

**Кругляк И.Н.**

**Бытовые холодильники**

**Устройство и ремонт**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 621.39  
ББК 32  
К84

K84      **Кругляк И.Н.**  
Бытовые холодильники: Устройство и ремонт / Кругляк И.Н. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 208 с.

**ISBN 978-5-458-28705-0**

В книге описано устройство домашних холодильников всех типов, технические параметры, а также электрооборудование и автоматика. Изложены различные неисправности холодильников и способы их устранения. Рассмотрены оборудование, инструменты, приборы, необходимые для ремонта. Данна методика проверки качества отремонтированных деталей и узлов. Книга является учебным пособием для профессионально-технических училищ; она рекомендуется для подготовки кадров на производстве и мастерам специализированных предприятий города и сельской местности.

**ISBN 978-5-458-28705-0**

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



# Раздел первый

## Физические основы искусственного охлаждения

### Глава 1

#### ПОЛУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА

##### § 1. Способы искусственного охлаждения

Всякое тело, если оно имеет более высокую температуру, чем окружающая среда, охлаждается естественным путем. В этом случае тепло от более нагретого тела будет передаваться окружающей среде, а температура тела будет понижаться. Понижение температуры тела ниже температуры окружающей среды возможно только искусственным путем.

Для получения искусственного холода может быть применен любой физический процесс, связанный с отводом тепла. Наиболее эффективными являются процессы, сопровождаемые изменением агрегатного состояния вещества, т. е. переходом вещества из одного состояния в другое.

С изменением агрегатных состояний веществ мы встречаемся повседневно как в естественных условиях, так и в результате искусственных процессов: замерзание рек, кипение воды в чайнике, литье металлов, сжижение газов и пр.

Наиболее распространенные методы получения холода связаны с кипением или испарением некоторых жидкостей, а также плавлением и сублимацией определенных твердых тел. Сублимацией называется процесс перехода твердого вещества непосредственно в парообразное состояние.

Элементарным примером охлаждения при испарении жидкости может служить известное всем охлаждающее действие эфира или спирта при смачивании ими какого-либо участка нашего тела.

Для примера охлаждения при плавлении и сублимации твердого вещества достаточно привести общезвестное с давних пор использование водного льда, а также распространенное в настоящее время применение твердой углекислоты — сухого льда.

Охлаждение при кипении (испарении) жидкости или плавлении и сублимации твердого тела происходит в результате отнятия

кипящей жидкостью или твердым телом тепла (теплоты парообразования, плавления, сублимации) от охлаждаемого объекта, отчего понижается его температура.

Однако охлаждение путем плавления и сублимации твердого вещества имеет недостаток: с изменением агрегатного состояния вещества его охлаждающие свойства теряются, и для обеспечения непрерывного процесса охлаждения необходимо это вещество все время пополнять новым.

Вещества, отбирающие тепло от охлаждаемого объекта, называются рабочими веществами, или холодильными агентами (хладагентами).

В качестве холодильных агентов, в зависимости от требуемого охлаждения, используют различные жидкости с низкими температурами кипения (испарения). Например, смесь дихлорэтилена кипит при температуре 50°С (при нормальном атмосферном давлении), аммиак — при минус 33,4°С, трифторметан — при минус 82,2°С и т. д.

Получение искусственного холода, т. е. отнятие тепла холодильным агентом от охлаждаемого объекта и отдача его более теплой окружающей среде, невозможно без затраты энергии в виде работы или тепла. Такой процесс осуществляют холодильные машины.

Холодильные машины, работа которых сопровождается кипением (испарением) жидкого холодильного агента, называют паровыми.

Принцип работы паровой холодильной машины заключается в следующем. В замкнутой системе машины циркулирует хладагент. Одна из основных частей холодильной машины, называемая испарителем, находится в среде, подлежащей охлаждению. Остальные элементы помещаются вне охлаждаемого объекта.

Если температура среды, окружающей испаритель, будет выше температуры кипения (испарения) хладагента при существующем в испарителе давлении, то жидкий хладагент, попав в испаритель, будет кипеть или испаряться за счет теплоты среды, окружающей испаритель.

