

Уважаемые коллеги!

Перед Вами — новый проект АПИК, имеющий целью оказать реальную помощь специалистам монтажных и сервисных подразделений климатических фирм и восполнить определенный дефицит такого рода изданий. В нашем представлении это — карманный справочник, который всегда «под рукой» и которым Вы пользуетесь каждый день. Изложенные здесь материалы теоретического и практического характера будут, как нам кажется, одинаково полезны и для начинающих специалистов в качестве краткого «курса молодого бойца» и для опытных профессионалов, прежде всего, в виде справочной информации.

Мы вполне адекватно оцениваем свой дебют и понимаем, что

упущения и недочеты здесь неизбежны. А потому, будем весьма признательны Вам, нашим читателям, вернее сказать, пользователям, за конструктивную критику и предложения. Уверены, что в результате наших совместных усилий, климатическое сообщество получит действительно профессиональное справочное издание, в полной мере отвечающее требованиям рынка.

Слова искренней благодарности мы адресуем руководителям и сотрудникам компаний «ЕВРОКЛИМАТ», «ДАИЧИ» и «СИЕСТА», без которых реализация данного проекта была бы просто невозможна.

С уважением и наилучшими пожеланиями, редколлегия журнала «МИР КЛИМАТА».



# КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ

## Кондиционирование.

Кондиционирование воздуха — это создание и автоматическое поддержание (регулирование) в закрытых помещениях всех или отдельных параметров (температуры, влажности, чистоты, скорости движения воздуха) на определенном уровне с целью обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей или ведения технологического процесса.

Прежде чем перейти к классификации систем кондиционирования, следует отметить, что общепринятой классификации до сих пор не существует, и связано это с многовариантностью принципиальных схем, технических и функциональных характеристик, зависящих не только от технических возможностей самих систем, но и от объектов применения (кондиционируемых помещений).

Современные системы кондиционирования могут быть классифицированы по следующим признакам:

- по основному назначению (объекту применения): комфортные и технологические;

- по принципу расположения кондиционера в обслуживаемом помещении: центральные и местные;

- по наличию собственного (входящего в конструкцию кондиционера) источника тепла и холода: автономные и неавтономные;

- по принципу действия: прямоточные, рециркуляционные и комбинированные;

- по способу регулирования выходных параметров кондиционированного воздуха: с качественным (однотрубным) и количественным (двухтрубным) регулированием;

- по количеству обслуживаемых помещений (локальных зон): однозональные и многозональные;

- по давлению, создаваемому вентиляторами центральных кондиционеров, подразделяются на системы низкого давления (до 100 кг/м<sup>2</sup>), среднего давления (от 100 до 300 кг/м<sup>2</sup>) и высокого давления (выше 300 кг/м<sup>2</sup>).

Кондиционирование воздуха, согласно **СНиП 2.04. 05—91\***, по степени обеспечения метеорологических условий подразделяются на три класса: первый класс обеспечивает тре-

буемые для технологического процесса параметры в соответствии с нормативными документами; второй класс обеспечивает оптимальные санитарно-гигиенические нормы или требуемые технологические нормы; третий класс обеспечивает допустимые нормы, если они не могут быть обеспечены вентиляцией в теплый период года без применения искусственного охлаждения воздуха.

Кроме приведенных классификаций существуют разнообразные системы кондиционирования, обслуживающие специальные технологические процессы, включая системы с изменяющимися во времени (по определенной программе) метеорологическими параметрами.

Типы кондиционеров:

1. сплит-системы (настенные, напольно-потолочные, колонного типа, кассетного типа, многозоональные с изменяемым расходом хладагента);

2. напольные кондиционеры и кондиционеры сплит-системы с приточной вентиляцией;

3. системы с чилерами и фанкойлами;

4. крышные кондиционеры;

5. шкафные кондиционеры;

6. прецизионные кондиционеры;

7. центральные кондиционеры.

## Вентиляция.

Что же это такое? Энциклопедический словарь дает на этот счет следующее определение: «Под вентиляцией понимают регулируемый воздухообмен, осуществляемый для создания в помещениях воздушной среды,

благоприятной для здоровья и трудовой деятельности человека. Под вентиляцией также понимается совокупность технических средств, необходимых для осуществления воздухообмена».

Что именно следует считать комфортным и благоприятным, прописано в СНиП (Строительных Нормах и Правилах).

При всем многообразии систем вентиляции, обусловленном назначением помещений, характером технологического процесса, видом вредных выделений, их можно классифицировать по следующим характерным признакам:

1. по способу создания давления для перемещения воздуха: с естественным и искусственным (механическим) побуждением.

2. по назначению: приточные и вытяжные.

3. по зоне обслуживания: местные и общеобменные.

4. по конструктивному исполнению: каналные и бесканальные.

Системы вентиляции включают группы сомого разнообразного оборудования.

1. Вентиляторы:

- осевые вентиляторы;

- радиальные вентиляторы;

- диаметральные вентиляторы.

2. Вентиляторные агрегаты:

- каналные;

- крышные.

3. Вентиляционные установки:

- приточные;

- вытяжные;

- приточно-вытяжные.

4. Воздушно-тепловые завесы.

5. Шумоглушители.

6. Воздушные фильтры.

#### 7. Воздухонагреватели:

- электрические;
- водяные.

#### 8. Воздуховоды:

- металлические;
- металлопластиковые;
- неметаллические;
- гибкие и полугибкие.

#### 9. Запорные и регулирующие устройства:

- воздушные клапаны;
- диафрагмы;
- обратные клапаны.

#### 10. Воздухораспределители и регулирующие устройства воздухоудаления:

- решетки;
- щелевые воздухораспределительные устройства;
- плафоны;
- насадки с форсунками;
- перфорированные панели.

#### 11. Тепловая изоляция.

##### **Отопление.**

Задачей любой системы обогрева является поддержание заданной температуры внутри помещения в то время, когда температура окружающей среды может значительно изменяться в зависимости от сезона и географического расположения. Для обеспечения заданного режима необходимо компенсировать потери тепла, возникающие вследствие разности температур, за счет подвода тепловой энергии.

Системы обогрева предназначены для компенсации всех видов тепловых потерь: как трансмиссионных (через элементы здания), так и вентиляционных (с притоком холодного воздуха снаружи и потерями теплого воздуха).

Существуют три основных вида обогревательных систем:

- передающие тепло излучением (инфракрасные системы);
- конвекционные;
- обогревающие подачей теплого воздуха.

Типы оборудования.

#### 1. Инфракрасные системы обогрева:

- печи и камины;
- лампы (электрические и газовые);
- панели (водяные, электрические и газовые);
- теплые полы (электрические и водяные);
- радиаторы водяного отопления (чугунные и трубчатые, стальные панельные без конвекторных решеток).

#### 2. Конвекторы:

- радиаторы конвекторного типа (стальные панельные с конвекторными решетками);
- радиаторы с принудительной конвекцией;
- конвекторы (электрические и водяные);
- конвекторы с принудительной конвекцией (электрические и водяные).

#### 3. Обогреватели с подачей теплого воздуха:

- тепловые завесы (электрические и водяные);
- тепловые вентиляторы переносные (электрические) и стационарные (электрические и водяные);
- системы воздушного обогрева (водяные, электрические и газовые).

# ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

## **Основные понятия, связанные с работой холодильной машины.**

Охлаждение в кондиционерах производится за счет поглощения тепла при кипении жидкости.

Когда мы говорим о кипящей жидкости, мы, естественно, думаем, что она горячая. Однако это не совсем верно.

Во-первых, температура кипения жидкости зависит от давления окружающей среды. Чем выше давление, тем выше температура кипения, и наоборот: чем ниже давление, тем ниже температура кипения.

При нормальном атмосферном давлении, равном 760 мм рт.ст. (1 атм), вода кипит при плюс 100°C, но если давление пониженное, как например в горах на высоте 7000–8000 м, вода начнет кипеть уже при температуре плюс 40–60°C.

Во-вторых, при одинаковых условиях разные жидкости имеют различные температуры кипения.

Например, фреон R-22, широко используемый в холодильной технике, при нормальном атмосферном давлении имеет температуру кипения минус 40,8°C.

Если жидкий фреон находится в открытом сосуде, то есть при

атмосферном давлении и температуре окружающей среды, то он немедленно вскипает, поглощая при этом большое количество тепла из окружающей среды или любого материала, с которым находится в контакте. В холодильной машине фреон кипит не в открытом сосуде, а в специальном теплообменнике, называемом испарителем. При этом кипящий в трубках испарителя фреон активно поглощает тепло от воздушного потока, омывающего наружную, как правило, ребренную поверхность трубок.

Рассмотрим процесс конденсации паров жидкости на примере фреона R-22. Температура конденсации паров фреона, так же, как и температура кипения, зависит от давления окружающей среды. Чем выше давление, тем выше температура конденсации. Так, например, конденсация паров фреона R-22 при давлении 23 атм начинается уже при температуре плюс 55°C. Процесс конденсации фреоновых паров, как и любой другой жидкости, сопровождается выделением большого количества тепла в окружающую среду или, применительно к холодильной машине, передачей этого тепла потоку воздуха или жидкости в специальном

теплообменнике, называемом конденсатором.

Естественно, чтобы процесс кипения фреона в испарителе и охлаждения воздуха, а также процесс конденсации и отвод тепла в конденсаторе были непрерывными, необходимо постоянно «подливать» в испаритель жидкий фреон, а в конденсатор постоянно подавать пары фреона. Такой непрерывный процесс (цикл) осуществляется в холодильной машине.

Наиболее обширный класс холодильных машин базируется на компрессионном цикле охлаждения, основными конструктивными элементами которого являются компрессор, испаритель, конденсатор и регулятор потока (капиллярная трубка), соединенные трубопроводами и представляющие собой замкнутую систему, в которой циркуляцию хладагента (фреона) осуществляет компрессор. Кроме обеспечения циркуляции, компрессор поддерживает в конденсаторе (на линии нагнетания) высокое давление порядка 20–23 атм.

Теперь, когда рассмотрены основные понятия, связанные с работой холодильной машины, перейдем к более подробному рассмотрению схемы компрессионного цикла охлаждения, конструктивному исполнению и функциональному назначению отдельных узлов и элементов.

#### Схема компрессионного цикла охлаждения.

Кондиционер — это та же холодильная машина, предназначенная для тепловлажностной

обработки воздушного потока. Кроме того, кондиционер обладает существенно большими возможностями, более сложной конструкцией и многочисленными дополнительными опциями.

Обработка воздуха предполагает придание ему определенных кондиций, таких как температура и влажность, а также направление движения и подвижность (скорость движения).

Остановимся на принципе работы и физических процессах, происходящих в холодильной машине (кондиционере).

Охлаждение в кондиционере обеспечивается непрерывной циркуляцией, кипением и конденсацией хладагента в замкнутой системе. Кипение хладагента происходит при низком давлении и низкой температуре, а конденсация — при высоком давлении и высокой температуре. Принципиальная схема компрессионного цикла охлаждения показана на рис. 1.

Начнем рассмотрение работы цикла с выхода испарителя (**участок 1–1**). Здесь хладагент находится в парообразном состоянии с низким давлением и температурой.

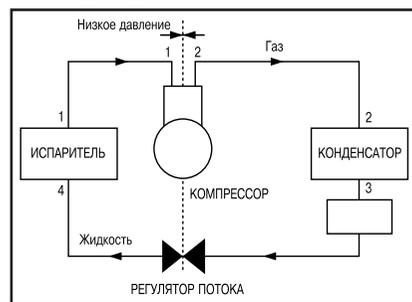


Рис. 1. Схема компрессионного цикла охлаждения

Парообразный хладагент всасывается компрессором, который повышает его давление до 15–25 атм и температуру до плюс 70–90°C (**участок 2–2**).

Далее в конденсаторе горячий парообразный хладагент охлаждается и конденсируется, то есть переходит в жидкую фазу. Конденсатор может быть либо с воздушным, либо с водяным охлаждением в зависимости от типа холодильной системы.

На выходе из конденсатора (**точка 3**) хладагент находится в жидком состоянии при высоком давлении. Размеры конденсатора выбираются таким образом, чтобы газ полностью сконденсировался внутри конденсатора. Поэтому температура жидкости на выходе из конденсатора оказывается несколько ниже температуры конденсации. Переохлаждение в конденсаторах с воздушным охлаждением обычно составляет примерно плюс 4–7°C.

При этом температура конденсации примерно на 10–20°C выше температуры атмосферного воздуха.

Затем хладагент в жидкой фазе при высокой температуре и давлении поступает в регулятор потока, где давление смеси резко уменьшается, часть жидкости при этом может испариться, переходя в парообразную фазу. Таким образом, в испаритель попадает смесь пара и жидкости (**точка 4**).

Жидкость кипит в испарителе, отбирая тепло от окружающего воздуха, и вновь переходит в парообразное состояние.

Размеры испарителя выбираются таким образом, чтобы жид-

кость полностью испарилась внутри испарителя. Поэтому температура пара на выходе из испарителя оказывается выше температуры кипения, происходит так называемый перегрев хладагента в испарителе. В этом случае даже самые маленькие капельки хладагента испаряются и в компрессор не попадает жидкость. Следует отметить, что в случае попадания жидкого хладагента в компрессор, так называемого «гидравлического удара», возможны повреждения и поломки клапанов и других деталей компрессора.

Перегретый пар выходит из испарителя (**точка 1**), и цикл возобновляется.

Таким образом, хладагент постоянно циркулирует по замкнутому контуру, меняя свое агрегатное состояние с жидкого на парообразное и наоборот.

Все компрессионные циклы холодильных машин включают два определенных уровня давления. Граница между ними проходит через нагнетательный клапан на выходе компрессора с одной стороны и выход из регулятора потока (из капиллярной трубки) с другой стороны.

Нагнетательный клапан компрессора и выходное отверстие регулятора потока являются разделительными точками между сторонами высокого и низкого давлений в холодильной машине.

На стороне высокого давления находятся все элементы, работающие при давлении конденсации.

На стороне низкого давления находятся все элементы, работающие при давлении испарения.

Несмотря на то, что существует много типов компрессионных холодильных машин, принципиальная схема цикла в них практически одинакова.

### Теоретический и реальный цикл охлаждения.

Цикл охлаждения можно представить графически в виде диаграммы зависимости абсолютного давления и теплосодержания (энтальпии). На диаграмме (рис. 2) представлена характерная кривая отображающая процесс насыщения хладагента.

Левая часть кривой соответствует состоянию насыщенной жидкости, правая часть — состоянию насыщенного пара. Две кривые соединяются в центре в так называемой «критической точке», где хладагент может находиться как в жидком, так и в парообразном состоянии. Зоны слева и справа от кривой соответствуют переохлажденной жидкости и перегретому пару. Внутри кривой помещается зона, соответствующая состоянию смеси жидкости и пара.

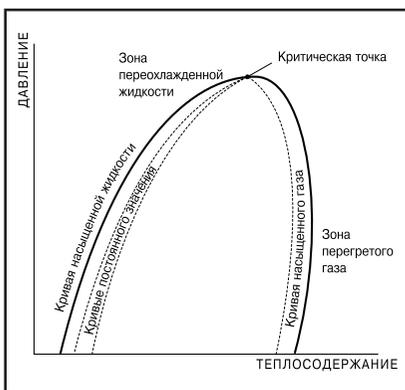


Рис. 2. Диаграмма давления и теплосодержания

Рассмотрим схему теоретического (идеального) цикла охлаждения с тем, чтобы лучше понять действующие факторы (рис. 3).

Рассмотрим наиболее характерные процессы, происходящие в компрессионном цикле охлаждения.

### Сжатие пара в компрессоре.

Холодный парообразный насыщенный хладагент поступает в компрессор (*точка С'*). В процессе сжатия повышаются его давление и температура (*точка D*). Теплосодержание также повышается на величину, определяемую отрезком *НС' – HD*, то есть проекцией линии *С' – D* на горизонтальную ось.

### Конденсация.

В конце цикла сжатия (*точка D*) горячий пар поступает в конденсатор, где начинается его конденсация и переход из состояния горячего пара в состояние горячей жидкости. Этот переход в новое состояние происходит при неизменных давлении и температуре. Следует отметить, что,

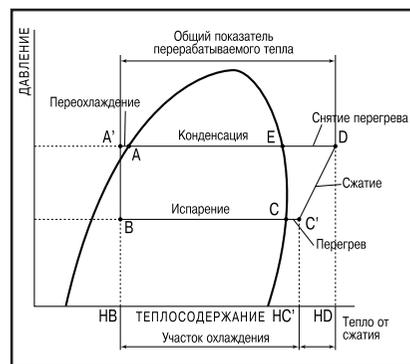


Рис. 3. Изображение теоретического цикла сжатия на диаграмме «Давление и теплосодержание»

хотя температура смеси остается практически неизменной, теплоемкость уменьшается за счет отвода тепла от конденсатора и превращения пара в жидкость, поэтому он отображается на диаграмме в виде прямой, параллельной горизонтальной оси.

Процесс в конденсаторе происходит в три стадии: снятие перегрева (*D–E*), собственно конденсация (*E–A*) и переохлаждение жидкости (*A–A'*).

Рассмотрим кратко каждый этап.

### Снятие перегрева (D-E).

Это первая фаза, происходящая в конденсаторе, и в течение ее температура охлаждаемого пара снижается до температуры насыщения или конденсации. На этом этапе происходит лишь отъем излишнего тепла и не происходит изменение агрегатного состояния хладагента.

На этом участке снимается примерно 10–20% общего теплоемка в конденсаторе.

### Конденсация (E-A).

Температура конденсации охлаждаемого пара и образующейся жидкости сохраняется постоянной на протяжении всей этой фазы. Происходит изменение агрегатного состояния хладагента с переходом насыщенного пара в состояние насыщенной жидкости. На этом участке снимается 60–80% теплоемка.

### Переохлаждение жидкости (A-A').

На этой фазе хладагент, находящийся в жидком состоянии, подвергается дальнейшему охлаждению, в результате чего его температура понижается. Полу-

чается переохлажденная жидкость (по отношению к состоянию насыщенной жидкости) без изменения агрегатного состояния.

Переохлаждение хладагента дает значительные энергетические преимущества: при нормальном функционировании понижение температуры хладагента на один градус соответствует повышению мощности холодильной машины примерно на 1% при том же уровне энергопотребления.

### Количество тепла, выделяемого в конденсаторе.

Участок *D–A'* соответствует изменению теплосодержания хладагента в конденсаторе и характеризует количество тепла, выделяемого в конденсаторе.

