

СИБИРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ

ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Программа, методические указания
и задания контрольной и самостоятельной работ для
студентов заочной формы обучения специальности 260501.65
Технология продуктов общественного питания

Новосибирск 2009

Кафедра оборудования предприятий торговли
и общественного питания

Холодильная техника и технология : программа, методические указания и задания контрольной и самостоятельной работ / [сост.: А.П. Кузнецов, канд. техн. наук, доцент, Е.Г. Кузнецова, канд. техн. наук, доцент]. – Новосибирск : СибУПК, 2009. – 32 с.

Рецензент Леконцев Ю.М., канд. техн. наук, доцент

Программа, методические указания утверждены и рекомендованы к изданию кафедрой оборудования предприятий торговли и общественного питания, протокол от 18 января 2008 г. № 4.

© Сибирский университет
потребительской кооперации, 2009

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Все предприятия, имеющие дело с продовольственными скоропортящимися продуктами, оснащены холодильным оборудованием. Это оборудование должно грамотно эксплуатироваться, поддерживая нужные температурно-влажностные условия холодильной обработки продуктов, полуфабрикатов и кулинарной продукции. При этом должно потребляться минимальное количество электроэнергии, воды и других расходных материалов.

В соответствии с вышеизложенным в учебный план подготовки специалистов специальности 260501.65 «Технология продуктов общественного питания» включена дисциплина «Холодильная техника и технология». Она входит в блок специальных дисциплин учебного плана.

Данная методическая разработка предназначена для студентов заочной формы обучения специальности 260501.65 «Технология продуктов общественного питания». Она включает в себя объемы часов для изучения содержания дисциплины, методические указания к выполнению контрольной работы, а также задания контрольной и самостоятельной работ. Приводится список рекомендуемой литературы.

Программа и методические указания выполнены в соответствии с учебной программой и Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования второго поколения.

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СРОКАМ ОБУЧЕНИЯ (ЧАС)

2.1. Заочная форма обучения – 5,5 лет

Вид занятия	4 курс
Аудиторные занятия:	16
лекции	8
лабораторные	8
Самостоятельная работа	56
Контрольная работа	+
<i>Общая трудоемкость</i>	72
Вид итогового контроля	Зачет

2.2. Заочная форма обучения - 3,5 года

Вид занятия	3 курс
Аудиторные занятия:	10
<i>лекции</i>	6
<i>лабораторные</i>	4
Самостоятельная работа	62
Контрольная работа	+
<i>Общая трудоемкость</i>	72
Вид итогового контроля	Зачет

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематический план дисциплины Заочная форма обучения – 5,5 лет

Темы дисциплины	Количество часов на изучение			
	всего	в том числе		
		лекции	лаборат. занятия	самост. работа
1	2	3	4	5
Введение	1			1
1. Обратный термодинамический цикл	6	2		4
2. Рабочий процесс в цилиндре поршневого компрессора	6	2		4
3. Стандартные и рабочие режимы холодильных машин	4	2		2
4. Холодильные агенты и хладоносители	3			3
5. Компрессоры холодильных машин	4		2	2
6. Теплопередающие аппараты холодильных машин	4		2	3
7. Вспомогательные аппараты холодильных машин. Арматура	4			3
8. Автоматизация холодильных машин и установок	5		2	3
9. Холодильные агрегаты и малые холодильные машины	3		2	2
10. Стационарные холодильники. Единая холодильная цепь	6	2		4
11. Основы проектирования холодильников	8			7

Окончание

1	2	3	4	5
12. Торговое холодильное оборудование	3			3
13. Холодильное технологическое оборудование	2			2
14. Холодильный транспорт	4			4
15. Теоретические основы холодильной технологии пищевых продуктов	3			3
16. Охлаждение и замораживание пищевых продуктов	4			4
17. Холодильное хранение пищевых продуктов	1			1
18. Отопление и размораживание продуктов	1			1
Всего	72	8	8	56