Так как температура кипения жидкостей зависит от давления насыщающих паров и с понижением давления жидкости кипят при более низких температурах, в испарителе создается пониженное давление.

Для последующего использования хладагента, имеющегося в холодильной машине, его необходимо вновь перевести из парообразного состояния в жидкое. В связи с этим необходимо повысить давление паров хладагента и охладить их до температуры, при которой пары будут конденсироваться. Охлаждение паров хладагента и переход их в жидкое состояние (конденсация) происходят в конденсаторе, охлаждаемом водой или окружающим воздухом. Отдавая тепло этой среде и переходя в жидкое состояние, хладагент вновь поступает в испаритель, и процесс снова повторяется.

В бытовых холодильниках применяют паровые машины двух типов — компрессионные и абсорбционные.

Машины существенно отличаются по своему устройству. В компрессионных холодильных машинах циркуляция хладагента и сжатие его паров для конденсации осуществляются компрессором, который приводится в действие электродвигателем. В абсорбционных холодильных машинах хладагент циркулирует за счет тепловой энергии, выделяемой при сжигании подводимого топлива или электронагреве.

В бытовых холодильниках наибольшее распространение получили компрессионные холодильные машины. Они имеют высокие эксплуатационные качества и надежны в работе, выделяются экономичным расходованием электроэнергии и достаточно низким уровнем шума. Абсорбционные холодильные машины потребляют больше электроэнергии, чем компрессионные, и имеют сравнительно небольшую холодопроизводительность. В то же время абсорбционные холодильные машины надежны в работе, совершенно бесшумны, технологически менее сложны в производстве и дешевле компрессионных.

## § 2. Классификация холодильных машин

Холодильные машины различают:

по способу получения холода — компрессионные и абсорбционные;

по холодильному агенту — фреоновые, аммиачные и др.;

по холодопроизводительности — малые, средние и крупные.

В бытовых холодильниках устанавливают самые малые (мелкие) холодильные машины.

Компрессионные холодильные машины отличаются также друг от друга степенью герметизации. В бытовых холодильниках уже много лет применяют исключительно герметичные холодильные машины, или, как их называют, герметичные холодильные агрегаты. В таких агрегатах отсутствуют какие-либо разъемные соединения наружных частей. Все отдельные узлы соединены снаружи сваркой или пайкой.

Абсорбционные холодильные машины бывают непрерывного и периодического действия. Машины непрерывного действия, в свою очередь, разделяют на насосные и безнасосные. Безнасосные машины называются абсорбционно-диффузионными.

В бытовых холодильниках абсорбционного типа используют исключительно абсорбционно-диффузионные машины (агрегаты).

## § 3. Схема устройства и принцип работы компрессионной холодильной машины

Компрессионная холодильная машина (рис. 1) состоит из компрессора *K*, испарителя *И*, конденсатора *КД* и регулирующего вентиля *PB*. Все указанные узлы соединены между собой трубами.

проводами и образуют замкнутую систему, в которой находится холодильный агент.

Компрессор обеспечивает циркуляцию хладагента в системе холодильной машины. Он отсасывает из испарителя пары хладагента в цилиндр, сжимает их и нагнетает в конденсатор. Компрессор приводится в действие электродвигателем.

В конденсаторе обеспечивается охлаждение паров хладагента до их насыщения и конденсации, т. е. до перехода паров в жидкое состояние. Конденсатор охлаждается воздухом или водой.

Эффект охлаждения объекта достигается в испарителе. В нем жидкий хладагент кипит (испаряется), отбирая тепло от окружающей среды, подлежащей охлаждению.

Испаритель и конденсатор являются основными теплообменными аппаратами холодильной машины.

Регулирующее устройство пропускает жидкий хладагент из конденсатора в испаритель. В нем имеется небольшое проходное отверстие, вследствие чего происходит дросселирование жидкости, т. е. жидкий хладагент поступает в испаритель под низким давлением, что необходимо для его кипения (испарения) при низкой температуре.