### Регулятор потока (A'-B).

Переохлажденная жидкость с параметрами в точке *A'* поступает на регулятор потока (капиллярную трубку или терморегулирующий расширительный клапан), где происходит резкое снижение давления. Если давление за регулятором потока становится достаточно низким, то кипение хладагента может происходить непосредственно за регулятором, достигая параметров точки *B*.

### Испарение жидкости в испарителе (B-C).

Смесь жидкости и пара (*точка B*) поступает в испаритель, где она поглощает тепло от окружающей среды (потока воздуха) и переходит полностью в парообразное состояние (*точка C*).

Процесс идет при постоянной температуре, но с увеличением теплосодержания.

Как уже говорилось выше, парообразный хладагент несколько перегревается на выходе испарителя. Главная задача фазы перегрева ( $C-C'$ ) — обеспечение полного испарения остающихся капель жидкости, чтобы в компрессор поступал только парообразный хладагент. Для этого требуется повышение площади теплообменной поверхности испарителя на 2–3% на каждые  $0,5^\circ\text{C}$  перегрева. Поскольку обычно перегрев соответствует  $5-8^\circ\text{C}$ , то увеличение площади поверхности испарителя может составлять около 20%, что безусловно оправдано, так как увеличивает эффективность охлаждения.

#### Количество тепла, поглощаемого испарителем.

Участок  $HВ-HС'$  соответствует изменению теплосодержания хладагента в испарителе и характеризует количество тепла, поглощаемого испарителем.

#### Реальный цикл охлаждения.

В действительности в результате потерь давления, возникающих на линии всасывания и нагнетания, а также в клапанах компрессора, цикл охлаждения отображается на диаграмме несколько иным образом (рис. 4).

Из-за потерь давления на входе (участок  $C-L$ ) компрессор должен производить всасывание при давлении ниже давления испарения.

С другой стороны, из-за потерь давления на выходе (участок  $M-D'$ ), компрессор должен сжимать парообразный хлада-

гент до давлений выше давления конденсации.

Необходимость компенсации потерь увеличивает работу сжатия и снижает эффективность цикла.

Помимо потерь давления в трубопроводах и клапанах, на отклонение реального цикла от теоретического влияют также потери в процессе сжатия.

Во-первых, процесс сжатия в компрессоре отличается от адиабатического, поэтому реальная работа сжатия оказывается выше теоретической, что также ведет к энергетическим потерям.

Во-вторых, в компрессоре имеются чисто механические потери, приводящие к увеличению потребной мощности электродвигателя компрессора и увеличению работы сжатия.

В третьих, из-за того, что давление в цилиндре компрессора в конце цикла всасывания всегда ниже давления пара перед компрессором (давления испарения), также уменьшается производительность компрессора. Кроме того, в компрессоре всегда имеется объем, не участвующий в процессе сжатия, например, объем под головкой цилиндра.

#### Оценка эффективности цикла охлаждения.

Эффективность цикла охлаждения обычно оценивается коэффициентом полезного действия или коэффициентом термической (термодинамической) эффективности.

Коэффициент эффективности может быть вычислен как соотношение изменения теплосодержания

хладагента в испарителе ( $HС-HВ$ ) к изменению теплосодержания хладагента в процессе сжатия ( $HД-HС$ ).

Фактически он представляет собой соотношение холодильной мощности и электрической мощности, потребляемой компрессором.

Причем он не является показателем производительности холодильной машины, а пред-

ставляет собой сравнительный параметр при оценке эффективности процесса передачи энергии. Так, например, если холодильная машина имеет коэффициент термической эффективности, равный 2,5, то это означает, что на каждую единицу электроэнергии, потребляемую холодильной машиной, производится 2,5 единицы холода.

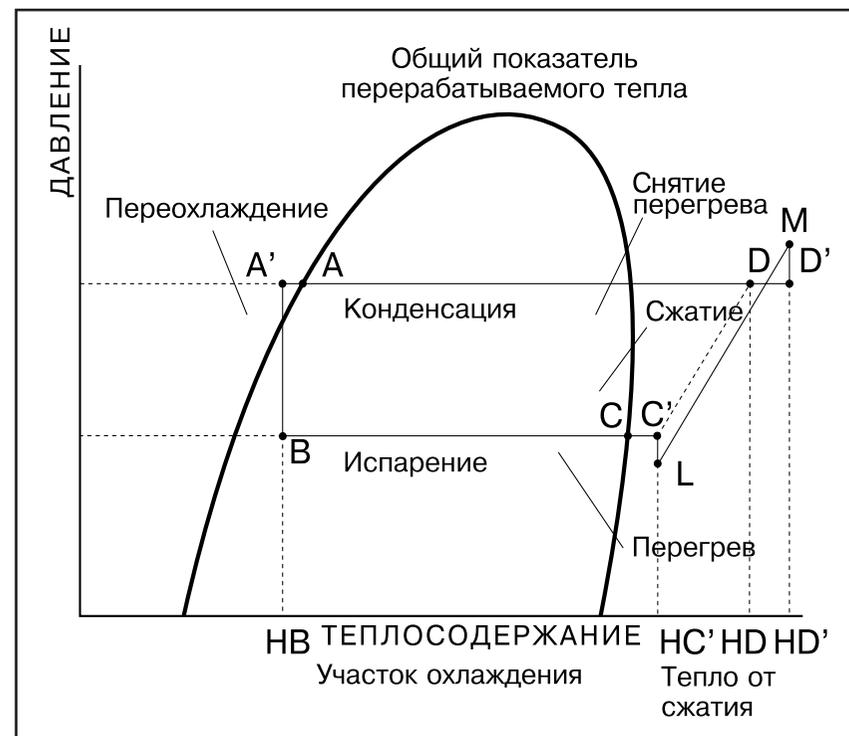


Рис. 4. Изображение цикла реального сжатия на диаграмме «Давление-теплосодержание»

$C'L$ : потеря давления при всасывании

$MD$ : потеря давления при выходе

$HDHC'$ : теоретический термический эквивалент сжатия

$HD'HC'$ : реальный термический эквивалент сжатия

$C'D$ : теоретическое сжатие

$LM$ : реальное сжатие

# ИНФОРМАЦИЯ ПО ХЛАДАГЕНТАМ

Покупатели бытовых кондиционеров и крупных систем кондиционирования все чаще задают вопросы: «Насколько вреден фреон, используемый в системе? Разрешено ли его применение?»

В настоящее время хладагент R12 признан одним из самых вредных фреонов. До недавнего времени он широко использовался в домашних холодильниках. Токсичность фреонов при прямом воздействии на человека незначительна и нормируется величиной предельно допустимой концентрации (ПДК), которая составляет 300мг/м<sup>3</sup> для R12; 3000 мг/м<sup>3</sup> для R22 и большинства других фреонов. Чем же вреден тогда R12?

Как показали научные исследования, R12, попадая в верхние слои атмосферы, способствует разрушению озонового слоя Земли. Это приводит к повышенному проникновению ультрафиолетовой радиации к поверхности Земли, оказывающей разрушительное воздействие на организм человека.

Именно поэтому мировое сообщество обеспокоено этой экологической проблемой, имеющей глобальное значение. Действительно, фреон R12, выпущенный в атмосферу в России, может увеличить поток ультрафиолета в Америке.

В соответствии с Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 1987 г. вступил в действие «Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоно-

вый слой» во исполнение Венской конвенции об охране озонового слоя 1985 г., предусматривающий постепенное сокращение производства и потребления ряда хлорфторуглеродов.

Сегодня 90% кондиционеров используют хладагент R22.

В качестве хладагентов, заменяющих R22, предлагаются R134a, R407c и R410A.

В России регулированием ввоза продукции, содержащей озоноразрушающие вещества, занимается Центральный аппарат Госкомэкологии России.

Озоноразрушающая активность хладагентов оценивается величиной озоноразрушающего потенциала, который может принимать значения от 0 (для озонобезопасных хладагентов) до 13 (для озоноразрушающих).

Так озоноразрушающий потенциал R12 равен 1,0; R22 — 0,05; R134a — 0; R407c — 0.

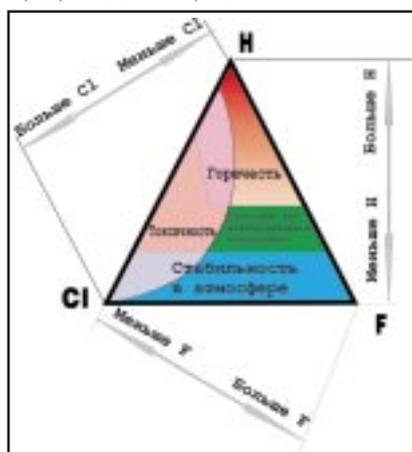


Рис.1

Значит ли это, что проблема создания новых хладагентов решена и они отвечают всем предъявляемым требованиям.

К сожалению, идеального хладагента пока не существует, и если R134a не разрушает озоновый слой, что очень хорошо, то его термодинамические свойства далеки от совершенства.

Хладагент, являющийся рабочим телом кондиционера, выбирается разработчиками систем кондиционирования с учетом большого числа факторов: высокой эффективности работы оборудования, низкой стоимости, пожаробезопасности и токсичности. Требования к холодильным агентам постоянно пополняются и конкретизируются самой жизнью.

Основными факторами, определяющими выбор хладагента, безусловно, являются его термодинамические и теплофизические характеристики. Они влияют на эффективность, эксплуатационные показатели и конструктивные характеристики кондиционеров. Широко применение в холодильной технике нашли фторхлоруглеродные хладагенты (фреоны), обладающие требуемыми термодинамическими и теплофизическими качествами.

Свойства хладагентов зависят от структуры молекулы вещества, присутствия соотношения молекул фтора,

хлора и водорода в его составе (рис.1).

Вещества с высоким содержанием молекул водорода являются горючими и при их применении пожароопасными.

Вещества с малым содержанием фтора обладают токсичностью и их применение ограничено санитарными нормами.

Вещества с малым содержанием водорода долго «живут» в атмосфере, не разлагаясь на части, поглощаются биосферой Земли и являются экологически нежелательными.

На рис.1 указаны как «запретные» области по факторам горючести, токсичности и стабильности веществ в атмосфере, так и область допустимого состава для использования в качестве альтернативных хладагентов.

На диаграмме для группы метана (рис. 2) мы видим, что холодильные агенты R11 и R12 лежат в области экологически неблагоприятных хладагентов. Широко применяемый в настоящее время

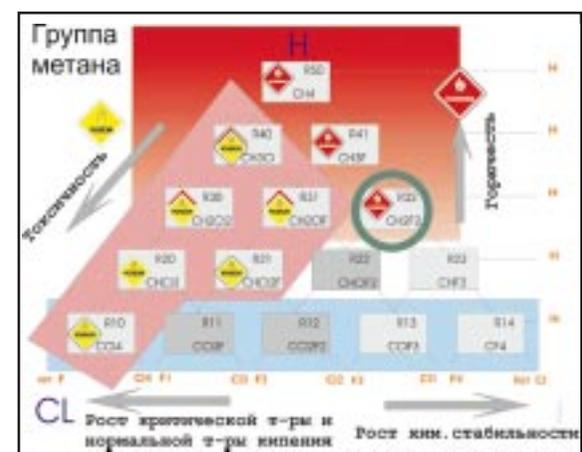


Рис.2

хладагент R22 хотя и лежит в области допустимой для применения, но все же содержит в своем составе атом хлора и поэтому является «озоноопасным». «Озоноопасность» R22 составляет всего 5% от «озоноопасности» хладагента R12, что нашло отражение в Монреальском протоколе в сроках реализации сокращения выпуска R22 и ограничения его производства с 2005 года.

На диаграмме веществ группы этана (рис.3) интерес представляют хладагенты R134a и R125. R134a предложен как альтернатива традиционному хладагенту R12, широко используемому в холодильной технике и, в частности, в чиллерных системах.

Для применения в кондиционерах хладагент R134a недоста-

точно привлекателен по своим термодинамическим характеристикам. Для модификации его свойств к хладагенту R134a добавляют хладагенты R32 и R125. Присутствие в смеси каждого хладагента обеспечивает придание необходимых свойств смеси и выполняет определенную функцию.

R32 (23%) способствует увеличению производительности.

R125 (25%) исключает горючесть смеси.

R134a (52%) определяет рабочее давление в контуре хладагента.

Смесь хладагентов такого состава получила марку R407C. Подобно хладагенту R22, R407C обладает малой токсичностью, химически стабилен и не горюч.

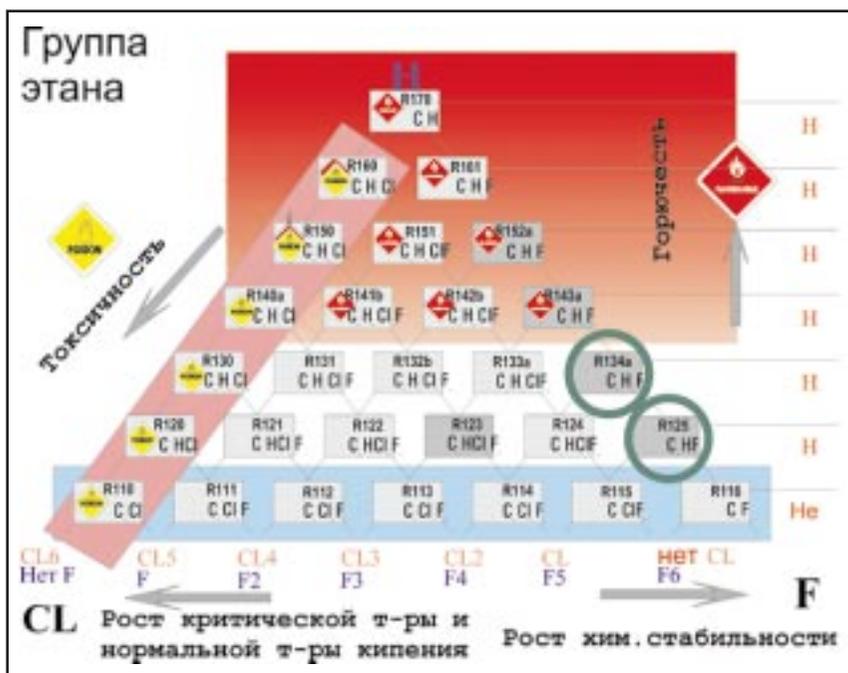


Рис. 3

Если произошла утечка хладагента, то к негативному влиянию нехватки хладагента на работу кондиционера добавляется и отрицательное влияние изменения ее состава. Оставшийся в системе хладагент имеет отличный от оптимального состав и его нельзя использовать для работы без доработки. Поэтому при ремонте необходимо слить оставшийся хладагент полностью и заправить систему новой смесью оптимального состава.

Основная разница в характеристиках прежнего хладагента  $\text{CHF}_2\text{Cl}$  (R22) и нового R407C заключается в величине давлений при рабочих температурах и типе масел, совместимых с данным хладагентом.

Рабочее давление в системе, заправленной хладагентом R407C, несколько выше, чем в случае хладагента R22 (таб. 1).

Традиционно используемое с хладагентом R22 минеральное масло не пригодно в сочетании с R407C. Новый хладагент плохо смешивается с минеральным маслом, в особенности, при низких температурах и образует с ним расслаивающуюся двухфаз-

ную смесь. Это приводит к неудовлетворительной смазке компрессора из-за периодического попадания в зону смазки жидкого хладагента вместо масла, что приводит к быстрому износу трущихся частей компрессора. Кроме того, плохо растворимое в хладагенте масло, имеющее при низких температурах высокую вязкость, забивает капиллярные трубки и нарушает нормальную циркуляцию хладагента.

Чтобы обойти эти трудности, хладагент R407C применяется в сочетании с эфирным маслом, растворимым в данном хладагенте. Один из недостатков такого синтетического масла — высокое поглощение им влаги. Хранение, транспортировка, процесс заправки маслом должны исключать возможность попадания в масло не только капельной влаги, но и продолжительный контакт с влажным воздухом, из которого масло активно поглощает влагу. Необходимы также специальные меры по предотвращению попадания влаги в систему как в процессе производства кондиционера, так и при его установке на месте использования.

t°	R22 (бар)	R407C (бар)
-40°C	1,050	1,568
-20°C	2,448	3,297
0°C	4,976	6,203
20°C	9,100	10,737
40°C	15,335	17,247
60°C	24,265	26,230
80°C	36,622	38,279

Таблица 1

# ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЫТОВЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Производители бытовых кондиционеров с реверсивным циклом в технической документации на товар, как правило, указывают температурный диапазон, в котором можно эксплуатировать кондиционер. Нижняя граница этого диапазона редко опускается до температуры ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  для режима «холод» и  $0^{\circ}\text{C}$  для режима «тепло». Что произойдет с кондиционером, если пренебречь этим ограничением? Что необходимо сделать, чтобы кондиционер можно было эксплуатировать при более низких температурах без риска вывести его из строя? Эти вопросы являются особенно актуальными в условиях русской зимы и поэтому требуют ответа.

Если следовать рекомендациям производителя, то лучший способ эксплуатации кондиционера в холодное время года при отрицательных температурах наружного воздуха — это его консервация.

Консервация кондиционера на зиму предусматривает следующие мероприятия.

1. Конденсация хладагента в наружный блок, которая предус-

матривает выполнение следующих операций:

- подключение манометрического коллектора к сервисному порту;
- включение кондиционера на «холод»;
- запирание жидкостного вентиля компрессорно-конденсаторного блока кондиционера;
- запирание газового вентиля при давлении всасывания ниже атмосферного;
- отключение манометрического коллектора.

Это позволит избежать потерь хладагента через неплотности наружной фреоновой магистрали.

2. Отключение или блокировка цепей запуска компрессора, исключающая ошибочный запуск компрессора.

3. Ограждение компрессорно-конденсаторного блока кондиционера с целью исключить его повреждение льдом или падающими сосульками (при необходимости).

Что же делать, если без кондиционера зимой не обойтись? Как уменьшить риск серьезной поломки кондиционера?

Выясним, что же происходит внутри кондиционера при низких температурах окружающего воздуха.

Известно, что бытовые кондиционеры не производят холод или тепло, они лишь «перекачивают» тепло из одного термоизолированного объема в другой, то есть — по принципу действия — это «тепловые насосы». Для переноса тепла используются специальные вещества — хладагенты. Обмен теплом между хладагентом и окружающим воздухом происходит через воздушные теплообменники. Схематически это выглядит так:

- тепло из воздуха в одном термоизолированном объеме через теплообменник поглощается хладагентом;

- хладагент с помощью компрессора перекачивается в другой теплообменник;

- тепло, аккумулированное хладагентом через теплообменник, сбрасывается в воздух.