Заочная форма обучения – 3,5 года

Темы дисциплины	Количество часов на изучение			
	всего	в том числе		
		лекции	лаборат. занятия	самост. работа
1	2	3	4	5
Введение	1			1
1. Обратный термодинамический цикл	6	2		4
2. Рабочий процесс в цилиндре поршневого компрессора	5	2		3
3. Стандартные и рабочие режимы холодильных машин	4	2		2
4. Холодильные агенты и хладагенты	4			4
5. Компрессоры холодильных машин	4		2	2
6. Теплопередающие аппараты холодильных машин	4			4
7. Вспомогательные аппараты холодильных машин. Арматура	4			4
8. Автоматизация холодильных машин и установок	5		2	3
9. Холодильные агрегаты и малые холодильные машины	2			2

Окончание

1	2	3	4	5
10. Стационарные холодильники. Единая холодильная цепь	7			7
11. Основы проектирования холодильников	7			7
12. Торговое холодильное оборудование	3			3
13. Холодильное технологическое оборудование	2			2
14. Холодильный транспорт	4			4
15. Теоретические основы холодильной технологии пищевых продуктов	4			4
16. Охлаждение и замораживание пищевых продуктов	4			4
17. Холодильное хранение пищевых продуктов	1			1
18. Отепление и размораживание продуктов	1			1
Всего	72	6	4	62

3.2. Разделы дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы искусственного охлаждения.

Раздел 2. Холодильные установки.

Раздел 3. Основы холодильной технологии пищевых продуктов.

3.3. Темы и их краткое содержание

Введение

Роль искусственного охлаждения для различных отраслей народного хозяйства страны. Особая роль искусственного охлаждения для общественного питания и торговли. Основные периоды истории развития холодильной техники и технологии России и передовых зарубежных стран. Перспективы развития холодильного хозяйства России и передовых зарубежных стран.

Раздел 1. Теоретические основы искусственного охлаждения

Тема 1. Обратный термодинамический цикл

Физическая сущность охлаждения. Охлаждение естественное и искусственное. Способы осуществления искусственного охлаждения.

Теоретические основы машинного охлаждения. Обратный термодинамический цикл.

Холодильный коэффициент обратного термодинамического цикла. Удельная массовая и удельная объемная холодопроизводительности холодильного агента. Баланс энергии компрессионной холодильной машины. Процесс переохлаждения жидкого холодильного агента, его положительная роль и пути осуществления. «Сухой» и «влажный» ход компрессора. Преимущество «сухого» хода компрессора.

Теоретический цикл паровой компрессионной холодильной машины, построение в координатах S-T, i-lgP, расчет теоретического цикла.

Тема 2. Рабочий процесс в цилиндре поршневого компрессора

Теоретический процесс в цилиндре поршневого компрессора. Действительный процесс в цилиндре поршневого компрессора. Объемные потери компрессора, потери холода вне компрессора, энергетические потери в компрессоре.

Тема 3. Стандартные и рабочие режимы холодильных машин

Понятие стандартных и рабочих режимов холодильных машин. Пересчет с одного режима на другой. Графические характеристики холодильных машин. Необходимость конструирования многоступенчатых холодильных машин. Двухступенчатые холодильные машины с полным и неполным промежуточным охлаждением.

Тема 4. Холодильные агенты и хладоносители

Понятие, требования к холодильным агентам. Наиболее распространенные холодильные агенты, их свойства. Экологически безопасные холодильные агенты. Хладоносители.

Тема 5. Компрессоры холодильных машин

Назначение, виды компрессоров. Классификация поршневых компрессоров, маркировка. Устройство и принцип работы сальнико-

вого поршневого компрессора. Бессальниковые и герметичные холодильные компрессоры. Герметичные компрессоры с экранированным ротором. Достоинства и недостатки различных конструкций холодильных компрессоров.

Тема 6. Теплопередающие аппараты холодильных машин

Основные требования к теплопередающим аппаратам. Назначение, классификация и маркировка конденсаторов холодильных машин. Факторы, влияющие на процесс теплопередачи в конденсаторах. Пути экономии воды при эксплуатации конденсаторов с водяным охлаждением. Расчет конденсаторов.

Назначение, классификация и устройство различных типов испарителей холодильных машин. Факторы, влияющие на процесс теплопередачи в испарителях. Расчет испарителей.

Тема 7. Вспомогательные аппараты холодильных машин. Арматура

Общее назначение вспомогательных аппаратов. Функции маслоотделителя, воздухоотделителя, отделителя жидкости.