В качестве регулирующего устройства используют вентили или капиллярные трубки. В холодильных

Рис. 1. Принципиальная схема компрессионной холодильной машины

агрегатах бытовых холодильников применяют исключительно капиллярные трубы.

Трубопровод, соединяющий компрессор с конденсатором, называется нагнетательным, а с испарителем — всасывающим.

Принцип работы компрессионной холодильной машины заключается в следующем. При работе компрессора (см. рис. 1) в испарителе, находящемся на стороне всасывания, понижается давление имеющегося в нем хладагента. При низком давлении хладагент интенсивно испаряется (кипит), отнимая необходимое для этого тепло из окружающей среды через металлические стенки испарителя.

Пары хладагента отсасываются компрессором и, пройдя по всасывающему трубопроводу, поступают в цилиндр компрессора. В цилиндре пары хладагента сжимаются и под давлением (примерно от 6 до 15 ати) нагнетаются по нагнетательному трубопроводу в конденсатор. В конденсаторе, охлаждаемом водой или воз-

духом, хладагент при высоком давлении и температуре, соответствующей температуре конденсации, переходит в жидкое состояние и через регулирующий вентиль поступает в испаритель. В момент прохождения хладагента через малое отверстие вентиля давление его понижается от давления конденсации до давления испарения.

Низкое давление в испарителе, создаваемое компрессором, обеспечивает кипение хладагента при низкой температуре.

Таким образом, при работе холодильной машины в ее системе циркулирует холодильный агент, который, отнимая тепло от охлаждаемого объекта через испаритель, отдает его в окружающую среду через конденсатор.

Система холодильной машины разделена регулирующим устройством на две части, отличающиеся разным давлением циркулирующего хладагента. Так, от нагнетательного клапана компрессора до регулирующего устройства холодильный агент находится под высоким давлением конденсации, а от противоположной стороны регулирующего устройства до всасывающего клапана компрессора — под низким давлением испарения.

Эффективность работы компрессионной холодильной машины можно повысить, применив дополнительно теплообменник. Принципиальная схема такой машины приведена на рис. 2.

Теплообменник представляет собой две трубы, имеющие между собой тепловой контакт. По одной трубке проходят холодные пары из испарителя, поступающие в компрессор, по другой — противотоком жидкий, относительно теплый хладагент из конденсатора, поступающий через регулирующее устройство в испаритель. При прохождении через теплообменник холодные пары хладагента подогреваются за счет охлаждения жидкого хладагента.

Дополнительное (после конденсатора) охлаждение жидкого хладагента (переохлаждение жидкости) перед его поступлением в испаритель увеличивает количество тепла, отнимаемое хладагентом от охлаждаемой среды. Одновременно подогрев холодных паров хладагента (перегрев паров), выходящих из испарителя, предотвращает попадание в цилиндр компрессора жидкого хладагента, что исключает возможность гидравлического удара.

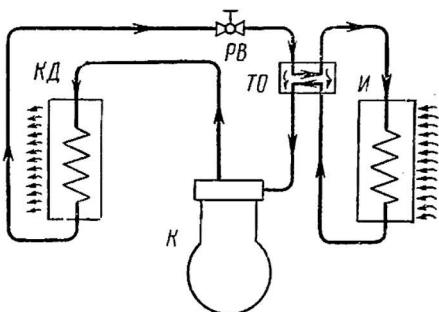
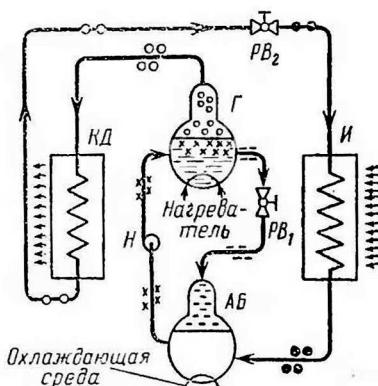


Рис. 2. Принципиальная схема компрессионной холодильной машины с теплообменником:  
К — компрессор; КД — конденсатор; РВ — регулирующий вентиль; ТО — теплообменник; И — испаритель

#### § 4. Схема устройства и принцип работы абсорбционной холодильной машины

Абсорбционная холодильная машина по своему устройству значительно отличается от компрессионной. В ней отсутствует компрессор, а кроме хладагента, в ее системе циркулирует также жидкость, называемая абсорбентом.