Производительность воздушного теплообменника или коли-

чество тепла, которое может отдать или получить хладагент через теплообменник, зависит от конструкции и температуры воздуха, проходящего через него. Поэтому суть основной проблемы, ограничивающей использование бытового кондиционера с реверсивным циклом зимой, — изменение производительности теплообменника компрессорно-конденсаторного блока при снижении температуры окружающего воздуха. Причем при работе на «холод» теплообменник оказывается переразмеренным (слишком большим), а при работе на «тепло» — недоразмеренным (слишком маленьким).

При работе кондиционера в режиме «холод» возникают также и дополнительные проблемы:

1. снижение производительности холодильной машины;
2. увеличение продолжительности переходного режима работы холодильной машины (кондиционера);
3. «натекание» жидкого хладагента в картер компрессора;



Рис. 1. Таким образом устанавливается замедлитель

4. проблема запуска компрессоров при низких температурах окружающего воздуха;

5. проблема отвода дренажной воды.

Остановимся на отрицательных последствиях указанных проблем. А именно:

- снижение холодопроизводительности кондиционера;

- обмерзание внутреннего блока кондиционера и, как следствие, еще большее снижение производительности, риск гидроудара и повреждения компрессора;

- нарушение работы системы отвода конденсата (конденсат по покрытому льдом теплообменнику стекает мимо дренажной ванны на вентилятор и выбрасывается в помещение);

- ухудшение охлаждения электродвигателя компрессора, периодическое срабатывание тепловой защиты, риск теплового пробоя изоляции;

- чрезмерное повышение температуры нагнетания компрессора, риск повреждения пластмассовых деталей четырехходового вентиля;

- риск гидравлического удара при пуске компрессора из-за вскипания хладагента, натекшего в компрессор;

- замерзание дренажной магистрали.

К счастью, перечисленные проблемы, возникающие при работе кондиционера на «холод», имеют решение. Это использование зимнего комплекта кондиционера.

В состав зимнего комплекта входит.

1. *Замедлитель скорости вращения вентилятора.* Он решает задачу снижения производительности теплообменника компрессорно-конденсаторного блока путем уменьшения потока воздуха, проходящего через него. Чувствительным элементом замедлителя является датчик, контролирующей температуру конденсации. Исполнительным элементом — регулятор скорости вращения вентилятора обдува теплообменника. Замедлитель реализует функцию поддержания заданной температуры конденсации. Попутно решаются проблемы снижения производительности кондиционера, обмерзания внутреннего блока и другие, связанные с переразмеренностью теплообменника компрессорно-конденсаторного блока (рис. 1).

2. *Нагреватель картера компрессора.* Он решает проблемы пуска холодного компрессора, препятствуя его повреждению (рис. 2).

Механизм защиты следующий: при остановке компрессора включается нагреватель картера, установленный на ком-



Рис. 2. Установленный картерный нагреватель

прессоре. Даже небольшая разница температур компрессора и остальных деталей наружного блока, создаваемая нагревателем картера, исключает натекание хладагента в картер. Масло не загустевает, вскипание хладагента при пуске компрессора не происходит.

3. *Дренажный нагреватель.* Он осуществляет отвод конденсата из кондиционера, если дренаж выведен наружу. В настоящее время используют несколько типов дренажных нагревателей. По способу установки их можно разделить на 2 группы:

1 — дренажные нагреватели, устанавливаемые внутри дренажной магистрали;

2 — дренажные нагреватели, устанавливаемые снаружи дренажной магистрали.

Вариант зимнего комплекта кондиционера приведен на рис. 3.

Каковы же проблемы, возникающие при работе кондиционера с реверсивным циклом на «тепло» при отрицательных температурах?

Заметим, что существует два источника тепла, которое «перекачивает» кондиционер в помещении. Во-первых, это тепло, которое забирается из наружного воздуха. Во-вторых, это теплота работы сжатия компрессора и теплота, выделяемая электродвигателем компрессора. Первая составляющая сильно зависит от

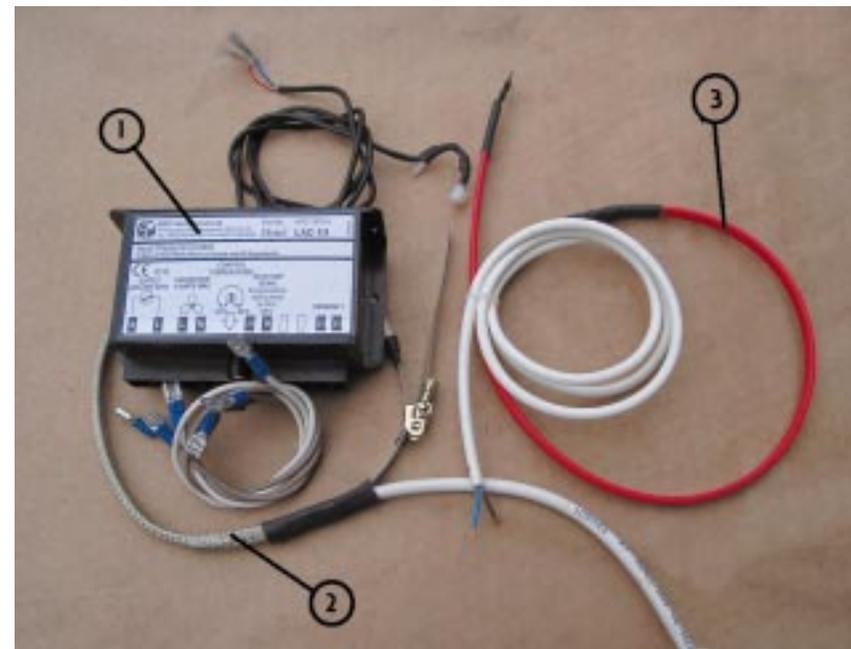


Рис. 3. Комплект для «адаптации» кондиционера к работе зимой: 1 — замедлитель скорости вращения вентилятора; 2 — картерный нагреватель; 3 — дренажный нагреватель

температуры наружного воздуха и по сути определяет все негативные явления происходящие в кондиционере при низких температурах наружного воздуха. Для того, чтобы тепло наружного воздуха перетекало в нужном направлении, температура фазового перехода хладагента (испарения) должна соответствовать определенной величине, которая является характеристикой теплообменника и называется полным перепадом.

Что происходит в кондиционере, работающем на «тепло», при температурах, близких к 0°C?

Температура фазового перехода для нормального процесса переноса тепла устанавливается ниже температуры окружающего воздуха на величину полного перепада, которая для наружных блоков бытовых кондиционеров составляет 5–15°C. То есть уже при температуре окружающего воздуха +5°C температура фазового перехода (испарения), даже для хорошего теплообменника с малым перепадом, отрицательная. Это приводит к тому, что теплообменник начинает покрываться инеем, ухудшается теплообмен с воздухом, растет полный температурный перепад, температура испарения падает. Поскольку производительность кондиционера практически пропорционально зависит от давления (температуры) испарения, она также падает. Мощности «зарешетного» инеем теплообменника недостаточно для испарения поступающего в него жидкого хладагента, и он начинает поступать на всасывание компрессора.

Какие последствия для кондиционера это может вызвать?

1. Система оттаивания наружного блока, периодически включающаяся в работу, приводит к образованию льда внутри компрессорно-конденсаторного блока кондиционера и, в свою очередь, к блокировке или разрушению лопастей вентилятора.

2. Жидкий хладагент, не испарившийся в теплообменнике, попадает в магистраль всасывания, затем в отделитель жидкости, далее внутрь компрессора, вызывая гидравлический удар.

3. Перегрев, а затем (при попадании жидкого хладагента внутрь корпуса компрессора) обмерзание компрессора.

Причина перечисленных последствий — слишком низкая производительность теплообменника компрессорно-конденсаторного блока кондиционера при снижении температуры наружного воздуха. Действенных методов повышения этой производительности, к сожалению, нет. Последствия, как правило, катастрофические.

Поэтому включать кондиционер на «тепло» при отрицательных температурах окружающего воздуха категорически нельзя.

Подводя итог, можно сказать:

1. Лучший способ эксплуатации кондиционера зимой — консервация.

2. При необходимости можно эксплуатировать кондиционер, но только в режиме «холод» и при условии оборудования его зимним комплектом.

# ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ, МОНТАЖЕ И ОБСЛУЖИВАНИИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## 1. Общие положения.

Правила техники безопасности не заменяют инструкции, предоставляемые заводом изготовителем вместе с оборудованием. Поэтому лица, эксплуатирующие установки кондиционирования воздуха и холодильное оборудование, должны внимательно ознакомиться с инструкциями, прилагаемыми к оборудованию.

Для определения степени опасности использованы следующие термины.

**Опасность.** Это означает, что имеется опасность, которая может привести к тяжелым травмам или смерти.

**Предупреждение.** Это означает, что опасные или небезопасные приемы работы могут привести к тяжелым травмам или смерти.

**Внимание.** Это означает, что потенциально опасные или небезопасные приемы работы мо-

гут привести к незначительным травмам.

**Правила техники безопасности.** Это общая инструкция, которая необходима для безопасной практики работы.

## 2. Личная защита.

### Предупреждение.

1. Не дотрагивайтесь до электрических соединений влажными руками.

2. Не дотрагивайтесь до электрического оборудования, находясь на мокрой поверхности или в мокрой обуви.

3. Надевайте защитную каску или другую защиту для головы при возможном падении предметов.

### Внимание.

1. Надевайте защитные очки с боковыми щитками.

2. Надевайте перчатки при работе с узлами машины после перегорания встроенного электродвигателя компрессора. В хладагенте и масле содержится кислота, которая может привести к ожогам кожи.

3. Надевайте очки и перчатки при работе с химикатами, при сварке, резке, шлифовке или пайке, а также в зоне, где осуществляются эти операции.

4. Надевайте очки и спецодежду при работе с листовым металлом.

5. Надевайте специальную обувь при работе с тяжелым грузом или при его подъеме.

6. Надевайте спецодежду для защиты от ожогов при дуговой сварке.

7. Надевайте специальную защиту на уши при работе в зоне, где уровень шума выше 90 дБ.

8. Не надевайте кольца, свободно висящую одежду, длинный галстук или перчатки при работе вблизи движущихся приводных ремней или оборудования.

9. Не надевайте кольца и часы при работе с электрическим оборудованием.

### **Правила техники безопасности.**

1. Содержите свое рабочее место чистым, не проливайте жидкость на пол.

2. Прекратите работу, если Вы заболели. Больной человек теряет наблюдательность и потому более подвержен несчастным случаям.

### **3. Хранение и обращение с баллонами с хладагентом.**

#### **Предупреждение.**

1. Не нагревайте баллон с хладагентом открытым пламенем. Пользуйтесь теплой водой, если возникает необходимость нагреть баллон.

2. Не храните баллоны с хладагентом на солнце.

3. Не храните баллоны с хладагентом при температуре окружающей среды, которая создает давление выше уставки предохранительного клапана.

4. Не применяйте повторно баллоны одноразового пользования. Это опасно и противозаконно.

5. Не меняйте предохранительные устройства на баллоне для хладагента.

6. Не прилагайте излишние усилия при затяжке соединения.

7. Не переполняйте баллоны многократного использования.

8. Открывайте вентиль баллона медленно, чтобы предотвратить резкое повышение давления в системе.

9. Пользуйтесь соответствующим ключом при обслуживании вентили баллона с хладагентом.

#### **Внимание.**

1. Не изменяйте конструкцию баллона для хладагента.

2. Не роняйте и не ударяйте баллоны для хладагента.

3. Не заряжайте баллон другим хладагентом, кроме обозначенного на его корпусе.

4. Не полагайтесь полностью на обозначения на баллоне для определения марки хладагента.

5. Не заряжайте баллон повторного использования избыточным количеством хладагента.

6. Наденьте колпак на баллон, если им не пользуетесь.

7. Предотвратите пульсацию давления при переливе хладагента из одного баллона в другой.

8. Периодически проверяйте все шланги, арматуру и зарядные трубы. Заменяйте их при необходимости.

9. Закрепите все баллоны с хладагентом для предотвращения их повреждения. Рекомендуются закреплять их следующим образом:

а) большой баллон положите на бок и предотвратите его перекачивание, подкладывая клинья;

б) малый баллон храните в вертикальном положении и закрепите его ремнем или цепью.

### **4. Проверка системы на утечку хладагента. Испытание системы давлением.**

#### **Опасность.**

1. Не применяйте кислород при испытании герметичности холодильной системы. Смесь кислорода и масла взрывоопасна.

2. Не повышайте до предела давление из баллона при испытании азотом герметичности системы.

3. Не превышайте обозначенное пробное давление системы при испытании герметичности.

4. Для проверки на утечку не испытывайте герметичность системы азотом до зарядки хладагента.

5. Применяйте азот при испытании герметичности системы при давлении выше давления хладагента.

6. Применяйте редуктор с манометром при испытании герметичности системы азотом.

7. Отсоедините баллон с азотом по окончании испытания герметичности системы.

#### **5. Хладагенты.**

#### **Предупреждение.**

1. Не входите в закрытое помещение после обнаружения утечки хладагента, если помещение тщательно не проветрено.

Работайте вдвоем, используя средства жизнеобеспечения.

2. Не допускайте попадание жидкого хладагента на кожу или в глаза. Если это происходит, то немедленно намойте кожу и смойте водой. Немедленно промойте глаза водой и обратитесь к врачу.

3. Не вдыхайте пары от течи испарителя или открытого пламени. Пары могут содержать фосген, который является отравляющим газом.

4. Надевайте защитные очки.

5. Надевайте защитные перчатки при работе с жидкими хладагентами.

#### **Внимание.**

1. Не осуществляйте сварку или резку трубопровода или сосуда до удаления всего хладагента.

2. Не пользуйтесь открытым пламенем в помещении, содержащем пар хладагента. Тщательно проветрите помещение до входа в него.

3. Не курите в помещении, заполненном парами хладагента.

### **Правила техники безопасности.**

1. Не допускайте сильную концентрацию пара хладагента в закрытом помещении. Хладагент может вытеснить кислород и вызвать удушье.

2. Не допускайте работу нагревательных устройств, например, газовых горелок или включенных электрических приборов в помещении, заполненном парами хладагента. Повышенная температура может вызвать распад хладагента на опасные вещества, например, соляную кислоту и газообразный фосген.

3. При обнаружении сильного раздражающего запаха предупредите всех работающих сотрудников и руководство и немедленно покиньте помещение.

### **6. Поршневые компрессоры.**

#### **Опасность.**

1. Не работайте с электропроводкой до полного отключения электросхемы.

2. Не производите измерения омметром, если электросхема находится под напряжением.

#### **Предупреждение.**

1. Не применяйте герметичный или бессальниковый компрессор для вакуумирования системы. Обмотка встроенного электродвигателя может перегореть и быть причиной серьезной аварии.

2. Не пользуйтесь сварочным аппаратом при отсоединении компрессора от холодильной системы. Масло может загореться и быть причиной серьезных ожогов.

3. Не выпускайте хладагент из системы через незатянутые соединения или поврежденный трубопровод. Регулируйте выпуск хладагента, используя манометр.

4. Не подавайте напряжение к электродвигателю компрессора при снятой крышке клеммной коробки.

5. Не ослабляйте и не откручивайте болты компрессора, когда он находится под давлением. Выпустите хладагент из системы до избыточного давления 0–0,01 МПа.

6. Не включайте компрессор при закрытых всасывающем и нагнетательном вентилях.

7. Выключите и заблокируйте все переключатели при обслуживании электрической схемы и соединений.

#### **Внимание.**

1. Закройте все вентили компрессоров в многокомпрессорной системе до обслуживания какого-либо узла, иначе линия уравнивания масла будет препятствовать снижению давления в обслуживаемом компрессоре.

### **7. Оборудование для обработки воздуха.**

#### **Опасность.**

1. Не входите в камеру, где работает вентилятор.

2. Не вставляйте руку в агрегат или камеру вентилятора, если он работает.

3. Не обслуживайте вентилятор или электродвигатель вентилятора до выключения, блокировки выключателя и снятия предохранителей.

4. Не обслуживайте электрические схемы, нагревательные элементы или соединения до выключения, блокировки выключателей и снятия предохранителей.

#### **Предупреждение.**

1. Не включайте оборудование с ременным приводом до установки ограждения ремней.

2. Не обслуживайте воздушные заслонки до выключения их приводов.

3. При обнаружении утечки не герметизируйте испаритель, содержащий жидкий хладагент.

4. Не продувайте испаритель паром хладагента до удаления всех людей из помещения.

5. Обеспечьте достаточную вентиляцию при сварке или рез-

ке внутри агрегата обработки воздуха.

6. Обеспечьте соответствующее заземление агрегатов, монтируемых на крыше.

#### **Внимание.**

1. Не обслуживайте вентиляторы, не закрепив шкив канатом или ремнем для предотвращения свободного вращения крыльчатки.

2. Не превышайте пробное давление при испытании герметичности системы.

3. Обеспечьте защиту воспламеняющихся материалов при сварке или резке внутри агрегата обработки воздуха.

#### **Правила техники безопасности.**

При эксплуатации и обслуживании оборудования по обработке воздуха применяйте безопасные приемы работы для предотвращения повреждения оборудования.

### **8. Ацетиленокислородная сварка и резка.**

#### **Опасность.**

1. Не применяйте кислород, кроме как для сварки и резки.

2. Не применяйте кислород для испытания герметичности холодильной системы.

#### **Предупреждение.**

1. Не храните баллоны с кислородом вблизи масла или смазочных материалов.

2. Не храните баллоны с кислородом вблизи горючих материалов.

3. Не дотрагивайтесь до баллонов с кислородом замасленными перчатками и руками.

4. Не производите сварку или резку в атмосфере, заполненной паром хладагента.

5. Не производите сварку или резку вблизи горючих материалов.

6. Не производите сварку или резку трубопроводов или сосудов, работающих под давлением, до их разгерметизации.

7. Не производите сварку или резку, не обеспечив достаточную вентиляцию помещения.

8. Пользуйтесь противогазом или другим дыхательным аппаратом и работайте вдвоем при необходимости производства сварки или резки в невентилируемом помещении.

9. Надевайте специальные очки и перчатки при сварке и резке.

#### **Внимание.**

1. Не храните баллоны с кислородом и ацетиленом вблизи друг друга.