Вспомогательные аппараты фреоновых холодильных машин. Назначение, устройство, принцип работы теплообменника, ресивера, фильтра, осушителя. Место установки перечисленных аппаратов в схеме фреоновой холодильной машины.

Назначение и место установки запорной арматуры.

Тема 8. Автоматизация холодильных машин и установок

Значение автоматизации различных технологических процессов. Классификация средств автоматизации.

Степень автоматизации (полная и неполная) холодильных установок.

Регулирование процесса заполнения испарителя жидким холодильным агентом. Суть данного процесса.

Терморегулирующий вентиль (ТРВ), устройство и принцип работы. Поддержание заданной температуры в охлаждаемом объекте.

Реле низкого давления, реле температуры, устройство и принцип их работы. Коэффициент рабочего времени компрессора. Защита холодильной машины в случае аварийного режима работы. Реле высокого давления, реле максимального тока, тепловое реле. Принцип их работы.

Регулирование расхода воды на конденсатор. Важность данного процесса. Водорегулирующий вентиль, принцип его работы.

Тема 9. Холодильные агрегаты и малые холодильные машины

Понятие холодильного агрегата, целесообразность выпуска холодильных машин в виде агрегатов, классификация, маркировка.

Марки холодильных агрегатов и малых холодильных машин, эксплуатируемых на предприятиях торговли и общественного питания.

Раздел 2. Холодильные установки

Тема 10. Стационарные холодильники. Единая холодильная цепь

Понятие «холодильная установка»

Многообразие видов холодильных установок.

Стационарные холодильники.

Типы холодильников. Понятие единой холодильной цепи. Основные требования к единой холодильной цепи.

Характеристика основных звеньев единой холодильной цепи.

Условная емкость холодильников (холодильных камер).

Системы охлаждения холодильников. Способы охлаждения камер, их достоинства и недостатки.

Тема 11. Основы проектирования холодильников

Понятие проекта, типовое и индивидуальное проектирование.

Типовые строительно-изоляционные конструкции ограждений охлаждаемых камер. Тепло- и пароизоляционные материалы.

Проектное задание. Количество охлаждаемых камер, их емкость, площадь.

Принцип планировки холодильника.

Расчетные параметры. Выбор и расчет тепловой изоляции ограждений охлаждаемых камер. Калорический расчет камер. Расчет и подбор холодильных машин. Определение потребной поверхности приборов охлаждения. Поверочный расчет холодильной установки.

Тема 12. Торговое холодильное оборудование

Назначение и классификация торгового холодильного оборудования. Модульное оборудование. Правила эксплуатации, пути совершенствования торгового холодильного оборудования.

Тема 13. Холодильное технологическое оборудование

Назначение и классификация холодильного технологического оборудования. Холодильное оборудование заготовочных предприятий общественного питания для охлаждения и замораживания продукции. Морозильные аппараты. Сублимационные установки, принцип их работы.

Тема 14. Холодильный транспорт

Назначение и виды холодильного транспорта. Железнодорожный холодильный транспорт. Поезда-рефрижераторы, секции, автономные вагоны-рефрижераторы. Автомобильный холодильный транспорт. Понятие изотермического холодильного транспорта. Принцип охлаждения транспорта сжиженными газами.

Раздел 3. Основы холодильной технологии пищевых продуктов

Тема 15. Теоретические основы холодильной технологии пищевых продуктов

Задачи и способы холодильной технологии. Основные свойства пищевых продуктов и их изменение при холодильной обработке и хранении. Влияние температуры на скорость микробиальных и ферментативных процессов в продуктах. Параметры и методы холодильной обработки продуктов, полуфабрикатов и кулинарной продукции. Вспомогательные средства холодильной технологии.

Тема 16. Охлаждение и замораживание пищевых продуктов

Процесс охлаждения пищевых скоропортящихся продуктов. Изменения, происходящие в продуктах при охлаждении. Практические способы охлаждения основных видов скоропортящихся продуктов. Пути интенсификации процесса охлаждения продуктов.