Абсорбентом являются жидкости, обладающие хорошей поглотительной способностью хладагента.



— Пар аммиака высокого давления  
— Пар аммиака низкого давления  
— Жидкий аммиак высокого давления  
— Жидкий аммиак низкого давления  
— Крепкий водоаммиачный раствор  
— Слабый водоаммиачный раствор

Рис. 3. Упрощенная схема абсорбционной холодильной машины:

Г — генератор (кипятильник); АБ — абсорбер;  
КД — конденсатор; И — испаритель; Н — насос;  
 $PB_1$  и  $PB_2$  — регулирующие вентили

В качестве хладагента в абсорбционных машинах обычно используют аммиак, а абсорбентом для него служит вода. Так, в одном объеме воды при  $0^{\circ}\text{C}$  растворяется более 1000 объемов аммиака. Вследствие хорошей растворимости аммиака в воде они находятся в системе абсорбционной машины в виде водоаммиачного раствора с различной концентрацией в нем аммиака в отдельных частях машины.

Основные узлы абсорбционной машины — генератор (кипятильник), конденсатор, испаритель, абсорбер, два регулирующих вентиля, а также насос соединены между собой соответствующими трубопроводами и образуют замкнутую систему.

Наиболее простая принципиальная схема абсорбционной машины приведена на рис. 3. Холодильная машина работает следующим образом. В испарителе, находящемся в охлаждаемой среде,

из имеющегося в нем водоаммиачного раствора выделяются пары кипящего аммиака. Происходит это потому, что температура кипения аммиака при одинаковом давлении значительно ниже, чем воды (температура кипения аммиака при атмосферном давлении минус 33,4° С).

Выделяющиеся пары аммиака из испарителя непрерывно как бы отсасываются в абсорбер (давление в абсорбере несколько ниже, чем в испарителе) и поглощаются находящимся в абсорбере водоаммиачным раствором. Насыщение водоаммиачного раствора аммиаком сопровождается повышением температуры, что ухудшает его растворимость. Во избежание этого абсорбер охлаждают водой или окружающим воздухом, поддерживая тем самым активное насыщение аммиаком водоаммиачного раствора в абсорбере.

Насыщенный аммиаком крепкий (концентрированный) водоаммиачный раствор перекачивается насосом в генератор (кипятильник), который обогревается каким-либо источником тепла (электронагревателем, паром и др.).

В результате нагрева водоаммиачный раствор в генераторе кипит. При кипении раствора из него выделяются пары аммиака высокого давления, которые поступают в конденсатор, а оставшийся в генераторе слабоконцентрированный раствор возвращается через регулирующий вентиль  $PB_1$  в абсорбер, где снова насыщается парами аммиака, поступающими из испарителя.

В конденсаторе, охлаждаемом водой или окружающим воздухом, пары аммиака высокого давления превращаются в жидкость. Жидкий аммиак проходит через регулирующий вентиль  $PB_2$ , дросселируется и при низком давлении поступает в испаритель.

Таким образом, в замкнутой системе абсорбционной машины, так же как и в компрессионной, циркулирует (не расходуясь) холодильный агент, который отбирает тепло от охлаждаемого объекта через испаритель и отдает его в окружающую среду через конденсатор.

Рассматривая несколько видоизмененные (для удобства их сравнения) принципиальные схемы (рис. 4) компрессионной и абсорбционной холодильных машин, нетрудно заметить, что при наличии в них одинаковых частей — конденсатора, испарителя и регулирующих вентилей, имеющих в обеих машинах одинаковое назначение, в абсорбционной машине вместо компрессора применен узел генератор—абсорбер. При этом генератор как бы представляет нагнетательную часть компрессора, а абсорбер — всасывающую.