2. Не храните баллоны с кислородом и ацетиленом вблизи источника тепла.

3. Не загромождайте проходы, лестничные клетки и лестницы сварочным оборудованием.

4. Храните баллоны с кислородом и ацетиленом, привязанными ремнями или цепями в вертикальном положении.

5. Надевайте соответствующую спецодежду при сварке и резке.

#### **Правила техники безопасности.**

1. Не пользуйтесь поврежденными или изношенными шлангами.

2. Не пользуйтесь соединителями, кроме тех, которые специально изготовлены для аппаратов ацетиленокислородной сварки и резки.

3. Не стойте у редуктора при открытии вентиля на баллоне.

4. Зажигайте сварочные горелки только специальным запальником.

5. Соблюдайте обозначения на трубопроводах, баллонах и шлангах.

6. Приоткройте вентиль на баллоне до установки редуктора.

7. Ослабьте регулировочный винт редуктора до открытия вентиля на баллоне.

8. Проверьте запорные вентили и соединения до начала работы.

#### **9. Холодильное оборудование и установки кондиционирования воздуха (общие требования).**

##### **Предупреждение.**

1. Не изгибайте и не наступайте на холодильные трубопроводы, находящиеся под давлением.

2. Не производите сварку или резку в помещении, содержащем хладагент.

3. Не ослабляйте гайку сальника, не убедившись, что имеется достаточно резьбы для предотвращения выброса хладагента.

4. Пользуйтесь только такими запасными частями, которые соответствуют данному оборудованию.

5. Откройте вентили на трубопроводах хладагента, воды и пара до их вскрытия.

6. Периодически проверяйте арматуру, трубопроводы и вентили на наличие коррозии, утечек, повреждений или ржавчины.

##### **Правила техники безопасности.**

1. Убедитесь в том, что все транспортные болты и заглушки сняты до пуска оборудования.

2. Периодически проверяйте смотровые стекла уровня хладагента и масла на наличие трещин.

3. Пользуйтесь жидкими орошающими средствами для удаления льда со смотровых стекол.

4. Не скалывайте лед со смотровых стекол.

#### **10. Водоохлаждающие машины с центробежным компрессором (теплообменные аппараты).**

##### **Опасность.**

1. Не превышайте обозначенное пробное давление при испытании герметичности системы.

2. Не пользуйтесь кислородом для испытания герметичности и продувки холодильной системы.

3. Не отключайте предохранительные клапаны.

4. Не эксплуатируйте машину, если не работают предохранительные клапаны.

##### **Предупреждение.**

1. Не ремонтируйте предохранительные клапаны.

2. Не отключайте предохранительные клапаны.

3. Не снимайте предохранительные клапаны внутри здания.

4. Не вскрывайте холодильную систему, находящуюся под давлением.

5. Проверяйте все предохранительные клапаны, по крайней мере, один раз в году.

6. Проверьте марку хладагента до зарядки в систему.

7. Проветрите помещение, содержащее хладагент, до начала ремонта.

##### **Внимание.**

Не ослабляйте болты на крышке бака до полного спуска из него воды.

#### **11. Водоохлаждающие машины с центробежным компрессором (электрические схемы и регуляторы).**

##### **Опасность.**

1. Изучите соответствующие инструкции до проверки напряжения.

2. Не измеряйте высокое напряжение (600 и более) ручными приборами.

3. Пользуйтесь трансформаторами тока и напряжения при измерении высокого напряжения.

##### **Предупреждение.**

1. Обслуживайте только отключенные и заблокированные электрические цепи.

2. Не останавливайте агрегат отключением рубильника.

3. Не измеряйте сопротивление в цепи под напряжением.

4. Не снимайте крышки с клеммной коробки во время работы компрессора.

5. Не обслуживайте электрические конденсаторы до их соответствующей разрядки.

6. Заземлите все электрическое оборудование.

7. Пользуйтесь заземленным выключателем при использовании ручных инструментов.

##### **Внимание.**

1. Не шунтируйте и не отключайте блокировочные устройства электрической схемы.

2. Не проверяйте электрическую схему до обесточивания всех цепей.

3. Пользуйтесь изолированными съемниками для плавких предохранителей.

##### **Правила техники безопасности.**

1. Не храните инструменты или детали в приборных или пусковых шкафах.

2. Пользуйтесь измерительными приборами строго в соответствии с их назначением.

3. Периодически проверяйте электрические провода, замените или ремонтируйте поврежденные провода, разъемы и соединения.

#### **12. Водоохлаждающие машины с центробежным компрессором (соединения).**

##### **Опасность.**

1. Не снимайте защитные ограждения, пока все вращающиеся части не остановились.

2. Не включайте агрегат, пока не затянуты все болты.

3. Удалите все инструменты и материалы до пуска агрегата.

##### **Предупреждение.**

1. Не стойте вблизи вращающихся соединений.

2. Не включайте агрегат с ременным приводом без защитных ограждений.

##### **Внимание.**

1. Не включайте агрегат, пока не удалены все ключи, шкальные приборы и так далее.

2. Затяните все крепежные болты и проверьте их затяжку два раза.

3. Периодически проверяйте смазку и соосность соединений.

#### **13. Водоохлаждающие машины (центробежный компрессор).**

##### **Опасность.**

1. Не включайте компрессор до проверки всех соединений трубопроводов с перегретым паром хладагента.

2. Не стойте рядом с рычагом переключения компрессора.

3. Ознакомьтесь с инструкцией по пуску и эксплуатации до включения компрессора.

**Предупреждение.**

1. Не открывайте спускные линии на компрессоре, пока он находится под вакуумом.

2. Не вскрывайте регулятор подачи пара хладагента.

3. Не блокируйте рычаг регулирования подачи пара хладагента.

4. Не блокируйте предохранительный клапан.

5. Не эксплуатируйте компрессор при частоте вращения выше расчетной.

6. Установите предохранительный клапан между выходным патрубком компрессора и запорным вентилем для защиты корпуса компрессора от разрыва.

7. Установите соответствующие заглушки на входном и выходном патрубках до разборки компрессора.

**Внимание.**

1. Надевайте соответствующую спецодежду при обслуживании компрессора или его узлов.

2. Не проливайте жидкость и не бросайте на пол помещения замасленные тряпки.

**Правила техники безопасности.**

1. Не эксплуатируйте компрессор до проверки всех предохранительных и регулирующих устройств.

2. Ежегодно проверяйте и регулируйте предохранительные устройства и устройства для прекращения частоты вращения.

**14. Абсорбционные водоохлаждающие машины.**

**Опасность.**

1. Не превышайте обозначенное пробное давление при испытании герметичности холодильной системы.

2. Не пользуйтесь кислородом для продувки трубопроводов или для испытания герметичности холодильной системы.

**Предупреждение.**

1. Не демонтируйте арматуру или другие узлы, когда система находится под давлением.

2. Не отсасывайте бромистый литий ртом.

3. Не обслуживайте электрическую схему до выключения и блокировки переключателя.

4. Надевайте очки и соответствующую спецодежду при работе с ингибитором, октиловым спиртом, гидроокисью лития, гидробромистой кислотой и бромистым литием.

5. Немедленно вымойте кожные покровы водой с мылом при попадании на нее химических веществ из системы.

7. Немедленно промойте глаза водой и обратитесь к врачу при попадании в них химических веществ.

8. Проветривайте помещение при сварке или резке для удаления вредного дыма.

**Внимание.**

1. Не ослабляйте болты на крышках до спуска воды из сосудов.

2. Содержите пол чистым, пролитую жидкость вытирайте.

3. Откройте вентили до вскрытия трубопроводов воды, пара и хладагента.

# ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СЕРВИСА ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Правильное использование хорошего оборудования и инструментов обеспечивает надежную работу холодильных аппаратов и устраняет проблемы для пользователя.

Сервисные центры, занимающиеся обслуживанием холодильного оборудования, и монтажные бригады, устанавливающие это оборудование, оснащаются современными техническими средствами и приборами.

Приведем перечень оборудования без которого качественное обслуживание холодильных ап-

паратов не представляется возможным на сегодняшний день.

1. Оборудование для заправки хладагента.

1.1. Вакуумно-зарядные станции (рис. 1).

Предназначены для создания вакуума в холодильной системе при помощи вакуумного насоса и последующей заправки хладагентом из зарядного цилиндра с помощью вентиля, установленных на коллекторе.

1.2. Зарядные цилиндры.

Для зарядки требуемого количества хладагента. Подразделяются на цилиндры с электрообогревом и без него.

1.3. Вакуумные насосы.

Применяются для вакуумирования холодильных систем. Бывают одноступенчатые и двухступенчатые насосы.

1.4. Зарядные шланги.

1.5. Манометрические коллекторы.

Для измерения давления.

1.6. Шаровые вентили полного потока.

1.7. Емкости для хладагентов.

Хладагенты разливаются в специальные емкости: баллоны, бочки, цистерны и так далее.



Рис. 1

2. Течеискатели и газоанализаторы.

2.1. Галоидные лампы

Для определения утечек хладагента.

2.2. Электронные галоидные течеискатели.

Для проверки герметичности заполненных компрессионных холодильных агрегатов.

2.3. Стационарные индикаторы утечек хладагентов.

2.4. Ультразвуковые течеискатели.

Основаны на принципе улавливания ультразвука, возникающего при истечении газа (в вакуум или под воздействием давления).

2.5. Ультрафиолетовые течеискатели.

Для обнаружения течи в разветвленных холодильных системах. В систему вводят специальные реагенты на которые реагирует прибор.

2.6. Течеискатели горючих хладагентов.

2.7. Газоанализаторы аммиака. Для непрерывного автоматического контроля содержания паров аммиака.

3. Установки для сбора и рекуперации хладагента.

4. Измерительные приборы (рис. 2).

4.1. Термогигрометры.

Измеряют температуру, относительную влажность воздуха в охлаждаемом объекте и точку росы.

4.2. Термометры.

4.3. Анемометры и шумомеры.

Для измерения скорости воздушного потока используют крыльчатые анемометры, катодтермометры шаровые и термоанемометры. Шумомер предназначен для измерения эффективных значений уровней акустических шумов.

4.4. Мультигесторы.

Для измерения электрических параметров.

5. Технические средства для пайки трубопроводов и деталей.

5.1. Сварочные аппараты и горелки.

5.2. Припой.

5.3. Флюсы.

5.4. Теплоотводящие пасты и герметики.

6. Сервисные инструменты.

6.1. Электронные весы и автоматические дозаторы.

6.2. Вспомогательные инструменты.

6.3. Обжимной инструмент.

6.4. Труборезы.

6.5. Трубогибы.

6.6. Труборасширители.

6.7. Разбортовки.

Помимо выше перечисленного инструмента, монтажные бригады, связанные с установкой оборудования, оснащены строительным (рис. 3), слесарным и столярным инструментом.

# ОПЕРАЦИИ ПАЙКИ ТРУБОПРОВОДОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

## Пайка нагревом.

Пайка — это процесс соединения основных узлов холодильной системы в замкнутую схему. В следствие того, что замкнутая схема содержит хладагент, каждое паяное соединение должно быть герметичным. Иначе возникает утечка хладагента, что создает неудобства для потребителя и требует дорогостоящего ремонта.

1. Общие сведения. Пайка осуществляется при температуре выше 425°C, но ниже температуры плавления соединяемых металлов. Она происходит за счет поверхностных сил адгезии между расплавленным припоем и нагретыми поверхностями основных металлов. Припой распределяется в соединении под действием капиллярных сил.

Нельзя путать пайку твердым припоем с пайкой мягким припоем, хотя операции очень близки. Соединение металлов при пайке мягким припоем происходит при температуре ниже 425°C.

Для качественного соединения металлов припой должен

распределиться под действием капиллярных сил и «смочить» основную металл. Смачивание — это явление, при котором силы притяжения между молекулами расплавленного припоя и молекулами основных металлов выше, чем внутренние силы притяжения, существующие между молекулами припоя.

Степень смачивания — это функция основных составляющих процесса пайки: металлов, припоя и температуры. Хорошее смачивание происходит только на совершенно чистой не окисленной поверхности.

2. Припой. Качество и прочность пайки зависит в большей степени от физических параметров соединения и операций пайки, чем от припоя. Эти параметры определяют выбор оптимального припоя для того или иного соединения.

Медно-фосфорные твердые припой специально разработаны для пайки меди, латуни, бронзы и комбинаций этих металлов.

При пайке латуни или бронзы используют флюс для предотвращения образования окисного покрытия на основных



Рис. 2



Рис. 3

металлах. Это покрытие препятствует смачиванию и растеканию припоя. При пайке меди и медных соединений, медно-фосфорные припои являются самофлюсующимися.

В связи с хрупкостью соединения, возникающей из-за фосфорной составляющей припоя, нельзя применять медно-фосфорные припои для пайки цветных металлов с содержанием никеля выше 10%. Эти припои не рекомендуется также использовать для пайки алюминиевой бронзы.

В отличие от медно-фосфорных сплавов твердые серебряные припои не содержат фосфор. Эти припои применяют для пайки цветных металлов, меди и сплавов на медной основе, за исключением алюминия и магния, для пайки, которых необходим флюс.

Необходимо принимать тщательные меры предосторожности при использовании низкотемпературного припоя, содержащего кадмий, в связи с отравляющим воздействием паров кадмия.

В большинстве случаев пайку соединений в холодильном оборудовании осуществляют при помощи нескольких марок припоев. Сплав с содержанием серебра 15% — это медно-фосфорный припой, а сплав с содержанием серебра 45% (содержит также кадмий) — это серебряный припой.

### 3. Пайка.

3.1. Пайка двух медных труб с использованием медно-фосфорного припоя.

3.1.1. Уменьшающееся пламя горелки указывает на избыточное количество газообразного топлива в газовой смеси, которое превышает содержание кислорода (рис. 1). Незначительно уменьшающееся пламя нагревает и очищает поверхность металла для операции пайки быстрее и лучше.

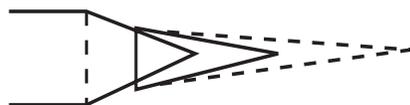


Рис. 1. Оптимальный вид пламени горелки для пайки твердым припоем: 1 — факел пламени, насыщенный газом; 2 — факел ярко синего цвета

Сбалансированная газовая смесь содержит равное количество кислорода и газообразного топлива, в результате чего пламя нагревает металл, не оказывая другого воздействия (рис. 2).

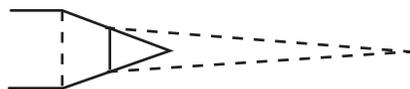


Рис. 2. Факел пламени горелки при сбалансированной газовой смеси (ярко синего цвета и небольшой величины)

Пересыщенная кислородная смесь — это газовая смесь, содержащая избыточное количество кислорода, в результате чего образуется пламя, которое окисляет поверхность металла. Признаком этого явления служит черный окисный налет на металле (рис. 3).

3.1.2. Необходимым условием надежной пайки является чисто-

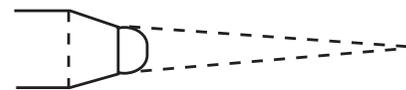


Рис. 3. Факел пламени горелки, насыщенный кислородом (бледно-голубого цвета и маленький)

та поверхности. Перед операцией пайки очищают соединяемые металлические поверхности от грязи проволочной щеткой или наждачной бумагой. Необходимо предотвратить попадание масла, краски, грязи, смазки и алюминия на поверхность соединяемых металлов, иначе они будут препятствовать попаданию припоя в соединение, смачиванию и соединению припоя с металлическими поверхностями.

3.1.3. Для пайки одну трубку вставляют в другую так, чтобы она входила на длину не менее диаметра внутренней трубы. Между стенками внутренней и наружной труб должен быть зазор 0,025–0,125 мм (рис. 4).

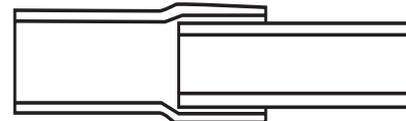


Рис. 4. Установка соединяемых пайкой труб

3.1.4. Соединяемые трубы, нагревают равномерно по всей окружности и длине соединения.

Обе трубы нагревают пламенем горелки в месте соединения, равномерно распределяя теплоту (рис. 5). При этом сам припой нагревать не следует. Соединение не должно быть нагрето до температуры плавления металла, из которого изготовлены трубы.

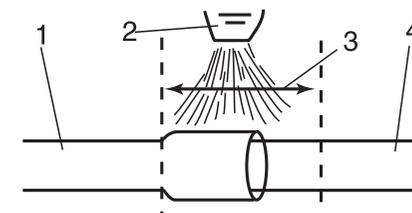


Рис. 5. Размещение горелки при пайке труб: 1 — наружная труба; 2 — горелка; 3 — зона нагрева; 4 — внутренняя труба

Применяют горелку соответствующего размера с несколько уменьшающимся пламенем. Перегрев соединения усиливает взаимодействие основного металла с припоем (то есть усиливает образование химических соединений). В итоге, такое взаимодействие отрицательно влияет на срок службы соединения (рис. 6).



Рис. 6. Перегретое соединение труб

Если внутренняя труба разогрета до температуры пайки, а наружная труба имеет более низкую температуру, то расплавленный припой не затекает в зазор между соединяемыми трубами и перемещается в направлении источника теплоты (рис. 7).

Если вводить в зону пайки припой и пламя горелки одновременно, то соединение нагреется неудовлетворительно. Внутренняя труба достаточно не прогревается, а расплавленный припой не будет затекать в зазор

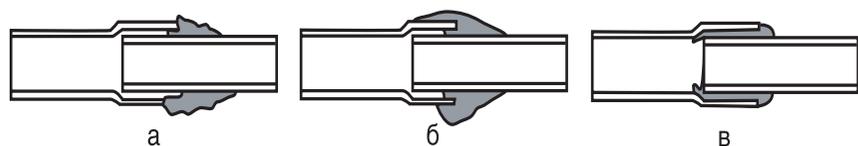


Рис. 7. Распределение припоя в соединении труб:  
*а* — внутренняя труба разогрета до температуры пайки, а наружная труба имеет более низкую температуру;  
*б* — наружная труба разогрета до температуры пайки, а внутренняя труба имеет более низкую температуру;  
*в* — обе трубы разогреты равномерно до температуры пайки

между соединяемыми трубами (рис. 7, б).

Если равномерно разогревать всю поверхность концов спаиваемых труб, то припой плавится под воздействием их теплоты и равномерно поступает в зазор соединения (рис. 7, в).