Процесс замораживания пищевых скоропортящихся продуктов. Изменение теплофизических характеристик продуктов в процессе их замораживания. Основные показатели процесса замораживания продуктов. Физические и биохимические изменения в продуктах в процессе замораживания. Замораживание кулинарных изделий различной степени готовности. Интенсификация процесса замораживания продуктов.

Тема 17. Холодильное хранение пищевых продуктов

Условия и сроки хранения продуктов в охлажденном и замороженном состоянии. Усушка продуктов, возможные пути снижения усушки.

Тема 18. Отепление и размораживание продуктов

Режимы отепления и размораживания продуктов. Практическое проведение отепления и размораживания основных видов пищевых скоропортящихся продуктов. Размораживание кулинарных изделий.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Студенты заочной формы обучения выполняют одну контрольную работу, что позволит усвоить основные особенности дисциплины, научиться работать с информационным контекстом, получить навыки оформления учебных письменных работ.

Контрольная работа должна быть выполнена и защищена до зачета по дисциплине. Работы, направленные на доработку, необходимо в кратчайший срок исправить и вернуть с замечаниями рецензента для повторной проверки. Работу, рекомендуемую к собеседованию, необходимо защитить.

При выполнении контрольной работы может использоваться литература из списка рекомендуемой, а также дополнительная.

Задание контрольной работы заключается в построении и расчете теоретического цикла компрессионной холодильной машины по заданным параметрам.

Номер задания контрольной работы определяется согласно таблице 1 по двум последним цифрам личного дела (шифра) студента. Так, например, если шифр ТХ-98-28, то номер задания будет 8.

Номер задания контрольной работы

Предпоследняя цифра в шифре	Последняя цифра в шифре студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	30	29	14	2	1	30	1	3	2
1	2	25	4	3	3	26	5	4	5	29
2	6	5	8	27	7	6	9	28	8	7
3	9	8	10	12	10	9	11	15	11	10
4	12	11	30	1	13	12	2	12	14	13
5	15	14	3	9	16	15	4	10	17	16
6	18	17	5	7	19	18	6	8	20	19
7	21	20	13	23	22	21	14	24	23	22
8	24	23	16	22	25	24	17	15	26	25
9	27	26	19	20	28	27	18	21	29	28

5. ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

По исходным данным необходимо построить и рассчитать теоретический цикл паровой компрессионной холодильной машины. Цикл необходимо построить в координатах i -lgP и S-T. Выполнение работы должно проходить в следующем порядке:

1. Описать построение цикла по заданным параметрам в координатах i -lgP и S-T.
2. Перечислить процессы, составляющие цикл холодильной машины. Охарактеризовать теплоту (работу) процессов. В каких аппаратах протекают эти процессы?
3. Выписать агрегатное состояние холодильного агента и значение его параметров в узловых точках цикла.
4. Произвести расчет цикла.
5. Принять второе (заданное) значение параметра (табл. 3) при прежних значениях остальных параметров и вновь провести расчет цикла.
6. Проанализировать полученные результаты.

Исходные данные к контрольной работе определяются по таблицам 2 и 3 в соответствии с номером задания.

Таблица 2

Исходные данные к контрольной работе

Параметры	Номер задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Холодильный агент	R22	R12	R22	R12	R12	R12	R12	R22	R22	R12
2. Холодопроизводительность машины, Q_0 , кВт	35	20	2,8	9	10	6	4,0	8	3,5	40
3. Температура кипения холодильного агента, t_0 , °C	-40	-30	-45	-25	-35	-30	-20	-50	-40	-30
4. Температура конденсации холодильного агента, t , °C	30	35	40	35	45	40	30	35	40	45
5. Температура переохлаждения жидкого холодильного агента, t_3 , °C	25	30	35	30	35	35	20	25	30	40
6. Температура парообразного холодильного агента на входе в компрессор, t_1 , °C	-30	-15	-30	-15	-15	-20	-10	-40	-30	-20
Параметры	Номер задания									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Холодильный агент	R22	R12	R12	R12	R12	R22	R22	R12	R12	R12