Сравнивая работу компрессионной и абсорбционной машин и циркуляцию хладагентов в их системах, следует обратить внимание на имеющиеся различия. Так, если в компрессионной машине по замкнутому кольцу ее системы циркулирует только хладагент, то в абсорбционной машине имеются два циркуляционных кольца. Одно из них — большое кольцо (рис. 5), по которому циркулирует хладагент; другое — малое, между абсорбером и генератором, по

которому циркулирует водоаммиачный раствор различной концентрации (оно является звеном большого кольца).

Работа абсорбционной машины по схеме, приведенной на рис. 3, оказывается недостаточно эффективной. Так, при кипении раствора

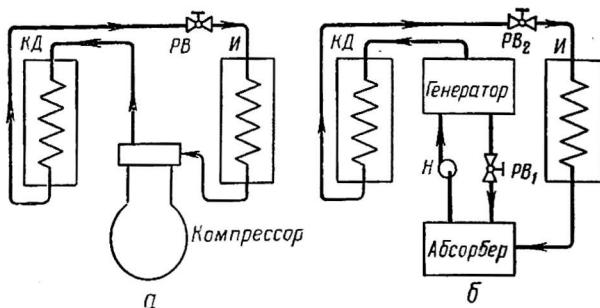
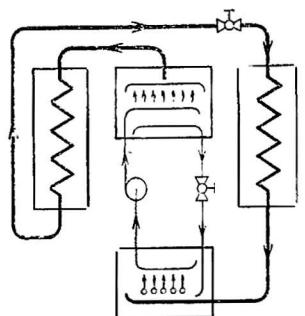


Рис. 4. Сравнительные схемы компрессионной (а) и абсорбционной (б) холодильных машин:

КД — конденсатор; РВ, РВ<sub>1</sub> и РВ<sub>2</sub> — регулирующие вентили;  
И — испаритель; Н — насос



+++ Абсорбция паров аммиака  
++ Выпаривание аммиака  
— Большое циркуляционное кольцо  
— Малое циркуляционное кольцо

Рис. 5. Схема циркуляции хладагента в абсорбционной холодильной машине

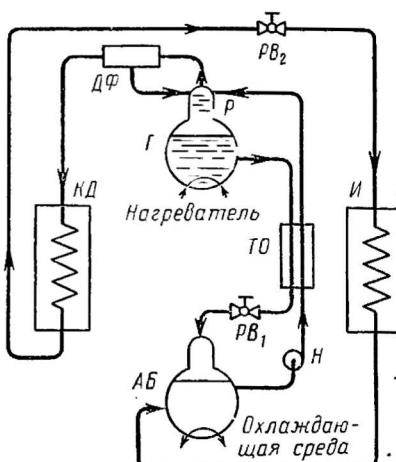


Рис. 6. Принципиальная схема абсорбционной холодильной машины:  
Г — генератор (кипятильник); Р — ртутный дефлэгматор; КД — конденсатор; РВ<sub>1</sub> и РВ<sub>2</sub> — регулирующие вентили; ТД — термодинамический регулятор; Н — насос; АБ — абсорбер

в генераторе из него будут выделяться не только пары аммиака, но и водяные пары. Водяные пары, попадая вместе с парами аммиака в конденсатор, превратятся в воду, которая будет погло-

щать аммиак. Вследствие этого количество жидкого аммиака, поступающего в испаритель, уменьшится, а следовательно, снизится эффективность работы испарителя.

Кроме того, при поглощении в конденсаторе аммиака водой будет выделяться тепло, из-за чего снизится эффективность работы конденсатора.

Для устранения указанных явлений и повышения эффективности работы абсорбционной машины в ее системе устанавливают дополнительные аппараты — теплообменник растворов, ректификатор и дефлегматор.

Схема устройства такой абсорбционной холодильной машины показана на рис. 6. В теплообменнике тепло слабого раствора, поступающего из генератора в абсорбер, используется для предварительного подогрева крепкого раствора, подаваемого насосом из абсорбера в генератор. Такой теплообмен между растворами повышает эффективность работы машины.

В ректификаторе и дефлегматоре пары аммиака очищаются от паров воды, в результате чего концентрация паров аммиака, поступающих в конденсатор, значительно повышается.