3.1.5. Трубы для пайки достаточно прогреты, если пруток твердого припоя плавится при контакте с ними. Для улучшения пайки, предварительно прогревают пруток припоя пламенем горелки (рис. 8).

3.1.6. Под воздействием капиллярных сил припой поступает

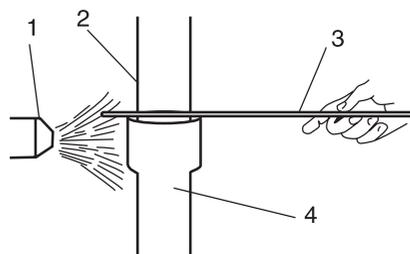


Рис. 8. Расположение горелки и прутка припоя при пайке соединения концов труб, нагретых до тусклого вишнево-красного цвета: 1 — горелка; 2 — внутренняя труба; 3 — пруток припоя; 4 — наружная труба

ет в соединение. Этот процесс протекает хорошо, если поверхность металла чистая, выдержан оптимальный зазор между металлическими поверхностями, концы труб в зоне соединения достаточно нагреты (расплавленный припой течет по направлению к источнику теплоты) (рис. 9).

3.2. Соединение меди с латунью с помощью твердого медно-фосфорного припоя.

3.2.1. Выполняют указанные выше операции для соединения меди с медью.

3.2.2. Перед нагревом соединения наносят небольшое количество флюса, чтобы обеспечить смачивание припоя на поверхности латуни.

3.2.3. По завершении операции пайки тщательно удаляют остатки флюса горячей водой и щеткой. Большинство видов флюса вызывают коррозию и должны быть полностью удалены с поверхности соединения.

3.3. Соединение стали со сталью, медью, латунью или бронзой с помощью серебряного припоя.

3.3.1. Выполняют указанные выше операции для соединения меди с медью.

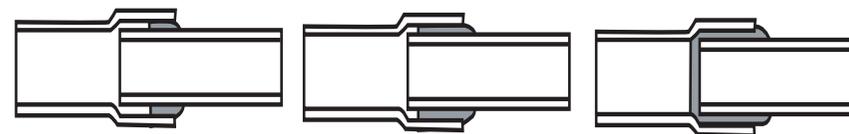


Рис. 9. Перемещение припоя в зазор между трубами при пайке

3.3.2. До нагрева, на соединение наносят флюс для последующего смачивания и перемещения расплавленного припоя в зазоры между соединяемыми деталями.

3.3.3. Нагревают пруток припоя и затем окунают его во флюс. Припой покрывается тонким слоем флюса, что предотвращает образование окисного покрытия на его поверхности (окиси цинка).

3.3.4. По завершении операции пайки тщательно удаляют остатки флюса.

4. Флюсы. Флюс поглощает определенное количество окислов.

Вязкость флюса увеличивается при насыщении его окислами. Если после пайки остатки флюса не удалять, то это приведет к попаданию его в соединение и со временем может вызвать коррозию и утечку хладагента.

При пайке используют минимальное количество флюса, а затем тщательно счищают его остатки после завершения данной операции.

Флюс наносят вдоль поверхности, а не в соединение. Он должен попасть в соединение до припоя.

5. Правила пайки.

5.1. Применяют несколько уменьшающееся пламя, которое

создает максимальный нагрев, и очищает соединение.

5.2. Металлические поверхности очищают и обезжиривают.

5.3. Проверяют взаимное расположение деталей и зазоры.

5.4. При пайке наносят минимальное количество флюса снаружи соединения. При пайке меди с медью при помощи медно-фосфорных припоев флюс не требуется.

5.5. Для пайки нагревают соединение равномерно до требуемой температуры.

5.6. Припой наносят на соединение. Проверяют его равномерное распределение в соединении, используя для этой цели паяльную горелку. Расплавленный припой течет в сторону более нагретого места соединения.

5.7. Остатки флюса тщательно удаляют после пайки.

5.8. Важным моментом пайки является быстрое выполнение этой операции. Цикл нагрева должен быть коротким, и следует избегать перегрева.

5.9. При пайке необходимо обеспечить соответствующую вентиляцию, так как может появиться вредный для здоровья дым (паров кадмия из припоя и фтористых соединений из флюса).

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ И УСТАНОВКЕ СПЛИТ-СИСТЕМ

Требования, предъявляемые к микроклимату помещений, с каждым днем возрастают.

Сегодня недостаточно установить кондиционер с тем, чтобы он охлаждал или нагревал зону обслуживания.

Смонтированная климатическая система должна обеспечивать:

1. необходимую по СНиПу (или требованию Заказчика) температуру в помещении;
2. комфортную влажность;
3. чистоту и подвижность воздуха;
4. бесшумную работу кондиционера;
5. простоту и доступность процесса сервисного обслуживания и ремонта;
6. выполнять ряд специализированных программ.

При работе над размещением внутреннего блока кондиционера нужно учесть некоторые детали.

1. Участок, на котором планируется закрепить внутренний блок, должен быть прочным, чтобы мог выдержать вес блока.
2. На этом месте не должно быть препятствий для воздухозабора и «выхлопа» воздуха, то есть должна быть обеспечена беспрепятственная циркуляция воздуха.

3. Участок должен обеспечить наиболее легкий монтаж трубопроводов и кабелей, идущих к наружному блоку.

4. Под внутренним блоком должно оставаться пространство, обеспечивающее беспрепятственный доступ к блоку для осуществления гарантийного ремонта и к фильтрам для сервисного обслуживания.

5. Установить наличие евророзеток (16А) с заземлением.

При работе по размещению наружного блока кондиционера нужно учесть следующее:

1. вокруг внешнего блока должно быть достаточно свободного пространства для эффективного теплообмена;
2. сброс теплого воздуха должен осуществляться в таком направлении, чтобы не причинять неудобств соседям;
3. шум от работающего внешнего блока должен быть в пределах нормы в соответствии со СНиП П-12-77;
4. наружный блок должен монтироваться на ровном, прочном основании (но, ни в коем случае, не на земле) либо вывешиваться на стене строго горизонтально;
5. сток воды должен быть устроен так, чтобы капли конденсата не попадали на прохожих, даже под воздействием сильного ветра;

6. помнить, что за размещение наружных блоков на фасаде и вывод дренажа на улицу ответственность несет Заказчик, поэтому на схеме размещения блоков, трасс, дренажа подпись Заказчика обязательна.

При подборе оборудования необходимо произвести расчет мощности для выбора кондиционера. Важными параметрами являются: площадь кондиционируемого помещения, расположение окон по сторонам света, количество людей и оргтехники.

Приведем таблицу, которая поможет безошибочно определить мощность кондиционера (кВт), если речь идет о стандартных квартирах (таблица 1).

При установке кондиционера, иногда, приходится согласовывать подвод электроснабжения аппарата. Таблица 2 поможет в подборе необходимого сечения медного провода или кабеля. Для определения значения силы тока (А) при различных мощностях и напряжениях приведена таблица 3.

Хотелось бы акцентировать внимание на важности шумовых параметров оборудования.

Низкий уровень шума при работе сплит-систем является очень существенным показателем. Поэтому, при подборе обо-

рудования и его установке на объекте, обязательно должен учитываться акустический фактор. Помимо шумовых параметров самого кондиционера, необходимо учитывать и выбор места расположения (монтажа) установки. Меры по снижению уровня шума, принимаемые после завершения монтажа, могут оказаться просто физически и материально невыполнимыми.

## Методическое пособие по монтажу бытовых сплит-систем.

Монтажник должен соблюдать следующие правила.

1. Строго следовать указаниям прораба (или руководителя проекта).
2. Всегда соблюдать технику безопасности.
3. Вовремя выезжать на объект.
4. В любой нештатной ситуации связаться с прорабом.
5. При возникновении задержек с выездом на объект информировать прораба (или Заказчика).
6. Быть вежливым, прилично одетым.
7. Знакомить Заказчика с основными правилами обращения с пультом ДУ.

Метры кв.	Ю-З, Запад	Ю-В, Юг, Восток, С-З, Север
15	2,5	2,0
20	3,5	2,5
25	4,5	3,5

Таблица 1. Ограничение: высота помещения не более 3-х метров; минимальное количество оргтехники и ламп освещения; количество людей не более трех

8. Всегда помнить, что неаккуратный и неквалифицированный монтаж способен «угробить» самую надежную систему.

9. Быть умным, то есть не говорить «умные вещи» и не говорить глупости, еще лучше — молчать.

Монтажнику запрещено.

1. Менять схему монтажа без согласования с прорабом.

2. Предлагать клиенту новые условия и решения (как технические, так и финансовые) и выдвигать дополнительные требования.

3. Вести с Заказчиком переговоры по поводу качества техники

или сравнивать с оборудованием других фирм.

4. Оставлять за собой мусор.

*Процесс монтажа.*

Подготовка к установке кондиционера сводится к следующему.

1. Проверке наличия всех комплектующих наружного и внутреннего блоков кондиционера.

2. Внешний осмотр блоков на предмет выявления косметических дефектов.

3. Подбор необходимых инструментов и приспособлений для монтажа, труб, теплоизоляции,

Подводящий кабель открытый или в трубе		Соединительный кабель		
Площадь, мм <sup>2</sup>	Предохранитель, А	Площадь, мм <sup>2</sup>	Предохранитель, А	Рабочий ток, А
1,5	10	0,75	6	10
2,5	16	1	10	10
4	20			
6	25	1,5	16	16
10	35	2,5	25	20
16	63	4	32	25
25	80	6	40	35
35	100	10	63	63
50	125			
70	160			
95	200			
120	250			
150	250			
185	315			
240	315			
300	400			
400	500			

Таблица 2. Выбор кабелей и проводов

Мощность кВт	Напряжение					
	127/1	230/1	400/1	230/3	400/3	500/3
1,0	7,85	4,34	2,50	2,51	1,46	1,16
1,1	8,65	4,78	2,75	2,76	1,59	1,27
1,2	9,45	5,22	3,00	3,02	1,73	1,39
1,3	10,2	5,65	3,25	3,27	1,88	1,50
1,4	11,0	6,09	3,50	3,52	2,02	1,62
1,5	11,8	6,52	3,75	3,77	2,17	1,73
1,6	12,6	6,96	4,00	4,02	2,31	1,85
1,7	13,4	7,39	4,25	4,27	2,46	1,96
1,8	14,2	7,83	4,50	4,52	2,60	2,08
1,9	15,0	8,26	4,75	4,78	2,75	2,20
2,0	15,8	8,70	5,00	5,03	2,89	2,31
2,2	17,3	9,67	5,50	5,53	3,18	2,54
2,3	18,1	10,0	5,75	5,78	3,32	2,66
2,4	18,9	10,4	6,00	6,03	3,47	2,77
2,6	20,5	11,3	6,50	6,53	3,76	3,01
2,8	22,0	12,2	7,00	7,03	4,05	3,24
3,0	23,6	13,0	7,50	7,54	4,34	3,47
3,2	25,2	13,9	8,00	8,04	4,62	3,70
3,4	26,8	14,8	8,50	8,54	4,91	3,93
3,6	28,4	15,7	9,00	9,05	5,20	4,15
3,8	29,9	16,5	9,50	9,55	5,49	4,39
4,0	31,15	17,4	10,0	10,05	5,78	4,62
4,5	35,4	19,6	11,25	11,31	6,50	5,20
5,0	39,4	21,7	12,50	12,57	7,23	5,78
5,5	43,3	23,9	13,75	13,82	7,95	6,36
6,0	47,3	26,1	15,0	15,1	8,67	6,94
6,5	51,2	28,3	16,25	16,3	9,39	7,51
7,0	55,0	30,4	17,50	17,6	10,1	8,09
7,5	59,0	32,6	18,75	18,8	10,8	8,67
8,0	63,0	34,8	20,0	20,1	11,6	9,25
8,5	67,0	37,0	21,25	21,4	12,3	9,83
9,0	71,0	39,1	22,5	22,6	13,0	10,4
9,5	75,0	41,3	23,75	23,9	13,7	11,0
10,0	78,5	43,5	25,0	25,1	14,5	11,6

Таблица 3. Сила тока при различных мощностях и напряжениях. Для мощностей от 0,1 до 1кВт значение силы тока следует умножить на 0,1. Для мощностей от 10 до 100кВт значение силы тока следует умножить на 10.

соединительных и крепежных деталей, и так далее.

4. Осмотр места монтажа, выяснение различных деталей и тонкостей монтажа, которые могут возникнуть в процессе работы.

*Порядок установки внутреннего блока.*

Установка внутреннего блока кондиционера осуществляется «двойкой» в следующем порядке.

1. Монтаж установочной лестницы, разметка отверстий под сверление.

2. Удаление газа из внутреннего блока кондиционера.

3. Подключение соединительного кабеля.

4. Монтаж и подсоединение дренажного шланга к внутреннему блоку кондиционера.

5. Монтаж и подсоединение трубопровода к внутреннему блоку.

6. Подготовка труб к изгибу, резке, удлинению.

*Порядок установки наружного блока кондиционера.*

1. Подсоединение кабелей к наружному блоку кондиционера.

2. Обеспечение правильности заземления кондиционера.

3. Монтаж и подсоединение дренажного шланга к наружному блоку кондиционера.

4. Закрепление наружного блока в нужном месте и положении.

*На завершающем этапе установки кондиционера осуществляется следующее.*

1. Присоединение трубопроводов к блокам кондиционера.

Рекомендуется сначала подсоединить трубу большего диаметра (газовую), а потом трубу меньшего диаметра (жидкостную). Накладная гайка аккуратно, вручную наворачивается на штуцер. Затем, специальным ключом с ограничением по крутящему моменту, затянуть гайку. Предельная величина крутящего момента для труб различного диаметра должна быть известна заранее. Так, например, для труб 1/4 дюйма (6,35 мм) предельно допустимое усилие составляет 160 кгсм; 9,52 мм—300 кгсм; 1,27 мм—500 кгсм.

2. Установка внутреннего блока на место предусмотренное проектом.

3. Удаление воздуха из труб и внутреннего блока необходимо для того, чтобы он не попал в контур охлаждения, что само по себе приведет к резкому повышению давления в системе и снижению холодопроизводительности кондиционера. Кроме того, влага, всегда содержащаяся в воздухе, может привести к повреждению изоляции электродвигателя компрессора, химическому разложению хладагента и выходу кондиционера из строя.

Удаление воздуха осуществляется в следующем порядке:

а) следует предварительно убедиться, что все трубопроводы подсоединены правильно;

б) подсоединить манометры и вакуумный насос;

в) полностью открыть клапан низкого давления;

г) включить вакуумный насос приблизительно на 15 мин.

и довести давление до минус 1 атм;

д) удерживая клапан низкого давления в полностью открытом состоянии, выключить вакуумный насос;

е) полностью открыть сервисные клапаны газового и жидкостного трубопроводов;

ж) отсоединить манометр;

з) закрыть сервисные клапаны крышками;

и) закрутить накладную гайку штуцера накачки.

4. Проверить наличие утечек течеискателем.

5. Подсоединить кабель питания.

6. Установить держатель пульта дистанционного управления.

7. Провести инструктаж пользователя.

*Наиболее часто встречающиеся операции, которые должны быть выполнены в процессе монтажа.*

• Бурение отверстий в стене.

Через стену (внешнее ограждение помещения) проходят трубы, по которым течет хладагент, дренажный трубопровод, электрические провода. Эти трассы объединяют внешний и внутренний блок кондиционера в единую систему. Бурение осуществляется перфоратором. Следует быть осторожным при осуществлении этой операции, поскольку под бур может попасть металлическая арматура или силовой кабель, базовые магистраль и так далее. Стенка пробуренного отверстия должна иметь уклон наружу.

• Крепление внутреннего блока кондиционера.

Отверстия под крепежную заднюю панель сверлятся таким образом, чтобы блок висел ровно. В противном случае вода из водосборника будет стекать мимо дренажного шланга. Сам блок устанавливается на панель так, чтобы его захваты плотно вошли в заднюю панель.

• Подсоединение трубопровода к внутреннему блоку кондиционера.

Хладагент от внешнего блока к внутреннему проходит по двум медным трубам разного диаметра. По трубе меньшего диаметра течет жидкий хладагент. По трубе большего диаметра перемещается хладагент в газообразном состоянии.

• Прежде чем подсоединить трубы к блокам, они должны быть особым образом подготовлены.

1. Трубопроводы должны быть выполнены из бескислородной меди и не иметь сварных швов.

2. Для нарезания труб нужной длины следует использовать труборез. Трубы обычно нарезаются с небольшим запасом (0,5м–1м).

3. Перед вальцовкой концов трубы необходимо удалить заусенцы с внутренней стороны трубы с помощью шабера или развертки. При этом труба направлена вниз для того, чтобы исключить попадание стружки внутрь трубы, а затем и в холодильный контур кондиционера.

4. Вальцовка выполняется с помощью специального набора инструментов. Развальцованный торец трубы не должен иметь трещин, царапин. Поверхность должна быть блестящей и ровной.

5. Использование любой модели кондиционера требует раздельной теплоизоляции газовой и жидкостной трубы. Это необходимо сделать для того, чтобы предотвратить теплопотери (от теплых труб) тогда, когда кондиционер работает «на тепло» и устранить выпадение конденсата на трубах и потерю холода, когда кондиционер работает на «холод».

6. Изгибание труб диаметром от 1/2 дюйма (12,7мм) осуществляется только с помощью трубогиба во избежание «заломов» и «гармошки», которые образуются в том случае, если труба изгибается вручную.

7. Подсоединение трубопроводов к блокам следует вести с соблюдением следующих правил:

- а) трубопроводы должны быть сухими;
- б) трубопроводы должны быть чистыми, то есть нужно следить за тем, чтобы в них не попала грязь и стружка;
- в) соединение трубопроводов должно быть герметичным, то есть нужно следить, чтобы не было утечек в местах соединений.

*Экспресс тестирование по неисправностям.*

- Кондиционер не включается. Возможные причины:
  - а) нет электропитания;
  - б) отсутствует фаза;
  - в) нарушена коммутация;
  - г) сгорел предохранитель;
  - д) сгорел варистор.
 Методы устранения:
  - а), б), в), г) — проверить тестером.

д) — если это так, то, как правило, при включении в сеть сразу сгорает и предохранитель. Если нет возможности отремонтировать на месте, то следует снять плату и отремонтировать в мастерской.