Продолжение табл. 2

2. Холодо-производительность машины, Q_0 , кВт	12	20	1,25	30	8,6	3	10	16	4,6	16
3. Температура кипения холодильного агента, t_0 , °C	-50	-15	-45	-20	-30	-55	-60	-35	-40	-30
4. Температура конденсации холодильного агента, t , °C	40	30	35	35	35	40	40	40	40	45
5. Температура переохлаждения жидкого холодильного агента, t_3 , °C	30	25	25	30	30	30	30	35	30	30
6. Температура парового холодильного агента на входе в компрессор, t_1 , °C	-20	-5	-25	-15	-15	-45	-45	-20	-20	-15
Параметры	Номер задания									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Холодильный агент	R12	R22	R12	R12	R22	R12	R22	R12	R12	R22
2. Холодо-производительность машины, Q_0 , кВт	75	22	18	16	8	50	4	32	14	80

Окончание табл. 2

3. Температура кипения холодильного агента, t_0 , °C	-55	-45	-50	-35	-50	-15	-60	-40	-35	-40
4. Температура конденсации холодильного агента, t , °C	30	45	35	40	35	35	40	35	30	35
5. Температура переохлаждения жидкого холодильного агента, t_3 , °C	20	30	25	30	30	20	25	20	20	25
6. Температура парового холодильного агента на входе в компрессор, t_1 , °C	-30	-30	-40	-20	-25	0	-45	-20	-25	-30

Исходные данные к контрольной работе

Параметры	Номер задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Температура кипения холодильного агента, t_0 , °С	-	-	-50	-	-25	-25	-	-45	-	-40
2. Температура конденсации холодильного агента, t , °С	40	45	-	40	-	-	40	-	50	-
Параметры	Номер задания									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Температура кипения холодильного агента, t_0 , °С	-35	-30	-30	-	-40	-	-50	-25	-30	-
2. Температура конденсации холодильного агента, t , °С	-	-	-	45	-	50	-	-	-	35
Параметры	Номер задания									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Температура кипения холодильного агента, t_0 , °С	-40	-55	-	-25	-30	-30	-50	-30	-	-
2. Температура конденсации холодильного агента, t , °С	-	-	45	45	-	-	-	-	40	45

Указания к выполнению контрольной работы.

Указания изложены в порядке перечня пунктов, определяющих объем задания.

1. Прежде всего, необходимо взять диаграммы для заданного холодильного агента (см. Приложение 1, 2) и внимательно их изучить, руководствуясь материалами, изложенными в Л-1 (с.26-30); Л-3 (с.17-22). Изучение диаграмм заключается в уяснении перечня линий постоянных значений параметров, их относительного расположения на диаграммах, уяснение размерностей и масштаба параметров.

После того как диаграммы изучены, необходимо приступить к построению цикла.

Порядок построения цикла следует пояснить рисунком (как в координатах $i\text{-lg}P$, так и в координатах $S\text{-}T$). Рисунки должны быть выполнены без масштаба, но примерно копирующими форму цикла, изображаемого в координатах $i\text{-lg}P$ и $S\text{-}T$. Узловые точки цикла необходимо пометить принятыми цифрами. Образцы таких рисунков приведены ниже (рис. 1 и 2).

Для построения цикла в тех или других координатах сначала надо найти линии давлений (кипения P_0 и конденсации P). Находим их по соответствующим заданным температурам t_0 и t (рис. 1 и 2). Поскольку в области парожидкостной смеси (т.е. между пограничными линиями $x=0$ и $x=1$) линии постоянных давлений (изобары) совпадают с линиями постоянных температур (изотермами), следовательно, точки пересечения изотерм t_0 и t с пограничными линиями $x=0$ и $x=1$ являются точками, через которые проходят линии соответствующих давлений. Возьмем, например, пограничную $x=1$. Пересечение ее с заданной изотермой t_0 определяет точку 1^1 , через которую и проходит линия соответствующего давления кипения P_0 . Аналогично пересечение линии $x=1$ с заданной изотермой t определит точку 2^1 , через которую проходит линия соответствующего давления P . Для того чтобы найти точку I , необходимо знать, что в этой точке давление должно быть P_0 , а температура равна заданной величине t_1 . Следовательно, точка I найдется на пересечении линии P_0 с линией постоянной температуры заданной величины, то есть t_1 .

