



**Титлов, А. С.** Холодильное оборудование предприятий пищевой промышленности [Текст] : учеб. пособие / Титлов Александр Сергеевич, Горькин Сергей Федорович. - Львов : «Новий світ-2000», 2013. - 332 с. : табл., рис. - (Вища освіта в Україні). - Библиогр.: с. 263. - ISBN 978-966-418-234-5.

В учебном пособии рассмотрены циклы, схемы и конструкции холодильных машин и установок, которые используются при низкотемпературной обработке и хранении пищевых продуктов в объёме, необходимом для инжене-

ра-механика пищевой промышленности. Приведены последние достижения в области повышения экологической безопасности Украины в свете Монреальского и Киотского протоколов МИХ и связанная с этим необходимость замены холодильного оборудования. Рассмотрены конструкции и тенденции развития отечественных и зарубежных морозильных аппаратов.

Учебное пособие предназначено для использования в учебном процессе при подготовке бакалавров квалификации инженер-механик пищевых и перерабатывающих производств, а также может быть рекомендовано магистрам, аспирантам и широкому кругу специалистов пищевой отрасли.

### ***Введение***

*Холодильное оборудование* - это совокупность взаимосвязанных технических средств, предназначенных для создания, распределения и использования искусственного холода. При этом следует различать непосредственно холодильные системы и холодильное технологическое оборудование.

Первое из них - 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.

Второе предназначено для охлаждения, замораживания и холодильного хранения скоропортящихся пищевых продуктов (СПП). Его называют холодильным технологическим оборудованием.

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 ни в коем случае 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 .....	6
<b>Раздел 1. Области применения и физические принципы получения низких температур .....</b>	<b>7</b>
1.1. Области применения искусственного холода.....	7
1.2. Физические принципы получения низких температур.....	9
Вопросы для самоконтроля.....	15
<b>Раздел 2. Термодинамические основы искусственного охлаждения.....</b>	<b>16</b>
2.1. Принцип работы холодильной машины.....	16
2.2. Рабочие вещества холодильных машин.....	20
2.2.1. Требования, предъявляемые к холодильным агентам.....	20
2.2.2. Классификация, свойства и области применения холодильных агентов.....	23
Вопросы для самоконтроля.....	29
<b>Раздел 3. Циклы и схемы компрессорных холодильных машин.....</b>	<b>30</b>
3.1. Циклы и схемы газовых холодильных машин.....	30
3.2. Циклы и схемы паровых компрессорных одноступенчатых холодильных машин.....	36
3.2.1. Цикл в области влажного пара с детандером.....	36

3.2.2. Принципиальная схема и цикл аммиачной холодильной машины с отделителем жидкости.....	40
3.2.3. Принципиальная схема и цикл фреоновой холодильной машины с РТО.....	42
3.3. Циклы и схемы холодильных машин с многоступенчатым сжатием.....	47
3.3.1. Циклы и схемы двухступенчатых холодильных машин.....	47
3.4. Принципиальная схема и цикл двухкаскадной холодильной машины.....	58
Вопросы для самоконтроля.....	59
<b>Раздел 4. Компрессоры холодильных машин.....</b>	<b>61</b>
4.1. Классификация и маркировка компрессоров.....	61
4.2. Конструкции поршневых компрессоров.....	63
4.3. Объемные и энергетические потери в компрессоре.....	75
4.4. Холодопроизводительность компрессора.....	80
4.5. Другие типы компрессоров современных холодильных машин.....	86
Вопросы для самоконтроля.....	94
<b>Раздел 5. Теплообменные аппараты холодильных машин.....</b>	<b>95</b>
5.1. Конденсаторы.....	95
5.1.1. Тепловой расчет и подбор конденсаторов.....	103
5.2. Испарители.....	107
5.2.1. Расчет и подбор испарителей.....	113
Вопросы для самоконтроля.....	114
<b>Раздел 6. Вспомогательное оборудование холодильных машин.....</b>	<b>115</b>
6.1. Аммиачные холодильные машины.....	115
6.2. Фреоновые холодильные машины.....	127
Вопросы для самоконтроля.....	129
<b>Раздел 7. Теплоиспользующие холодильные машины.....</b>	<b>130</b>
7.1. Пароэжекторные холодильные машины (ПЭХМ).....	130
7.2. Абсорбционные холодильные машины (АХМ).....	136
Вопросы для самоконтроля.....	141
<b>Раздел 8. КИП и средства автоматизации холодильных машин.....</b>	<b>142</b>
8.1. Контрольно-измерительные приборы, средства защиты и автоматизации холодильных машин.....	142
8.2. Агрегатирование. Классификация и маркировка холодильных машин и агрегатов.....	151
Вопросы для самоконтроля.....	154
<b>Раздел 9. Холодильники, классификация, устройство и планировки.....</b>	<b>155</b>
9.1. Устройство и планировки холодильников.....	156
9.2. Тепло- и гидроизоляция холодильников.....	159

Вопросы для самоконтроля.....	164
<b>Раздел 10. Основы проектирования холодильников.....</b>	<b>165</b>
10.1. Определение строительной площади холодильника и выбор его планировки.....	165
10.2. Расчет теплопритоков в камеры холодильника.....	167
Вопросы для самоконтроля.....	171
<b>Раздел 11. Системы охлаждения холодильников (СОХ).....</b>	<b>172</b>
11.1. Безнасосные системы с непосредственным кипением холодильного агента.....	172
11.2. Насосно-циркуляционные системы охлаждения.....	175
11.3. Системы с промежуточным хладоносителем (рассольные СОХ).....	177
11.4. Камерные приборы охлаждения, их конструкции и методика подбора.....	179
Вопросы для самоконтроля.....	183
<b>Раздел 12. Оборудование для охлаждения пищевых продуктов.....</b>	<b>184</b>
12.1. Камеры охлаждения. Режимы охлаждения мяса, птицы и яиц .....	184
12.2. Оборудование для охлаждения рыбы, фруктов, овощей и молочных продуктов.....	202
Вопросы для самоконтроля.....	215
<b>Раздел 13. Технологическое оборудование для замораживания в воздухе...216</b>	<b>216</b>
13.1. Классификация и устройство камерных морозилок.....	217
13.2. Воздушные морозильные аппараты.....	222
13.2.1. Морозильные аппараты тележечного типа.....	223
13.2.2. Конвейерные морозильные аппараты .....	227
13.2.3. Флюидизационные морозильные аппараты.....	236
Вопросы для самоконтроля.....	242
<b>Раздел 14. Современные аппараты интенсивного замораживания.....243</b>	<b>243</b>
14.1. Аппараты бесконтактного замораживания.....	243
14.2. Аппараты контактного замораживания пищевых продуктов.....	255
Вопросы для самоконтроля.....	262
Литература .....	263
Приложение А.....	264
Приложение Б.....	274
Приложение В.....	279
Приложение Г.....	282
Приложение Д.....	294