- Не запускается компрессор. Возможные причины:
  - а) обрыв питания;
  - б) вышла из строя пусковая емкость;
  - в) вышли из строя обмотки двигателя компрессора;
  - г) неправильно задан режим работы кондиционера;
  - д) сработало или вышло из строя термотоковое реле;
  - е) термистор температуры помещения (на внутреннем блоке) неисправен или не подключен;
  - ж) неисправна электрика;
  - з) сработало защитное устройство.

- Методы устранения:
- а), б) проверить тестером.
  - в) обмотки не должны «звониться» на корпус. Их сопротивление должно быть определенным для данного типа компрессора. На однофазных компрессорах сумма двух сопротивлений должна быть равна общему сопротивлению.
  - д) «прозвонить» термотоковое реле. В нормальном состоянии должно быть замкнуто.
  - ж) тестером проверить наличие управляющих сигналов на клеммной колодке. Осмотреть коммуникацию электроники и платы на предмет обрывов, трещин

и других механических повреждений. Если не удастся установить причины отсутствия управляющих сигналов, то следует демонтировать электронный блок.

з) при возможности протестируйте с пульга, осмотрите все защиты для определения сработавшего устройства, предварительно ознакомившись с разделом «Системы защиты» по инструкции к кондиционеру.

- Кондиционер не дает расчетной холодопроизводительности при работающем компрессоре.

- Возможные причины:
- а) нет или недостаточно фреона в системе, то есть не достигается рабочее давление;
  - б) не открыты краны;
  - в) заломлены трубы фреонпровода;
  - г) засорился фильтр-осушитель перед устройством дросселирования;
  - д) загрязнены фильтры;
  - е) вентилятор не дает расчетного расхода воздуха;
  - ж) слишком низкая температура воздуха на улице;
  - з) не исправен 4-х ходовой кран.

- Методы устранения:
- а) рабочее давление в системе должно быть 3,5–4 атм. при температуре 20–25°C;
  - б) проверить открыты ли 3-х ходовые краны;
  - г) на наружном блоке измерить разницу температур до и после фильтра. Разница должна

составлять 0–2°C. Если она больше, то фильтр заменить.

з) заменить соленоид или 4-х ходовой кран. Соленоид должен «звониться» и показывать определенное сопротивление. В том случае, если неисправен подвижный клапан, происходит перепуск с высокой стороны на низкую (байпас). Манометры покажут повышенное давление всасывания и пониженное давление нагнетания. В этом случае кран следует заменить.

- «Течет» внутренний блок или дренажная система.

- Возможные причины:
- а) внутренний блок кондиционера смонтирован не по уровню;
  - б) провисание, пробой, засор дренажной системы;
  - в) вышла из строя помпа.
- Методы устранения: действия по устранению этих неисправностей очевидны.

- Кондиционер часто включается и выключается.

Возможные причины:

- а) нехватка фреона;
- б) залом труб;
- в) помещение не закрыто.

- Методы устранения: Действия по устранению этих неисправностей очевидны.
- Пульг управления не работает. Возможные причины:
    - а) неправильная настройка пульга;
    - б) в помещении присутствуют дополнительные источники инфракрасного излучения.
 Методы устранения очевидны.

# НЕИСПРАВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

## Холодильные машины

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Неисправность электрической схемы. Компрессор не включается (нет характерного гудения)	1. Нет электропитания	1. Восстановить электропитание
	2. Выключен пускатель	2. Пускатель установить в положение «включено»
	3. Вышел из строя предохранитель	3. Определить причину и заменить предохранитель
	4. Вышел из строя электродвигатель компрессора	4. Заменить электродвигатель
	5. Неисправен пускатель электродвигателя	5. Отремонтировать или заменить пускатель
	6. Разомкнута цепь управления: - неисправно реле контроля смазки; - неисправно защитное реле; - высокая уставка реле температуры; - разомкнуты контакты;	6. Определить причину и устранить неисправность: - проверить реле контроля смазки; - проверить защитное реле; - снизить уставку;  - проверить и отрегулировать срабатывание реле низкого давления; - проверить и отрегулировать давление срабатывания
	7. Неисправна электропроводка	7. Определить и устранить неисправность
Компрессор не включается (защитное реле гудит и срабатывает)	1. Неправильное соединение электрической схемы	1. Определить и устранить неисправность

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	2. Низкое напряжение на клеммах агрегата	2. Определить причину и устранить неисправность
	3. Вышел из строя пусковой конденсатор	3. Установить причину и заменить конденсатор
	4. Неисправно пусковое реле	4. Установить причину и заменить пусковое реле
	5. Перегорел электродвигатель компрессора	5. Заменить электродвигатель компрессора
	6. Механические повреждения компрессора	6. Заменить компрессор
	7. В картер компрессора поступает жидкий хладагент	7. Смонтировать подогреватель картера
	8. Вышел из строя рабочий конденсатор	8. Установить причину и заменить конденсатор
	9. Не уравнилось давление на линиях нагнетания и всасывания (при длительном отключении агрегата с капиллярной трубкой)	9. Уравнять давление или применить схему для затрудненного пуска
	Компрессор работает, но не отключается пусковая обмотка	1. Неправильное соединение электрической схемы
2. Низкое напряжение на клеммах агрегата		2. Устранить неисправность
3. Не размыкаются контакты пускового реле		3. Установить причину и заменить пусковое реле
4. Вышел из строя рабочий конденсатор		4. Установить причину и заменить конденсатор
5. Давление нагнетания выше допустимого		5. Открыть вентиль на линии нагнетания или удалить избыток хладагента из системы
6. Сгорела обмотка электродвигателя		6. Заменить компрессор
7. Механические повреждения компрессора		7. Заменить компрессор
8. Неисправно защитное реле		8. Заменить защитное реле
Компрессор включается, но работает короткими	1. Неисправно защитное реле	1. Заменить защитное реле
	2. Низкое напряжение на клеммах агрегата	2. Устранить неисправность

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения	
циклами	3. Вышел из строя рабочий конденсатор	3. Установить причину и заменить конденсатор	
	4. Избыточное давление на линии нагнетания	4. Открыть вентиль на линии нагнетания компрессора, удалить избыток хладагента из системы или обеспечить достаточный обдув конденсатора	
	5. Низкое давление всасывания	5. Нормализовать количество хладагента в агрегате. Повысить нагрузку на испаритель	
	6. Высокое давление всасывания	6. Уменьшить обдув испарителя воздухом. Удалить избыток хладагента из системы. Заменить клапаны компрессора	
	7. Перегрев корпуса компрессора	7. Нормализовать количество хладагента в агрегате	
	8. Сгорела обмотка электродвигателя	8. Заменить компрессор	
	9. Испаритель загрязнен или покрыт льдом	9. Очистить испаритель или увеличить его обдув воздухом	
	10. Узкий интервал изменения регулировки в реле низкого давления	10. Отрегулировать или заменить реле	
	11. Узкий интервал изменения регулировки в реле высокого давления	11. Отрегулировать или заменить реле	
	12. Неисправен водорегулирующий вентиль	12. Очистить, отремонтировать или заменить вентиль	
	13. Низкий расход воды через конденсатор	13. Произвести профилактику. Отремонтировать насос и трубопровод на линии циркуляции воды	
	14. Неустойчиво работает реле температуры	14. Перемотировать или заменить реле температуры	
	Агрегат работает непрерывно	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
		2. Контакты реле температуры не размыкаются	2. Зачистить контакты или заменить реле температуры

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения	
	3. Избыточная тепловая нагрузка на испаритель	3. Проверить тепловую нагрузку и заменить агрегат на другой, большей производительности	
	4. Обмерзание испарителя	4. Оттаять испаритель и проверить работу агрегата	
	5. Местное сопротивление в схеме циркуляции хладагента	5. Установить причину и устранить местное сопротивление	
	6. Загрязнен конденсатор	6. Очистить конденсатор	
	7. Слабый обдув испарителя	7. Определить причину и устранить неисправность	
	8. Неэффективная работа компрессора	8. Проверить и/или заменить клапаны компрессора	
	Потери масла в процессе работы компрессора	1. Масло остается в нагнетательном или всасывающем трубопроводе	1. Смонтировать трубопроводы таким образом, чтобы создавался необходимый уклон
		2. Недостаточная скорость движения хладагента в вертикальных участках трубопроводов (с движением вверх)	2. Смонтировать вертикальные участки из трубопроводов другого диаметра или маслоотделитель для возврата масла в компрессор
3. В системе недостаточное количество хладагента		3. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему	
4. Жидкий хладагент поступает в компрессор		4. Отрегулировать ТРВ, заменить капиллярную трубку	
5. В системе недостаточное количество масла		5. Заправить 1 л масла на каждые 7 кг хладагента, добавляемого к заводской зарядке	
6. Закупорен ТРВ или фильтр		6. Очистить или заменить ТРВ или фильтр	
7. Компрессор работает короткими циклами		7. См. неисправность: «Компрессор включается, но работает короткими циклами»	
8. Перегрев пара хладагента на входе в компрессор		8. Отрегулировать перегрев или изменить расположение термобаллона ТРВ	

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Шум в компрессоре	1. Недостаточное количество масла в компрессоре	1. Добавить масло до требуемого уровня
	2. Вибрация трубопроводов	2. Перемонтировать трубопроводы
	3. Ослаблены крепления	3. Затянуть крепления
	4. В компрессоре избыток масла	4. Уменьшить уровень масла в компрессоре
	5. В компрессор поступает жидкий хладагент	5. Проверить, нет ли протечки хладагента через закрытый клапан ТРВ
	6. Поврежден сальник вала	6. Проверить уровень масла в компрессоре
	7. Детали компрессора изношены или сломаны	7. Отремонтировать компрессор
	8. Ослаблена муфта привода компрессора	8. Затянуть муфту и проверить соосность валов компрессора и электродвигателя
Низкая производительность агрегата	1. Обмерзание или загрязнение испарителя	1. Оттаять или очистить испаритель
	2. Заклинен или загрязнен ТРВ	2. Очистить или заменить ТРВ
	3. Неправильная уставка перегрева ТРВ	3. Отрегулировать ТРВ
	4. Недостаточная производительность ТРВ	4. Заменить ТРВ
	5. Снижение давления в испарителе выше допустимого	5. Отрегулировать ТРВ
	6. Закупорен фильтр или осушитель	6. Очистить или заменить фильтр или осушитель
	7. Жидкий хладагент испаряется в жидкостном трубопроводе	7. Добавить в систему жидкий хладагент или смонтировать теплообменник
Температура в охлаждаемом помещении выше заданной	1. Уставка реле температуры выше требуемой	1. Произвести регулировку реле температуры
	2. Недостаточная производительность ТРВ	2. Заменить ТРВ
	3. Недостаточная площадь поверхности испарителя	3. Заменить испаритель
	4. Низкий уровень циркуляции воздуха через испаритель	4. Увеличить поток воздуха через испаритель

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения	
	5. В системе мало хладагента	5. Устранить утечку и дозарядить систему хладагентом	
	6. Закупорен ТРВ	6. Очистить или заменить ТРВ	
	7. Компрессор работает неэффективно	7. Проверить исправность компрессора	
	8. В трубопроводах хладагента имеется местное сопротивление или они недостаточного диаметра	8. Устранить местное сопротивление или смонтировать трубопроводы большего диаметра	
	9. Испаритель загрязнен или покрыт льдом	9. Очистить или оттаять испаритель	
	Всасывающий трубопровод покрыт льдом или запотеваает	1. Низкая уставка перегрева ТРВ	1. Отрегулировать ТРВ
		2. Заклинен ТРВ в открытом положении	2. Очистить или заменить ТРВ
		3. Не работает вентилятор испарителя	3. Установить причину и устранить неисправность
		4. Избыток хладагента в системе	4. Выпустить избыточное количество хладагента
Жидкостный трубопровод покрыт льдом или запотеваает	1. Закупорен осушитель или фильтр	1. Заменить или очистить осушитель или фильтр	
	2. Запорный клапан жидкостного трубопровода открыт недостаточно	2. Открыть клапан	
Перегрев жидкостного трубопровода	1. Неправильно отрегулирован ТРВ	1. Отрегулировать ТРВ	
	2. В системе недостаточное количество хладагента	2. Устранить утечку и дозарядить систему хладагентом	
При работе агрегата верхняя часть конденсатора холодная	1. В системе недостаточное количество хладагента	1. Устранить утечку и дозарядить систему хладагентом	
	2. Компрессор работает неэффективно	2. Проверить компрессор и устранить неисправность	
Корпус ТРВ покрыт инеем, а в испарителе — вакуум	1. Клапан ТРВ засорен льдом	1. Разморозить ТРВ мокрой горячей тканью. Если давление всасывания повышается (что свидетельствует о наличии влаги), то необходимо смонтировать новый осушитель	

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	2. Закупорен фильтр ТРВ	2. Очистить фильтр или заменить ТРВ
Давление нагнетания выше допустимого	1. В системе избыточное количество хладагента	1. Удалить часть хладагента
	2. В системе имеется воздух	2. Удалить воздух
	3. Загрязнен конденсатор	3. Произвести очистку конденсатора
	4. Агрегат смонтирован в теплом помещении	4. Перенести агрегат в прохладное помещение
	5. Закупорен водяной конденсатор	5. Произвести замену/очистку конденсатора
	6. В конденсатор поступает теплая вода	6. Отрегулировать вентиль подачи воды
	7. Прекратилась подача охлаждающей воды	7. Восстановить подачу воды
Низкое давление нагнетания	1. Количество хладагента в системе ниже допустимого	1. Устранить причину утечки хладагента и дозарядить систему
	2. В месте размещения агрегата пониженная температура воздуха	2. Обеспечить поступление теплого воздуха для обдува конденсатора
	3. В конденсатор поступает очень холодная вода	3. Уменьшить подачу воды через водорегулирующий вентиль
	4. Неисправны клапаны компрессора	4. Произвести замену клапанов
	5. Протечка хладагента через клапан возврата масла в маслоотделителе	5. Заменить клапан или маслоотделитель
Высокое давление всасывания	1. Перегрузка испарителя	1. См. неисправность: «Агрегат работает непрерывно»
	2. Заклинивание ТРВ в открытом положении	2. Отремонтировать или заменить ТРВ
	3. Высокая производительность ТРВ	3. Заменить ТРВ
	4. Через всасывающие клапаны происходит протечка пара хладагента	4. Заменить всасывающие клапаны или компрессор
	5. Площадь поверхности испарителя больше требуемой	5. Заменить испаритель
Низкое давление всасывания	1. В системе мало хладагента	1. Устранить причину утечки хладагента и дозарядить систему

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	2. Слабая тепловая нагрузка на испаритель	2. Испаритель оттаять или очистить
	3. Фильтр жидкостного трубопровода засорен	3. Очистить или заменить фильтр
	4. Закупорен ТРВ	4. Очистить или заменить ТРВ
	5. Отказ в работе термосистемы ТРВ	5. Заменить ТРВ
	6. В охлаждаемом помещении температура ниже допустимой нормы	6. Реле температуры отрегулировать или заменить
	7. Производительность ТРВ недостаточна	7. Заменить ТРВ
	8. Значительное снижение давления в испарителе	8. Проверить линию внешнего уравнивания ТРВ
	9. Производительность компрессора выше требуемой	9. Заменить компрессор
Давление масла в компрессоре понижается	1. Потери масла в процессе работы компрессора	1. См. неисправность: «Потери масла в процессе работы компрессора»
	2. Неисправен масляный насос	2. Отремонтировать или заменить масляный насос
	3. Закупорен фильтр на входе в масляный насос	3. Очистить или заменить фильтр
Перегорело пусковое реле	1. Компрессор работает короткими циклами	1. См. неисправность: «Компрессор включается, но работает короткими циклами»
	2. Пусковое реле неправильно подключено	2. Подключить реле согласно схеме
	3. Вибрация реле	3. Реле жестко закрепить
	4. Реле не соответствует мощности двигателя	4. Заменить реле
	5. Рабочий конденсатор не соответствует мощности двигателя	5. Заменить конденсатор
	6. Повышенное напряжение в сети	6. Обеспечить напряжение в сети не более чем на 10% выше номинального
	7. Низкое напряжение в сети	7. Обеспечить напряжение в сети не более чем на 10% выше номинального
Заклинены контакты	1. Агрегат работает короткими циклами	1. См. неисправность: «Компрессор включается,

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
пускового реле		но работает короткими циклами»
	2. Неисправны резистор или конденсатор	2. Заменить резистор или конденсатор
Перегорел пусковой конденсатор	1. Компрессор работает короткими циклами	1. См. неисправность: «Компрессор включается, но работает короткими циклами»
	2. При включении компрессора пусковая обмотка электродвигателя долго не отключается	2. Уменьшить пусковую нагрузку
	3. Заклиненны контакты пускового реле	3. Заменить реле
	4. Конденсатор не соответствует мощности двигателя	4. Заменить конденсатор
Перегорел рабочий конденсатор	1. Повышенное напряжение в сети	1. Обеспечить напряжение в сети не более чем на 10% выше номинального
	2. Конденсатор не соответствует мощности двигателя	2. Заменить конденсатор
Испаритель обмерзает, а затем оттаивает (во время работы машины)	Влага в системе	Отвакуумировать систему, осушить, перезарядить хладагент
Испаритель покрыт льдом	1. Автоматическое реле оттаивания работает неустойчиво или неисправно	1. Заменить реле
	2. Неправильное подключение автоматического реле оттаивания	2. Проверить и исправить присоединение проводов к реле
	3. Неисправен температурный датчик реле оттаивания	3. Заменить реле
	4. Неправильно установлен температурный датчик реле оттаивания	4. Перемотировать датчик
	5. Низкая температура испарителя при включении	5. Заменить или отрегулировать

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения	
	системы оттаивания	температурный датчик реле оттаивания	
	6. Перегорела катушка электромагнитного вентиля на линии оттаивания	6. Заменить катушку	
	7. Заклинен электромагнитный вентиль на линии оттаивания	7. Отремонтировать или заменить вентиль	
	8. Байпасная линия горячего пара хладагента имеет сужения или закупорена	8. Заменить линию	
	9. Неисправен дверной выключатель морозильного отделения	9. Заменить выключатель	
	10. Неисправен вентилятор морозильного отделения	10. Очистить вентилятор или заменить его электродвигатель	
	11. Перегорел нагревательный элемент для оттаивания инея с испарителя	11. Заменить нагревательный элемент	
	12. Перегорел подогреватель желоба или поддона для талой воды	12. Заменить подогреватель	
	13. Закупорен сливной трубопровод талой воды	13. Прочистить сливной трубопровод	
	Машина не переключается с режима оттаивания на режим охлаждения	1. Неправильное присоединение автоматического реле оттаивания	1. Проверить и исправить подсоединение проводов к реле
		2. Неисправно автоматическое реле оттаивания	2. Заменить реле оттаивания
		3. Слишком высокая температура испарителя при выключении реле оттаивания	3. Заменить или отрегулировать реле
		4. Электромагнитный вентиль на линии оттаивания заклинен в открытом положении	4. Очистить или заменить электромагнитный вентиль
5. Низкая температура окружающего воздуха (ниже 13°C)		5. Установить агрегат в теплое помещение или обеспечить подогрев воздуха	