Далее необходимо построить процесс адиабатного сжатия. Проводим его по адиабате из точки I до пересечения с линией давления P . Это и есть точка 2. Точка 3^1 , представляющая собой точку полной конденсации холодильного агента, находится на пересечении линии давления P с пограничной линией $x=0$.

Рис. 1. Построение цикла холодильной машины в координатах i -lgP

Рис. 2. Построение цикла холодильной машины в координатах S-T

Для нахождения точки 3 известно, что давление в ней должно быть P , а температура равна заданной величине t_3 . Следовательно, точка 3 должна находиться на пересечении линии давления P с изотермой t_3 в области жидкого состояния холодильного агента. Точка 4 характеризует состояние холодильного агента в конце процесса его дросселирования. Поэтому она должна определяться как точка пересечения процесса дросселирования холодильного агента из точки 3 с линией P_0 .

В настоящих методических указаниях достаточно подробно описано построение цикла, однако не указывается, каково направление процессов, составляющих цикл в координатах $i-lgP$ и $S-T$.

На рисунках 1 и 2 показаны только два процесса (кипение и перегрев). При выполнении работы необходимо конкретизировать описание построения цикла в тех и других координатах, пояснив рисунками, аналогичными рис. 1 и 2.

Для успешного решения этих вопросов надо уяснить при изучении соответствующего материала учебника, как взаимно располагаются на диаграмме линии постоянных значений параметров, чем характеризуются такие процессы, как адиабатное сжатие, конденсация, переохлаждение, дросселирование.

Нет необходимости проводить линии на самих диаграммах, данных в приложении. Достаточно проставить на них и обозначить узловые точки.

Точки и обозначения необходимо наносить на диаграмму простым карандашом слегка, чтобы не испортить диаграммы. После окончания лабораторно-экзаменационной сессии обозначения следует убрать, а методические указания вернуть в методический кабинет.

2. На построенном цикле надо пометить линии постоянных значений параметров, то есть $t_0=const$, $t=const$, $t_3=const$, $t_1=const$.

После этого нужно перечислить процессы, составляющие цикл, пояснив, в каких элементах холодильной машины эти процессы протекают, и дать краткую характеристику процессов. Например: «4–1– процесс кипения жидкого холодильного агента (рис. 1, 2). Процесс этот протекает в испарителе холодильной машины. Процесс изотермический, т.е. протекающий при постоянной температуре (для данного варианта, например, при $t_0 = -20^\circ\text{C}$).

По тепловому эффекту процесс эндотермический, то есть протекает с поглощением теплоты. Теплота при этом отнимается от ох-

лаждаемой среды через стенку испарителя. Количество теплоты численно равно площади под линией процесса в координатах $S-T$ (площадь $4 - S_4 - S_1' - 1'$) или величине проекции процесса на ось абсцисс (в координатах $i-lgP$ отрезок $i_4 - i_1'$).

Следующий процесс – $1'-1$. Это процесс перегрева парообразного холодильного агента. Процесс протекает во всасывающем трубопроводе, либо в регенеративном теплообменнике, либо частично в испарителе. В данной работе для простоты можно считать, что перегрев осуществляется полностью в испарителе (в этом случае теплота этого процесса в сумме с теплотой процесса кипения составляет величину удельной массовой холодопроизводительности q_0). Итак, процесс перегрева $1' - 1$ протекает с повышением температуры от t_0 до t_1 при постоянном давлении P_0 (для данного варианта, например, при $P=0,15$ МПа). Количество теплоты данного процесса численно равно площади под процессом в координатах $S-T$ (площадь $S_1' - 1' - 1 - S_1$) и величине проекции на ось абсцисс в координатах $i-lgP$ (отрезок $i_1' - i_1$).

Аналогичным образом следует охарактеризовать и другие процессы, входящие в цикл.

Необходимо изобразить (структурно) схему паровой компрессионной холодильной машины, обозначив ее элементы.

3. После того как цикл построен (помечены на диаграммах его узловые точки) и выполняющий контрольную работу четко уяснил, какие процессы составляют этот цикл, необходимо выписать для каждой узловой точки, руководствуясь диаграммой, следующее:

- агрегатное состояние холодильного агента (жидкость, сухой насыщенный или перегретый пар, парожидкостная смесь);
- значения параметров (температура, давление, энтальпия, энтропия, степень сухости пара (паросодержание), удельный объем).