Пары аммиака, очищенные от воды, направляются в конденсатор, а вода (с незначительным содержанием аммиака) попадает в генератор и через теплообменник растворов возвращается в абсорбер.

### § 5. Термоэлектрическое охлаждение

Термоэлектрический способ охлаждения основан на так называемом эффекте Пельтье. В 1834 г. французский физик Пельтье установил, что в замкнутой цепи, спаянной из двух разных металлов, при нагреве одного из спаев начинает течь электрический (постоянный) ток (этот принцип использован в термопарах для измерения температуры). Следовательно, если по такой цепи пропускать постоянный ток, один из спаев будет нагреваться, а другой охлаждается. Однако количество тепла, переносимое от одного спая к другому, при использовании металлических проводников настолько незначительно, что долгое время этот эффект не находил практического применения.

Советским академиком А. Ф. Иоффе с сотрудниками в 1949 г. было установлено, что перенос тепла от одного спая к другому значительно увеличивается при использовании замкнутой цепи из двух разных полупроводников. Это открытие положило начало практическому использованию термоэлектрического охлаждения. Такой метод оказался незаменимым для локального (местного) охлаждения в медицине, при различных лабораторных исследованиях и др.

Аппарат термоэлектрического охлаждения (рис. 7) представляет собой батарею, состоящую из отдельных последовательно спаянных между собой полупроводниковых термоэлементов.

Термоэлемент имеет два полупроводника, которые изготовлены в виде прямоугольных или цилиндрических брусков. Один

из полупроводников обычно сделан из сплава свинца и теллура, другой — из сплава теллура и сурьмы.

Полупроводники последовательно соединены спаянными с ними медными пластинами.

При прохождении постоянного тока через спай один из них (верхние или нижние в зависимости от направления тока) будут поглощать, а другие выделять некоторое количество тепла. Таким образом, тепло переносится электрическим током, т. е. движущимися электронами. Объясняется это тем, что энергия электронов, участвующих в переносе тока в различных полупроводниках, различна. При переходе из одного полупроводника в другой электроны либо передают избыточную энергию окружающим атомам, либо пополняют (в зависимости от направления тока и свойств полупроводников) недостаток энергии за их счет. Если направление тока таково, что электроны, обладающие большей энергией, переходят в полупроводник, где энергия электронов меньшая, то избыток энергии в месте перехода (спая) выделяется в виде тепла и спай, т. е. медные пластины, будут нагреваться.

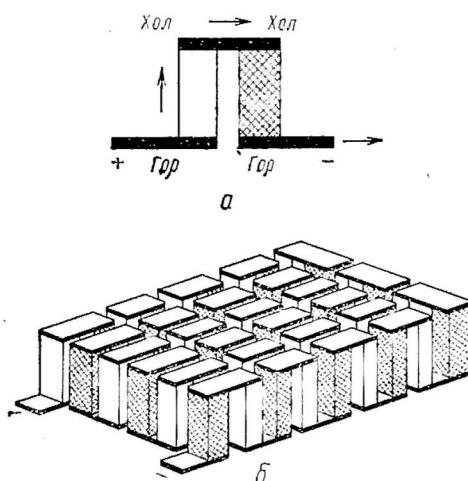


Рис. 7. Аппарат термоэлектрического охлаждения:  
а — термоэлемент; б — термобатарея

В то же время противоположные концы полупроводников с припаянными к ним пластинами будут охлаждаться. При перемене направления тока нагрев и охлаждение спаев соответственно изменяются. Поток электронов переносит тепло от одного спая к другому, выполняя те же функции, что и холодильный агент в холодильной машине.

Термобатарею располагают таким образом, чтобы холодные спаи находились в объекте, подлежащем охлаждению, а горячие — снаружи. Для лучшей передачи тепла от охлаждаемого тела к холодным спаям и от горячих спаев окружающему воздуху (или воде) теплопередающие поверхности увеличивают за счет большого количества ребер.

#### Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите существующие способы искусственного получения холода.
2. Нарисуйте принципиальную схему компрессионной холодильной машины и объясните ее работу.
3. Нарисуйте принципиальную схему абсорбционной холодильной машины и объясните ее работу.