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Вода собирается внизу холодильника	1. Закупорен сливной трубопровод	1. Очистить сливной трубопровод
	2. В сливном трубопроводе замерзла талая вода	2. Проверить, отремонтировать или заменить подогреватель
	3. Желоб слива талой воды поврежден	3. Заменить желоб
	4. Протечка воды между желобом и уплотнением шкафа	4. Уплотнить зазор
	5. Деформировано уплотнение дверей отделения для свежих продуктов	5. Заменить уплотнение
	6. Неправильно смонтирована заслонка испарителя	6. Переустановить заслонку
	7. Неправильно установлен поддон для сбора талой воды	7. Установить поддон для сбора талой воды правильно
	8. Неудовлетворительное уплотнение двери	8. Отрегулировать петли или заменить уплотнительный профиль
Конденсат на наружной поверхности шкафа	1. Нарушено уплотнение двери	1. Отрегулировать петли двери или заменить уплотнительный профиль
	2. Перегорел ленточный нагреватель	2. Заменить ленточный нагреватель
	3. Нет контакта в клемме, подводящего напряжение провода с ленточным нагревателем	3. Затянуть клемму
	4. Высокая влажность окружающего воздуха	4. Объяснить ситуацию клиенту
Вода или лед собираются внизу морозильного отделения	1. Дренажный трубопровод закупорен осадком минеральных солей	1. Продуть трубопровод сжатым воздухом и промыть чистой водой
	2. Закупорен сливной трубопровод	2. Прочистить трубопровод
	3. Перегорел подогреватель желоба талой воды	3. Заменить подогреватель
	4. Сместилась заслонка испарителя	4. Отрегулировать заслонку
Высокая температура в отделении	1. В отделение подается недостаточное количество охлажденного воздуха	1. Отрегулировать подачу воздуха

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
для свежих продуктов	2. Высокая уставка реле температуры	2. Отрегулировать реле температуры
	3. Плохой контакт термобаллона реле температуры с испарителем	3. Обеспечить плотный контакт
	4. Неисправное реле температуры	4. Заменить реле температуры
	Высокая температура в морозильном отделении	1. Высокая уставка реле температуры
2. Неисправное реле температуры		2. Заменить реле температуры
3. Не работает электродвигатель вентилятора		3. Освободить крыльчатку или заменить электродвигатель вентилятора
4. Испаритель покрыт льдом		4. См. неисправность: «Испаритель покрыт льдом»
5. Не выключается освещение в морозильном отделении		5. Устранить неисправность контактного выключателя
6. Недостаточное уплотнение двери морозильного отделения		6. Отрегулировать петли двери или заменить уплотнительный профиль
7. Неисправен выключатель двери морозильного отделения		7. Заменить выключатель
8. Неисправно автоматическое реле оттаивания		8. Заменить реле оттаивания
9. Перегорела катушка электромагнитного вентиля на линии оттаивания		9. Заменить катушку
10. Сужен трубопровод подачи горячего пара хладагента для оттаивания		10. Заменить трубопровод горячего пара хладагента
11. Нет плотного контакта провода с клеммой электромагнитного вентиля или автоматического реле оттаивания		11. Затянуть клемму
12. Большая тепловая нагрузка в морозильном отделении		12. Проинструктировать потребителя
13. Перегорел подогреватель желоба талой воды		13. Заменить подогреватель

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	14. Низкая температура окружающего воздуха в помещении	14. Переставить шкаф в другое место или обеспечить подогрев воздуха
	15. Продукты на полках препятствуют циркуляции воздуха	15. Проинструктировать потребителя о правилах хранения продукции
Слишком высокая температура в холодильном отделении	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Компрессор работает неэффективно	2. Заменить компрессор
	3. Слишком высокая уставка реле температура	3. Отрегулировать реле температуры
	4. Загрязнен воздушный конденсатор	4. Очистить конденсатор
	5. Неисправен электродвигатель вентилятора воздушного конденсатора	5. Заменить электродвигатель
	6. Неисправен вентилятор морозильного отделения	6. Освободить крыльчатку или заменить электродвигатель вентилятора
	7. Неисправен вентилятор отделения для свежих продуктов	7. Освободить крыльчатку или заменить электродвигатель вентилятора
	8. Неисправен дверной выключатель морозильного отделения	8. Заменить выключатель
	9. Слабое уплотнение двери	9. Отрегулировать петли двери или заменить уплотнительный профиль
	10. Неправильно смонтирована заслонка испарителя	10. Перемонтировать заслонку
	11. Продукты на полках препятствуют циркуляции воздуха	11. Проинструктировать потребителя
	12. Повышена тепловая нагрузка в холодильном отделении	12. Проинструктировать потребителя о правилах хранения продукции
	13. Загрязнен фильтр ТРВ, фильтр-осушитель или капиллярная трубка	13. Заменить загрязненный узел, зарядить хладагент в систему
	14. Испаритель морозильного отделения покрыт льдом	14. См. неисправность: «Испаритель покрыт льдом»

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Не работает схема оттаивания	1. Неисправен электродвигатель реле времени оттаивания	1. Заменить реле времени
	2. Не работает нагреватель системы оттаивания	2. Заменить нагреватель
	3. Неисправен датчик температуры окончания оттаивания	3. Заменить датчик температуры

#### **Установки кондиционирования воздуха**

Установка не работает	1. Перегорел предохранитель	1. Заменить предохранитель
	2. Не замыкаются контакты реле температуры	2. Настроить реле на заданную температуру
	3. Перегорел предохранитель трансформатора	3. Заменить предохранитель трансформатора
	4. Перегорел трансформатор	4. Заменить трансформатор
	5. Неисправна электропроводка	5. Устранить неисправность электропроводки или затянуть клеммы соединений
Компрессорно-конденсаторный агрегат не работает	1. Перегорел предохранитель агрегата	1. Заменить предохранитель
	2. Высокая уставка реле температуры	2. Отрегулировать реле температуры
	3. Перегорела катушка пускателя	3. Заменить катушку
	4. Подгорели контакты пускателя	4. Заменить контакты
	5. Разомкнуты контакты защитного реле компрессора	5. Определить причину и устранить перегрузку
	6. Реле высокого давления отключает агрегат	6. См. неисправность: «Высокое давление нагнетания»
	7. Реле низкого давления отключает агрегат	7. См. неисправность: «Низкое давление всасывания»
	8. Неисправна электропроводка или не затянуты клеммы соединений	8. Устранить неисправность электропроводки или затянуть клеммы соединений
Компрессор не включается	1. Неисправны контакты пускателя	1. Заменить контакты пускателя
	2. Разомкнуты контакты защитного реле компрессора	2. Определить причину и устранить перегрузку
	3. Сгорел пусковой конденсатор	3. Заменить пусковой конденсатор
	4. Неисправно пусковое реле	4. Заменить пусковое реле

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	5. Сгорел рабочий конденсатор	5. Заменить рабочий конденсатор
	6. Перегорел электродвигатель компрессора	6. Отремонтировать электродвигатель или заменить компрессор
	7. Компрессор заклинен	7. Заменить компрессор
Электродвигатель вентилятора конденсатора не включается	1. Неисправна электропроводка или не затянуты клеммы соединений	1. Устранить неисправность электропроводки или затянуть клеммы соединений
	2. Перегорел электродвигатель вентилятора	2. Заменить электродвигатель вентилятора
	3. Изношены подшипники электродвигателя вентилятора	3. Заменить подшипники или электродвигатель вентилятора
Компрессор гудит, но не работает	1. Сгорел пусковой конденсатор	1. Заменить пусковой конденсатор
	2. Неисправно пусковое реле	2. Заменить пусковое реле
	3. Перегорел электродвигатель компрессора	3. Отремонтировать или заменить компрессор
	4. Компрессор заклинен	4. Заменить компрессор
	5. Неисправны контакты пускателя	5. Заменить контакты
	6. Низкое напряжение в электросети	6. Определить причину и устранить неисправность
Компрессор работает циклично, но с перегрузкой	1. Неисправен пусковой конденсатор	1. Заменить пусковой конденсатор
	2. Неисправно пусковое реле	2. Заменить пусковое реле
	3. Неисправен рабочий конденсатор	3. Заменить рабочий конденсатор
	4. Недостаточная мощность защитного реле	4. Заменить защитное реле
	5. Неисправны контакты пускателя	5. Заменить контакты
	6. Низкое напряжение в электросети	6. Определить причину и устранить неисправность
	7. Перегорел электродвигатель компрессора	7. Отремонтировать или заменить компрессор
	8. Избыток хладагента в системе	8. Выпустить избыточное количество хладагента
	9. Недостаточное количество хладагента в системе	9. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	10. Высокое давление всасывания	10. Снизить тепловую нагрузку на испаритель или отремонтировать компрессор

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	11. Воздух или неконденсирующиеся газы в системе	11. Выпустить воздух или неконденсирующиеся газы
Реле высокого давления отключает компрессор	1. Избыток хладагента в системе	1. Выпустить избыточное количество хладагента
	2. Загрязнен конденсатор	2. Очистить конденсатор
	3. Проскальзывает ремень вентилятора конденсатора	3. Заменить или натянуть ремень вентилятора
	4. Не работает электродвигатель вентилятора конденсатора	4. См. неисправность: «Электродвигатель вентилятора конденсатора не включается»
	5. Воздух или неконденсирующиеся газы в системе	5. Выпустить воздух или неконденсирующиеся газы
Компрессор работает циклично, его отключение происходит от реле низкого давления	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Загрязнен или неисправен ТРВ	2. Очистить или заменить ТРВ
	3. Неисправна термосистема ТРВ	3. Заменить ТРВ
	4. Загрязнен фильтр	4. Очистить или заменить фильтр
	5. Загрязнен испаритель	5. Очистить испаритель
	6. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя	6. Заменить или натянуть ремень вентилятора
	7. Не работает вентилятор испарителя	7. См. неисправность: «Вентилятор испарителя не работает»
	8. Местное сопротивление в схеме циркуляции хладагента	8. Определить причину и устранить местное сопротивление
Шум в компрессоре	1. Ослаблены стопорные болты	1. Затянуть болты
	2. Недостаточное количество масла в компрессоре	2. См. неисправность: «Унос масла из компрессора»
	3. Неисправны клапаны компрессора	3. Заменить клапаны или клапанную доску
	4. Неправильная уставка перегрева ТРВ	4. Отрегулировать ТРВ
	5. Заклинен ТРВ	5. Заменить ТРВ
	6. Плохой контакт термобаллона ТРВ и всасывающего трубопровода	6. Обеспечить плотный контакт

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	7. Избыток хладагента в системе (установка с капиллярной трубкой)	7. Выпустить избыточное количество хладагента
Унос масла из компрессора	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку и дозарядить в систему хладагент и масло
	2. Низкое давление всасывания	2. См. неисправность: «Низкое давление всасывания»
	3. Заклинен ТРВ в открытом положении	3. Заменить ТРВ
	4. Местное сопротивление в системе	4. Определить причину и устранить местное сопротивление
Нет охлаждения, компрессор работает непрерывно	1. Недостаточно количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Неисправны клапаны компрессора	2. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	3. Высокое давление всасывания	3. См. неисправность: «Высокое давление всасывания»
	4. Воздух или неконденсирующиеся газы в системе	4. Выпустить воздух или неконденсирующиеся газы
	5. Неправильная уставка перегрева ТРВ	5. Отрегулировать ТРВ
	6. Загрязнен или неисправен ТРВ	6. Заменить ТРВ
	7. Загрязнен испаритель	7. Очистить испаритель
	8. Загрязнен воздушный фильтр	8. Очистить или заменить фильтр
	9. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя	9. Заменить или натянуть ремень вентилятора
	10. Местное сопротивление в линии циркуляции хладагента	10. Определить причину и устранить местное сопротивление
	11. Загрязнен конденсатор	11. Очистить конденсатор
Установка вырабатывает слишком много холода; компрессор работает непрерывно	1. Низкая уставка реле температуры	1. Отрегулировать реле температуры
	2. Реле температуры размещено неправильно	2. Перемонтировать реле температуры
	3. Неисправна электропроводка	3. Устранить неисправность электропроводки

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
В компрессор поступает жидкий хладагент (установка с капиллярной трубкой)	1. Избыток хладагента в системе	1. Выпустить избыточное количество хладагента
	2. Высокое давление нагнетания	2. См. неисправность: «Высокое давление нагнетания»
	3. Загрязнен испаритель	3. Очистить испаритель
	4. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя	4. Заменить или натянуть ремень
	5. Загрязнен воздушный фильтр	5. Очистить или заменить фильтр
	6. Не работает вентилятор испарителя	6. См. неисправность: «Вентилятор испарителя не работает»
В компрессор поступает жидкий хладагент (установка с ТРВ)	1. Неправильная уставка перегрева ТРВ	1. Отрегулировать ТРВ
	2. Заклинен ТРВ в открытом положении	2. Заменить ТРВ
	3. Плохой контакт между термобаллоном ТРВ и всасывающим трубопроводом	3. Обеспечить плотный контакт
	4. Избыток хладагента в системе	4. Выпустить избыточное количество хладагента
	5. Низкая температура воздуха в помещении	5. Отрегулировать реле температуры
Высокое давление нагнетания	1. Избыток хладагента в системе	1. Выпустить избыточное количество хладагента
	2. Высокая температура окружающей среды	2. Обеспечить подачу более холодного воздуха к конденсатору
	3. Воздух или неконденсирующиеся газы в системе	3. Выпустить воздух или неконденсирующиеся газы
	4. Повышена тепловая нагрузка на испаритель	4. Снизить нагрузку
	5. Загрязнен конденсатор	5. Очистить конденсатор
	6. Не работает электродвигатель вентилятора конденсатора	6. См. неисправность: «Электродвигатель вентилятора конденсатора не включается»
	7. Проскальзывает ремень вентилятора конденсатора	7. Заменить или натянуть ремень вентилятора
Низкое давление нагнетания	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	2. Неисправны клапаны компрессора	2. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	3. Низкое давление всасывания	3. См. неисправность: «Низкое давление всасывания»
	4. Конденсатор обдувается холодным воздухом	4. Обеспечить подачу более теплого воздуха
Высокое давление всасывания	1. Неисправны клапаны компрессора	1. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	2. Избыток хладагента в системе	2. Выпустить избыточное количество хладагента
	3. Высокое давление нагнетания	3. См. неисправность: «Высокое давление нагнетания»
	4. Высокая температура рециркуляционного воздуха	4. Снизить температуру рециркуляционного воздуха
	5. Повышена тепловая нагрузка	5. Снизить нагрузку
	6. Заклинен ТРВ в открытом положении	6. Очистить или заменить ТРВ
Низкое давление всасывания	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Низкая температура рециркуляционного воздуха	2. Повысить уставку реле температуры
	3. Неправильная уставка перегрева ТРВ	3. Отрегулировать ТРВ
	4. Загрязнен или неисправен ТРВ	4. Очистить или заменить ТРВ
	5. Неисправна термосистема ТРВ	5. Заменить ТРВ
	6. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя	6. Заменить или натянуть ремень
	7. Не работает вентилятор испарителя	7. См. неисправность: «Вентилятор испарителя не работает»
	8. Местное сопротивление в линии циркуляции хладагента	8. Определить причину и устранить местное сопротивление
	9. Загрязнен воздушный фильтр	9. Очистить или заменить фильтр
	10. Загрязнен испаритель	10. Очистить испаритель

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	11. Обмерзание испарителя	11. См. неисправность: «Испаритель обмерзает»
	12. Засорена капиллярная трубка	12. Заменить капиллярную трубку
Вентилятор испарителя не работает	1. Перегорел предохранитель	1. Заменить предохранитель
	2. Неисправно реле вентилятора испарителя	2. Заменить реле вентилятора
	3. Перегорел электродвигатель вентилятора испарителя	3. Заменить электродвигатель вентилятора
	4. Поврежден ремень вентилятора	4. Заменить ремень
	5. Неисправна электропроводка или не затянуты клеммы соединений	5. Устранить неисправность электропроводки или затянуть клеммы соединений
Испаритель обмерзает	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и зарядить систему
	2. Низкое давление всасывания	2. См. неисправность: «Низкое давление всасывания»
	3. Низкая температура рециркуляционного воздуха	3. Повысить уставку реле температуры
	4. Вентилятор испарителя не работает	4. См. неисправность: «Вентилятор испарителя не работает»
	5. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя	5. Заменить или натянуть ремень
	6. Местное сопротивление в линии циркуляции хладагента	6. Определить причину и устранить местное сопротивление
	7. Загрязнен воздушный фильтр	7. Очистить или заменить фильтр
	8. Загрязнен испаритель	8. Очистить испаритель
	9. Загрязнен или неисправен ТРВ	9. Очистить или заменить ТРВ
	Высокие эксплуатационные расходы	1. Неисправны клапаны компрессора
2. Недостаточно хладагента в системе		2. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
3. Избыток хладагента в системе		3. Выпустить избыточное количество хладагента

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	4. Загрязнен конденсатор	4. Очистить конденсатор
	5. Загрязнен испаритель	5. Очистить испаритель
	6. Загрязнен воздушный фильтр	6. Очистить или заменить фильтр
	7. Высокое давление нагнетания	7. См. неисправность: «Высокое давление нагнетания»
	8. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя или конденсатора	8. Заменить или натянуть ремень