Агрегатное состояние и значения параметров холодильного агента можно представить в виде таблицы 4.

Агрегатное состояние и значения параметров
холодильного агента в узловых точках цикла

Узловые точки цикла	Агрегатное состояние	Температура, С	Давление, МПа	Энтальпия, кДж/кг	Энтропия, $\frac{кДж}{кг \cdot К}$	Паросодержание в долях	Удельный объем, м ³ /кг
1'							
1							
2							
2'							
3'							
3							
4							

4. Расчет цикла.

4.1. Прежде всего определяется удельная массовая холодопроизводительность холодильного агента, т.е. количество теплоты, отнимаемое одним килограммом холодильного агента в процессе его кипения и перегрева, кДж/кг:

$$q_0 = i_1 - i_4. \quad (4-1)$$

4.2. Работа на осуществление цикла для холодильной машины с регулирующим вентилем, отнесенная к 1 кг холодильного агента, определяется согласно выражению, кДж/кг:

$$l = i_2 - i_1. \quad (4-2)$$

4.3. Количество теплоты, передаваемое одним килограммом холодильного агента окружающей среде в процессе охлаждения парообразного холодильного агента до температуры конденсации, в процессе конденсации, а также в процессе переохлаждения жидкого холодильного агента, определяется следующим образом, кДж/кг:

$$q = i_2 - i_3 \quad (4-3)$$

С целью текущей проверки расчета необходимо проверить, выполняется ли баланс энергии холодильной машины (на 1 кг холодильного агента), т.е. должно выполняться равенство

$$q = q_0 + l \quad (4-4)$$

4.4. Холодильный коэффициент цикла:

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l} \quad (4-5)$$

4.5. Массовый расход холодильного агента, кг/с:

$$G = \frac{Q_0}{q_0} \quad (4-6)$$

4.6. Удельная объемная холодопроизводительность холодильного агента определяется согласно выражению, кДж/м³,

$$q_V = \frac{q_0}{v_1}, \quad (4-7)$$

где v_1 – удельный объем холодильного агента на входе в компрессор, то есть в точке 1, м³/кг.

4.7. Объемная производительность компрессора может быть определена по формуле, м³/с,

$$V = \frac{Q_0}{q_V} \quad (4-8)$$

или

$$V = G \cdot v_1. \quad (4-9)$$

4.8. Теоретическая мощность компрессора определяется выражением, кВт,

$$N_T = l \cdot G. \quad (4-10)$$

4.9. Количество теплоты, передаваемое в единицу времени окружающей среде, кВт:

$$Q = q \cdot G. \quad (4-11)$$

В итоге расчета необходимо проверить баланс энергии холодильной машины в единицу времени. Должно выполняться равенство

$$Q = Q_0 + N_T. \quad (4-12)$$

При этом допустима относительная погрешность около 1%.

5. В соответствии с заданием принимается другое значение параметра (t_o или t) при прежних значениях остальных параметров. При этом вновь составляется таблица по аналогии с таблицей 4, после чего опять проводится расчет цикла.

6. Сравнивая полученные результаты с предыдущими, студент должен сделать анализ влияния на результаты расчета (и в первую очередь на q_o , l , ε , N_T) характера изменения заданного параметра (t_o или t).

С целью самоконтроля усвоения материала в объеме контрольной работы необходимо обратиться к перечню вопросов, представленных в конце заданий контрольной работы (после табл. 3).

