЕ

Характеристики холодильных машин. Способы регулирования холодопроизводительности паровой холодильной машины. Способы защиты холодильной машины от опасных режимов. Компрессорные агрегаты. Компрессорно-конденсаторные агрегаты. Агрегатированные комплексные холодильные машины.

Литература: [2].

Методические указания

Следует усвоить взаимосвязь всех элементов при работе холодильной машины. Следует уяснить смысл рабочей точки, характеризующей состояние равновесия в работе холодильной машины, усвоить принципы саморегулирования машины и принципы перемещения рабочей точки при изменении тепловой нагрузки на отдельные аппараты. Необходимо ознакомиться с различными способами регулирования холодопроизводительности паровой холодильной машины и дать оценку экономической и энергетической эффективности каждого из способов. Необходимо ознакомиться с принципами агрегатирования и компоновки холодильных машин.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Как холодопроизводительность и потребляемая мощность зависят

от температуры кипения хладагента при неизменной температуре его конденсации в паровой холодильной машине? Покажите эти зависимости графически.

2. Какой способ плавного регулирования производительности поршневого компрессора является наиболее экономичным?

3. Перечислите виды агрегатирования холодильных машин.

Тема IX. ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ТОРГОВЛИ И ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ. ХОЛОДИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ.

Понятие о холодильных установках. Холодильники, их классификация по целевому назначению и емкости. Особенности холодильников торговой сети. Условия и длительность хранения пищевых продуктов в холодильниках предприятий пищевой промышленности, торговли и общественного питания. Разборные холодильные камеры, холодильные шкафы, охлаждаемые прилавки. Бытовые холодильники, охлаждаемые витрины. Назначение холодильного транспорта как связующего звена "непрерывной холодильной цепи". Виды холодильного транспорта. Особенности применения автомобильного транспорта в системе торговли и общественного питания.

Литература: [2, 3, 6].

Методические указания

При изучении этой темы необходимо уяснить различие между основными типами холодильников как звеньями "непрерывной холодильной цепи" и их классификацию. Следует обратить внимание на малые торговые холодильники, разборные камеры, прилавки, шкафы, охлаждаемые витрины и бытовые холодильники. Необходимо изучить способы охлаждения, применяемые на транспорте. Уяснить, почему оказывается предпочтение машинному охлаждению на всех видах транспорта, используемых для перевозок на большие расстояния.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы особенности различных типов холодильников?

2. Какие типы холодильных машин используются в холодильных предприятиях пищевой промышленности, торговли и общественного питания?

3. Перечислите виды холодильного триникорда.

Тема X. СХЕМЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК И СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЕЧАЩЕЙ И АППАРАТОВ

Схемы холодильных установок и требования, предъявляемые к схемам. Системы непосредственного охлаждения и системы охлаждения посредством теплоносителя. Способы подачи рабочего вещества в охлаждающие приборы. Схемы холодильных установок с промежуточными теплоносителями. Схемы охлаждения и охлаждающие приборы в холодильных установках предприятий пищевой промышленности.

Литература [3, 6].

Методические указания

Следует обратить внимание на характерные особенности систем охлаждения, на их преимущества и недостатки. Указать, когда целесообразно применять охлаждение посредством теплоносителя и когда - непосредственное охлаждение. Необходимо рассмотреть способы подачи хладагента в охлаждающие приборы и схемы холодильных установок с теплоносителем.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются системы охлаждения?
2. В чем преимущества и недостатки систем непосредственного охлаждения?
3. Назовите существующие способы подачи хладагента в охлаждающие приборы.
4. Какие системы охлаждения и охлаждающие приборы применяются в разборных камерах, прилавках, витринах?

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

В период лабораторно-экзаменационной сессии в СПбГАХИТ студенты выполняют лабораторную работу "Полное испытание паровой одноступенчатой холодильной машины".

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА "ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОДНОСТУПЕНЧАТОЙ ПАРОВОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ"

Построить и рассчитать термодинамический цикл холодильной машины. Определить тепловую нагрузку на конденсатор. Определить объемные и энергетические коэффициенты, теоретическую объемную производительность, эффективную мощность компрессора. Определить эффективный холодильный коэффициент.

По значению теоретической объемной производительности подобрать серийный поршневой компрессор с электродвигателем к нему.

Выполнить тепловой расчет испарителя и конденсатора. Принять конструкцию испарителя - горизонтальный кожухотрубный запаренного типа; конденсатора - горизонтальный кожухотрубный. Расчет проводить по критериальным уравнениям теплопередачи.

По полученным значениям площади теплообменной поверхности подобрать серийные испаритель и конденсатор.

Примечания: 1. Вариант задания выбирается по приведенной ниже таблице.

2. Температуры кипения и температуры конденсации хладагента выбираются по последней цифре шифра.

3. Холодопроизводительность выбирается по предпоследней цифре шифра.

4. Хладагент и тип аппарата выбирается по третьей справа цифре шифра. К - конденсатор, И - испаритель.

Наименование	Варианты								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Температура кипения, °C	+5	0	-5	-5	-10	-10	-15	-15	-20
Температура конденсации, °C	45	40	30	20	35	35	20	30	20
Холодопроизводительность, кВт	10	12	15	18	20	30	40	50	70
Хладагент	134в	22	22	134в	134в	22	717	717	717
Тип аппарата	К	И	К	К	И	К	И	К	И

Список литературы

1. Теоретические основы хладотехники. Термодинамика / Под ред. Э.И.Гуйго. - М.: Колос, 1995. - 285 с.
2. Холодильные машины : Учеб. / Под ред. И.А.Сакуна. - Л.: Машиностроение, 1985. - 510 с.
3. Курылев Е.С., Герасимов Н.А. Холодильные установки: Учеб. - Л.: Машиностроение, 1980. - 622 с.
4. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин: Учеб. пособие / Под ред. И.А.Сакуна. - Л.: Машиностроение, 1987. - 423 с.
5. Теплообменные аппараты холодильных установок: Г.Н.Демидова, С.Н.Богданов, О.П.Иванов и др. - Л.: Машиностроение, 1986. - 303 с.
6. Зеликовский И.Х., Каплан Л.Г. Малые холодильные машины и установки: Справ. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1989. - 672 С.
7. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ: Справ. - М.: Агропромиздат, 1985. - 108 с.
8. Холодильные компрессоры : Справ. / Под ред. А.В.Быкова. - М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. - 224 с.
9. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин: Справ. / Под ред. А.В.Быкова. - М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. - 247 с.