



**Холодильная техника пищевой отрасли**  
[Текст] : учеб. пособие / В. В. Осокин, А. С. Титлов, С. Ф. Горыкин, А. Б. Кудрин ; Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, Одес. нац. акад. пищевых технологий. - Донецк; Одесса : ДонНУЭТ, 2012. - 280 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 217. - ISBN 978-966-385-295-9.

Изложены теоретические основы холодильной техники, включающие физические принципы работы и устройства компрессионных, теплоиспользующих, абсорбционных и пароэжекторных холодильных машин.

Рассмотрено промышленное применение систем охлаждения с ориентацией, в основном, на пищевую отрасль. Представлены справочные материалы, необходимые для теплофизических расчетов и обоснованного выбора холодильного оборудования. Имеются контрольные вопросы и тестовые задания.

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Холодильная техника** — это совокупность взаимосвязанных технических средств, предназначенных для создания, автоматического поддержания, распределения и использования искусственного холода. При этом различают непосредственно холодильные системы и холодильное технологическое оборудование.

Холодильные системы — комплекс холодильного оборудования (один или несколько компрессоров, конденсаторов, различного рода испарителей, ресиверов и пр.), в котором циркулирует холодильный агент, непосредственно воспроизводящий искусственный холод. Такие комплексы называют холодильными машинами. Из нескольких принципиально отличающихся друг от друга типов холодильных машин в пищевой промышленности используют исключительно паровые компрессорные холодильные машины.

Холодильное технологическое оборудование предназначено для охлаждения, замораживания и холодильного хранения скоропортящихся пищевых продуктов (СПП). По характеру воздействия на СПП различают холодильное технологическое оборудование для охлаждения и для замораживания продуктов. Охлаждение (понижение температуры не ниже криоскопической), как правило, осуществляется в камерах охлаждения (кроме жидких СПП). Замораживание (понижение температуры значительно

ниже криоскопической) может осуществляться либо в камерах замораживания (камерных морозилках), либо в специальных устройствах — скороморозильных аппаратах.

Настоящее учебное пособие не следует рассматривать как источник полной информации по рассматриваемой теме. В нём авторы лишь очень кратко систематизировали материалы ряда фундаментальных учебников, попытались осветить тенденции развития и последние достижения холодильной науки и техники применительно к пищевой промышленности.

В Приложениях, помимо справочных материалов, необходимых для расчета и выбора холодильного оборудования, включен перечень тем, вынесенных на самостоятельную работу, и вопросы, которые могут быть использованы при тестировании знаний студентов.

В конце приводится перечень литературы, которая может понадобиться студентам при изучении курса, выполнении расчетно-графического задания (РГЗ), заданий на самостоятельную работу и успешной сдаче модулей.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР.....	4
1.1 Области применения искусственного холода.....	4
1.2 Физические принципы получения низких температур.....	5
2 ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ.....	10
2.1 Принцип работы холодильной машины.....	10
2.2 Рабочие вещества холодильных машин.....	13
2.2.1 Требования, предъявляемые к холодильным агентам.....	13
2.2.2 Классификация, свойства и области применения холодильных агентов.....	15
3 ЦИКЛЫ И СХЕМЫ КОМПРЕССОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН... ..	20
3.1 Циклы и схемы газовых холодильных машин.....	20
3.2 Циклы и схемы паровых компрессорных одноступенчатых холодильных машин.....	25
3.2.1 Цикл в области влажного пара с детандером.....	25
3.2.2 Принципиальная схема и цикл аммиачной холодильной машины с отделителем жидкости.....	28
3.2.3 Принципиальная схема и цикл хладоновой холодильной машины с РТО.....	30
3.3 Циклы и схемы холодильных машин с многоступенчатым сжатием.....	34
3.3.1 Циклы и схемы двухступенчатых холодильных машин.....	34
3.4 Принципиальная схема и цикл двухкаскадной холодильной машины ....	43

4. КОМПРЕССОРЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.....	45
4.1 Классификация и маркировка компрессоров.....	45
4.2 Конструкции поршневых компрессоров.....	46
4.3 Объемные и энергетические потери в компрессоре.....	56
4.4 Холодопроизводительность компрессора.....	61
4.5 Другие типы компрессоров современных холодильных машин.....	65
5 ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.....	75
5.1 Конденсаторы.....	75
5.1.1 Тепловой расчет и подбор конденсаторов.....	82
5.2 Испарители.....	84
5.2.1. Расчет и подбор испарителей.....	89
6 ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.....	91
6.1 Аммиачные холодильные машины.....	91
6.2 Хладоновые холодильные машины.....	100
7 КИП И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН..	103
7.1 Контрольно-измерительные приборы, средства защиты и автоматизации холодильных машин.....	103
7.2 Классификация и маркировка холодильных машин и агрегатов.....	110
8 ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ.....	113
8.1 Пароэжекторные холодильные машины (ПЭХМ).....	113
8.2 Абсорбционные холодильные машины (АХМ).....	118
9 ХОЛОДИЛЬНИКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ, УСТРОЙСТВО И ПЛАНИРОВКИ.....	123
9.1 Устройство и планировки холодильников.....	124
9.2 Тепло- и гидроизоляция холодильников.....	126
10 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНИКОВ.....	131
10.1 Определение строительной площади холодильника и выбор его планировки.....	131
10.2 Расчёт теплопритоков в камеры холодильника.....	133
11 СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНИКОВ (СОХ).....	137
11.1 Безнасосные системы с непосредственным кипением холодильного агента.....	137
11.2 Насосно-циркуляционные системы охлаждения.....	140
11.3 Системы с промежуточным хладоносителем (рассольные СОХ).....	140
11.4 Камерные, приборы охлаждения, их конструкции и методика подбора.....	142
12 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ..	147
12.1 Камеры охлаждения. Режимы охлаждения мяса, птицы и яиц.....	147

12.2 Оборудование для охлаждения рыбы, фруктов, овощей и молочных продуктов.....	160
13 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ В ВОЗДУХЕ.....	171
13.1 Классификация и устройство камерных морозилок.....	172
13.2 Воздушные морозильные аппараты.....	173
13.2.1 Морозильные аппараты тележечного типа.....	174
13.2.2 Конвейерные морозильные аппараты.....	177
13.2.3 Флюидизационные морозильные аппараты.....	185
14 СОВРЕМЕННЫЕ АППАРАТЫ ИНТЕНСИВНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ.....	191
14.1 Аппараты бесконтактного замораживания.....	191
14.2 Аппараты контактного замораживания пищевых продуктов.....	201
15 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	207
15.1 Общие положения по безопасной эксплуатации холодильного оборудования.....	207
15.2 Техника безопасности при эксплуатации компрессорных холодильных установок.....	210
15.3 Размещение компрессорных холодильных установок и требования к помещениям для них.....	213
15.4 Общие меры безопасности при эксплуатации холодильного оборудования.....	215
ЛИТЕРАТУРА.....	217
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение А Термодинамические диаграммы холодильных агентов.....	218
Приложение Б Компрессоры холодильных машин.....	228
Приложение В Теплообменные аппараты холодильных машин.....	232
Приложение Г Самостоятельная работа студентов.....	235
Приложение Д Тесты.....	246
Приложение Е Расчет камерной морозилки с интенсивным использованием воздуха.....	267