Перечень вопросов для закрепления материала в объеме контрольной работы

1. Что такое холодильный цикл? Какие процессы он включает?
Отличие холодильного цикла от цикла теплового двигателя.
2. Что включает в себя понятие «холодильная машина»?
3. В каком элементе холодильной машины происходит процесс кипения жидкого холодильного агента, другие процессы?
4. Баланс энергии холодильной машины. Как его показать на цикле?
5. Как оценивается эффективность холодильных циклов?
6. Какое значение может принимать холодильный коэффициент?
7. Что такое холодопроизводительность машины Q_0 ? Единицы ее измерения. Что называют удельной массовой и удельной объемной холодопроизводительностью? В каких единицах они измеряются? Связь между всеми видами холодопроизводительности.
8. Что такое переохлаждение жидкого холодильного агента? С какой целью его осуществляют? Пути осуществления переохлаждения жидкого холодильного агента.
9. Что означает «сухой» и «влажный» ход компрессора? Преимущества сухого холода.
10. Какие имеются диаграммы состояния холодильных агентов? Их преимущества и недостатки.
11. Какой цикл принято называть теоретическим циклом паровой компрессионной холодильной машины?
12. Какие параметры необходимо знать, чтобы построить теоретический цикл холодильной машины?
13. Порядок построения теоретического цикла в диаграммах i -lgP и S-T.
14. Как определить параметры холодильного агента в узловых точках цикла в диаграммах i -lgP и S-T?
15. Какие величины определяются в результате расчета теоретического цикла?
16. Порядок проведения расчета.
17. Как влияет на эффективность цикла температура кипения холодильного агента?
18. Как влияет на эффективность цикла температура конденсации холодильного агента?

6. ЗАДАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В качестве самостоятельной работы предлагается изучить приведенные ниже темы с использованием рекомендуемого списка литературы. Самостоятельная работа позволяет более полно и глубоко изучить дисциплину «Холодильная техника и технология» и выполнить контрольную работу на должном уровне.

Темы дисциплины	Источники, рекомендуемые для самостоятельной работы
Введение	1, 2, 3
1. Обратный термодинамический цикл	1, 2, 3
2. Рабочий процесс в цилиндре поршневого компрессора	1, 2, 3
3. Стандартные и рабочие режимы холодильных машин	1, 2, 3
4. Холодильные агенты	1, 2, 3
5. Компрессоры холодильных машин	1, 2, 3
6. Теплопередающие аппараты холодильных машин	1, 2, 3
7. Вспомогательные аппараты холодильных машин. Арматура	1, 2, 3
8. Автоматизация холодильных машин и установок	1, 2, 3
9. Холодильные агрегаты и малые холодильные машины	1, 2, 3
10. Стационарные холодильники. Единая холодильная цепь	1, 2
11. Основы проектирования холодильников	1, 4, 5, 7, 8
12. Торговое холодильное оборудование	1, 2, 3, 6
13. Холодильное технологическое оборудование	1, 2
14. Холодильный транспорт	1, 2, 3
15. Теоретические основы холодильной технологии пищевых продуктов	1, 2, 4
16. Охлаждение и замораживание пищевых продуктов	1, 2, 4
17. Холодильное хранение пищевых продуктов	1, 2, 4
18. Отопление и размораживание продуктов	1, 2, 4

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии. – М.: Пищевая промышленность, 2005.
2. Большаков С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания. – М.: АСАДЕМА, 2003.
3. Мальгина Е.В., Мальгин Ю.В., Суедов В.П. Холодильные машины и установки. – М.: Пищевая промышленность, 2006.

Нормативные документы

4. СанПиН 2.3.2.1324-03. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы. – М.: Инфра-М, 2003.
5. СНИП II-Л.8-71. Предприятия общественного питания. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1972.

Дополнительная литература

6. Зеликовский И.Х., Каплан Л.Г. Малые холодильные машины и установки: справочник в двух частях: малые холодильные машины; малые холодильные установки. – М.: Пищевая промышленность, 1978, 1979.
7. Пример расчета холодильника для предприятий общественного питания. Методические указания к дипломному и курсовому проектированию для студентов спец. 271200. «Технология продуктов общественного питания». – Новосибирск: СибУПК, 2002.
8. Методические указания по руководству к дипломному проектированию для студентов специальности 260501.65 «Технология продуктов общественного питания», раздел «Холодоснабжение». – Новосибирск: СибУПК, 2002.

ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Программа, методические указания
и задания контрольной и самостоятельной работ

Редактор Л.Н. Матусенкова

Компьютерная верстка О.А. Андрияновой

Лицензия ИД № 01102 от 01.03.2000

Подписано в печать 22.09.2009. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Тираж 150 экз. Печ. л. 2. Уч.-изд. л. 1,86. Изд. № 48. Заказ № 547.

Типография Сибирского университета потребительской кооперации.
630087, Новосибирск, пр. К. Маркса, 26.