### Тепловые насосы

Компрессор работает непрерывно, но нет охлаждения	1. Неисправны клапаны компрессора	1. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	2. Недостаточное количество хладагента в системе	2. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	3. Неисправен реверсивный вентиль	3. Заменить реверсивный вентиль
	4. Наличие воздуха или неконденсирующихся газов	4. Выпустить воздух или неконденсирующиеся газы
	5. Неправильная уставка перегрева TRV	5. Отрегулировать TRV
	6. Плохой контакт между термобаллоном TRV и всасывающим трубопроводом	6. Обеспечить плотный контакт термобаллона с всасывающим трубопроводом
	7. Загрязнен испаритель	7. Очистить испаритель
	8. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя	8. Заменить или натянуть ремень
	9. Загрязнен воздушный фильтр	9. Очистить или заменить фильтр
	10. Местное сопротивление в системе	10. Обнаружить и устранить местное сопротивление
Компрессор работает непрерывно, температура в охлаждаемом объеме слишком низкая	1. Неисправна электропроводка	1. Устранить неисправность электропроводки
	2. Неисправно реле температуры	2. Заменить реле температуры
	3. Реле температуры расположено неправильно	3. Перемонтировать реле температуры
Жидкий хладагент	1. Неправильная уставка перегрева TRV	1. Отрегулировать TRV

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения	
Неисправность поступает в компрессор (питание испарителя хладагентом осуществляется с помощью TRV)	2. Плохой контакт между термобаллоном TRV и всасывающим трубопроводом	2. Обеспечить плотный контакт термобаллона с всасывающим трубопроводом	
	3. Неисправн TRV	3. Заменить TRV	
	4. Неисправен обратный клапан	4. Заменить обратный клапан	
	5. Избыток хладагента в системе	5. Выпустить избыточное количество хладагента	
	Жидкий хладагент поступает в компрессор (питание испарителя хладагентом осуществляется с помощью капиллярной трубки)	1. Избыток хладагента в системе	1. Выпустить избыточное количество хладагента
		2. Высокое давление нагнетания	2. См. неисправность: «Высокое давление нагнетания»
3. Загрязнен фильтр		3. Очистить или заменить фильтр	
4. Загрязнен испаритель		4. Очистить испаритель	
5. Проскальзывает ремень вентилятора		5. Заменить или натянуть ремень	
6. Неисправен обратный клапан		6. Заменить обратный клапан	

### Режим нагрева

Компрессор работает непрерывно, но нет нагрева	1. Недостаточное количество хладагента	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Неисправны клапаны компрессора	2. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	3. Протечка хладагента в реверсивном вентиле	3. Заменить реверсивный вентиль
	4. Неисправно реле оттаивания	4. Заменить реле оттаивания
Компрессор работает непрерывно, температура в помещении слишком высокая	1. Неисправна электропроводка	1. Устранить неисправность электропроводки
	2. Неисправно реле температуры	2. Заменить реле температуры
	3. Неправильно расположено реле температуры	3. Перемонтировать реле температуры
Компрессор работает при низком давлении в конце цикла оттаивания	1. Неисправен реверсивный вентиль	1. Заменить реверсивный вентиль
	2. Неисправна термосистема TRV	2. Заменить TRV
	3. Недостаточное количество хладагента в системе	3. Устранить утечку и дозарядить систему хладагентом

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Агрегат работает в цикле охлаждения, но давление всасывания очень низкое	1. Неисправен TRV	1. Очистить или заменить TRV
	2. Неисправна термосистема TRV	2. Заменить TRV
	3. Неисправен реверсивный вентиль	3. Заменить реверсивный вентиль
	4. Загрязнен испаритель	4. Очистить испаритель
	5. Проскальзывает ремень вентилятора	5. Заменить или натянуть ремень
	6. Неисправен обратный клапан	6. Заменить обратный клапан
	7. Местное сопротивление в системе	7. Обнаружить и устранить местное сопротивление
Цикл оттаивания не прекращается	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку и дозарядить систему хладагентом
	2. Не отрегулировано реле оттаивания	2. Отрегулировать реле
	3. Неисправно реле оттаивания	3. Заменить реле оттаивания
	4. Неисправен реверсивный вентиль	4. Заменить реверсивный вентиль
	5. Неисправны клапаны компрессора	5. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	6. Неисправна электропроводка	6. Устранить неисправность электропроводки
Тепловой насос включается на цикл оттаивания, когда испаритель не покрыт льдом	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Не отрегулировано реле оттаивания	2. Отрегулировать реле оттаивания
	3. Неисправно реле оттаивания	3. Заменить реле оттаивания
	4. Плохой контакт термобаллона реле оттаивания с испарителем	4. Обеспечить плотный контакт
	5. Загрязнен испаритель	5. Очистить испаритель
	6. Проскальзывает ремень вентилятора	6. Заменить или натянуть ремень
Реверсивный вентиль не переключается	1. Неисправен реверсивный вентиль	1. Заменить реверсивный вентиль
	2. Неисправны клапаны компрессора	2. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	3. Неисправно реле вентилятора	3. Заменить реле
	4. Сгорела обмотка трансформатора	4. Заменить трансформатор
Вентилятор не работает при включенном дополнительном нагревательном элементе	1. Неисправно реле вентилятора	1. Заменить реле вентилятора
	2. Неисправен электродвигатель вентилятора	2. Отремонтировать или заменить электродвигатель
	3. Неисправна электропроводка или нет контакта в клеммах	3. Устранить неисправность электропроводки или затянуть клеммы
	4. Неисправно реле температуры	4. Заменить реле температуры
Вентилятор работает во время цикла оттаивания	Неисправно реле вентилятора	Заменить реле вентилятора
Компрессор работает короткими циклами при срабатывании реле оттаивания	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Не отрегулировано реле оттаивания	2. Отрегулировать реле оттаивания
	3. Неисправно реле оттаивания	3. Заменить реле оттаивания
	4. Неисправна термосистема TRV	4. Заменить TRV
	5. Проскальзывает ремень вентилятора	5. Заменить или натянуть ремень
Испаритель не оттаивает	1. Неисправно реле оттаивания	1. Заменить реле оттаивания
	2. Неисправны клапаны компрессора	2. Заменить клапаны, клапанную плиту или компрессор
	3. Недостаточное количество хладагента в системе	3. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	4. Не отрегулировано реле оттаивания	4. Отрегулировать реле оттаивания
	5. Плохой контакт термобаллона реле оттаивания с испарителем	5. Обеспечить плотный контакт
	6. Неисправно реле оттаивания	6. Заменить реле

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	7. Неисправен реверсивный вентиль	7. Заменить реверсивный вентиль
	8. Неправильная уставка перегрева TRV	8. Отрегулировать TRV
	9. Неисправна термосистема TRV	9. Заменить TRV
	10. Закупорен TRV	10. Очистить или заменить TRV
Обмерзание нижней части испарителя	1. Неисправно реле оттаивания	1. Заменить реле оттаивания
	2. Неисправны клапаны компрессора	2. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	3. Недостаточное количество хладагента в системе	3. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	4. Не отрегулировано реле оттаивания	4. Отрегулировать реле оттаивания
	5. Плохой контакт термобаллона реле оттаивания с испарителем	5. Обеспечить плотный контакт
	6. Неисправен реверсивный вентиль	6. Заменить реверсивный вентиль
	7. Неправильная уставка перегрева TRV	7. Отрегулировать TRV
Жидкий хладагент поступает в компрессор в цикле нагрева (питание испарителя хладагентом осуществляется с помощью TRV)	1. Неправильная уставка перегрева TRV	1. Отрегулировать TRV
	2. Плохой контакт между термобаллоном TRV и всасывающим трубопроводом	2. Обеспечить плотный контакт
	3. TRV заклинило в открытом положении	3. Очистить или заменить TRV
	4. Протечка хладагента в обратном клапане	4. Отремонтировать обратный клапан
Жидкий хладагент поступает в компрессор в цикле нагрева	1. Избыток хладагента в системе	1. Выпустить избыточное количество хладагента
	2. Высокое давление нагнетания	2. См. неисправность: «Высокое давление нагнетания»

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
(питание испарителя осуществляется с помощью капиллярной трубки)	3. Неисправен обратный клапан	3. Заменить обратный клапан
Повышенные эксплуатационные расходы	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Неисправен реверсивный вентиль	2. Заменить реверсивный вентиль
	3. Не отрегулировано реле оттаивания	3. Отрегулировать реле оттаивания
	4. Избыток хладагента в системе	4. Выпустить избыточное количество хладагента
	5. Загрязнен испаритель или конденсатор	5. Очистить испаритель или конденсатор
	6. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя или конденсатора	6. Заменить или натянуть ремень
	7. Загрязнен воздушный фильтр	7. Очистить или заменить фильтр
	8. Неправильно расположено реле температуры	8. Перемонтировать реле температуры

*Режим нагрева или охлаждения*

Компрессор не включается, но слышно характерное гудение	1. Неисправен предохранитель	1. Заменить предохранитель
	2. Неисправна электропроводка	2. Устранить неисправность электропроводки
	3. Плохой контакт в электрических клеммах	3. Затянуть клеммы
	4. Перегрузка компрессора	4. Определить причину и устранить перегрузку
	5. Сгорел пусковой конденсатор	5. Заменить конденсатор
	6. Неисправно пусковое реле	6. Заменить пусковое реле
	7. Электродвигатель компрессора перегорел	7. Заменить компрессор
	8. Неисправны подшипники компрессора	8. Заменить подшипники или компрессор
	9. Компрессор заклинен	9. Заменить компрессор
Компрессор работает	1. Низкое напряжение в электросети	1. Определить и устранить причину

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
циклично, но с перегрузкой	2. Плохой контакт в электрических клеммах	2. Затянуть клеммы
	3. Неисправны контакты пускателя	3. Заменить контакты или пускатель
	4. Неисправно защитное реле компрессора	4. Заменить реле.
	5. Перегрузка компрессора	5. Определить причину и устранить перегрузку
	6. Неисправен пусковой конденсатор	6. Заменить конденсатор
	7. Сгорел рабочий конденсатор	7. Заменить конденсатор
	8. Неисправно пусковое реле	8. Заменить пусковое реле
	9. Избыток хладагента в системе	9. Выпустить избыточное количество хладагента
	10. Неисправны подшипники компрессора	10. Заменить подшипники или компрессор
	11. В системе воздух или неконденсирующиеся газы (высокое давление нагнетания)	11. Выпустить неконденсирующиеся газы из системы
	12. Неисправен реверсивный вентиль	12. Заменить реверсивный вентиль
	Компрессор не работает. В линии всасывания высокое давление	1. Избыток хладагента в системе
2. Не отрегулировано реле давления		2. Отрегулировать реле давления
3. Неисправен электродвигатель испарителя вентилятора		3. Отремонтировать или заменить электродвигатель
4. Неисправно реле вентилятора		4. Отремонтировать или заменить реле
5. Слишком продолжителен цикл оттаивания		5. Заменить реле оттаивания или термореле окончания цикла оттаивания
6. Неисправен реверсивный вентиль		6. Заменить реверсивный вентиль
7. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя		7. Натянуть или заменить ремень
8. Загрязнен испаритель		8. Очистить испаритель
9. Загрязнен воздушный фильтр		9. Заменить или очистить фильтр

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	10. Недостаточный обдув испарителя воздухом	10. Увеличить сечение воздуховода или ликвидировать препятствие, мешающее нормальному обдуву испарителя
Компрессор работает циклично при низком давлении всасывания	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Низкое давление всасывания	2. Увеличить нагрузку на испаритель (см. неисправность: «Низкое давление всасывания»)
	3. Неисправен TRV	3. Отремонтировать или заменить TRV
	4. Загрязнен испаритель	4. Очистить испаритель
	5. Проскальзывает ремень вентилятора	5. Заменить или натянуть ремень
	6. Загрязнен воздушный фильтр	6. Очистить или заменить фильтр
	7. Засорен осушитель жидкого хладагента или фильтр на стороне всасывания	7. Заменить осушитель или фильтр
	8. Плохой контакт термобаллона реле оттаивания с испарителем	8. Обеспечить плотный контакт
	9. Низкая температура окружающего воздуха	9. Установить агрегат в другом месте или обеспечить соответствующую температуру окружающего воздуха
	10. Продолжительный цикл оттаивания	10. Заменить реле оттаивания или термореле окончания цикла оттаивания
	11. Неисправен электродвигатель вентилятора испарителя	11. Отремонтировать или заменить электродвигатель или реле вентилятора
Вентилятор конденсатора работает, но компрессор не включается	1. Неисправна электропроводка	1. Устранить неисправность электропроводки
	2. Сгорел пусковой конденсатор	2. Заменить пусковой конденсатор
	3. Неисправно пусковое реле	3. Заменить пусковое реле
	4. Сгорел рабочий конденсатор	4. Заменить рабочий конденсатор

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	5. Короткое замыкание или пробой на корпус электродвигателя компрессора	5. Заменить компрессор
	6. Компрессор заклинило	6. Заменить компрессор
	7. Перегрузка компрессора	7. Определить причину и устранить перегрузку
	8. Неисправны контакты пускателя	8. Заменить контакты или целиком пускатель
	9. Низкое напряжение в электросети	9. Определить и устранить причину
Электродвигатель вентилятора конденсатора не включается	1. Неисправна электропроводка	1. Устранить неисправность электропроводки
	2. Неисправен электродвигатель конденсатора	2. Отремонтировать или заменить электродвигатель
	3. Неисправно реле вентилятора	3. Заменить реле вентилятора
	4. Неисправно реле оттаивания	4. Заменить реле оттаивания
Агрегат не работает	1. Перегорел предохранитель	1. Устранить причину и заменить предохранитель
	2. Неисправна электропроводка или нет контакта в клеммах	2. Устранить неисправность электропроводки или затянуть клеммы
	3. Перегрузка компрессора	3. Определить причину и устранить неисправность
	4. Неисправен трансформатор	4. Заменить трансформатор
	5. Перегорела катушка контактора	5. Заменить катушку контактора
	6. Разомкнуты контакты защитного реле компрессора	6. Определить причину и устранить неисправность
	7. Разомкнуты контакты реле высокого давления	7. Определить причину и устранить неисправность
	8. Разомкнуты контакты реле низкого давления	8. Определить причину и устранить неисправность
	9. Разомкнуты контакты реле температуры	9. Заменить реле температуры
Вентилятор испарителя не включается	1. Перегорел предохранитель	1. Устранить причину и заменить предохранитель
	2. Неисправна электропроводка или нет контакта в клеммах	2. Устранить неисправность электропроводки или затянуть клеммы

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения	
	3. Перегорел трансформатор	3. Заменить трансформатор	
	4. Неисправно реле вентилятора	4. Заменить реле вентилятора	
	5. Неисправен электродвигатель вентилятора	5. Отремонтировать или заменить электродвигатель	
	6. Неисправно реле температуры	6. Заменить реле температуры	
	Испаритель покрыт льдом	1. Загрязнен воздушный фильтр	1. Очистить или заменить фильтр
		2. Загрязнен испаритель	2. Очистить испаритель
3. Проскальзывает ремень вентилятора		3. Заменить или натянуть ремень	
4. Обратный клапан заклинило в открытом положении		4. Заменить обратный клапан	
5. Неисправен ТРВ		5. Очистить или заменить ТРВ	
6. Низкая температура воздуха в помещении, где установлен агрегат		6. Повысить температуру воздуха в помещении	
7. Недостаточное количество хладагента в системе		7. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему	
Шум в компрессоре	1. Низкий уровень масла в компрессоре	1. Определить причину утечки масла и устранить ее. Заменить масло	
	2. Неисправны клапаны компрессора	2. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор	
	3. Ослаблены стопорные болты	3. Затянуть болты	
	4. Сломаны пружины внутри компрессора	4. Заменить компрессор	
	5. Неисправен обратный клапан	5. Отремонтировать или заменить обратный клапан	
	6. Плохой контакт между термобаллоном ТРВ и всасывающим трубопроводом	6. Затянуть хомут термобаллона	
	7. Неправильная уставка перегрева ТРВ	7. Отрегулировать перегрев	
	8. Заклинен ТРВ в открытом положении	8. Очистить или заменить ТРВ	

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Унос масла из компрессора	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Низкое давление всасывания	2. Увеличить тепловую нагрузку на испаритель
	3. Местное сопротивление в линии циркуляции хладагента	3. Устранить местное сопротивление
	4. Заклинен ТРВ в открытом положении	4. Очистить или заменить ТРВ
Машина работает нормально в одном режиме, а в другом наблюдается высокое давление всасывания	1. Протечка хладагента в обратном клапане	1. Заменить обратный клапан
	2. Плохой контакт между термобаллоном ТРВ и всасывающим трубопроводом	2. Затянуть хомут термобаллона
	3. Протечка хладагента в реверсивном вентиле	3. Заменить реверсивный вентиль
	4. Заклинен ТРВ в открытом положении	4. Отремонтировать или заменить ТРВ
Низкое давление всасывания в режиме охлаждения или оттаивания, нормальное в режиме нагрева	1. Неисправен реверсивный вентиль	1. Заменить реверсивный вентиль
	2. Неисправна термосистема ТРВ	2. Заменить ТРВ
	3. Местное сопротивление в линии циркуляции хладагента	3. Определить причину и устранить местное сопротивление
	4. Закупорен ТРВ	4. Очистить или заменить ТРВ
	5. Заклинен обратный клапан в закрытом положении	5. Заменить обратный клапан
Высокое давление нагнетания	1. Избыток хладагента в системе	1. Выпустить избыточное количество хладагента
	2. Воздух или неконденсирующиеся газы в системе	2. Выпустить воздух или неконденсирующиеся газы
	3. Конденсатор обдувается теплым воздухом	3. Снизить температуру окружающего воздуха
	4. Загрязнен конденсатор	4. Очистить конденсатор
	5. Загрязнен воздушный фильтр	5. Очистить или заменить фильтр

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	6. Проскальзывает ремень вентилятора конденсатора	6. Заменить или натянуть ремень
Высокое давление всасывания	1. Неисправны всасывающие клапаны компрессора	1. Заменить клапаны, клапанную доску или компрессор
	2. Высокое давление нагнетания	2. См. неисправность: «Высокое давление нагнетания»
	3. Повышенная нагрузка на испаритель в режиме охлаждения	3. Определить причину и устранить неисправность
	4. Протечка в реверсивном вентиле	4. Заменить реверсивный вентиль
	5. Протечка в обратном клапане	5. Заменить обратный клапан
	6. Заклинен ТРВ в открытом положении	6. Очистить или заменить ТРВ
	7. Плохой контакт между термобаллоном ТРВ и всасывающим трубопроводом	7. Затянуть хомут термобаллона
Низкое давление всасывания	1. Недостаточное количество хладагента в системе	1. Устранить утечку хладагента и дозарядить систему
	2. Проскальзывает ремень вентилятора испарителя	2. Отрегулировать натяжение ремня
	3. Загрязнен воздушный фильтр	3. Очистить или заменить воздушный фильтр
	4. Неисправен обратный клапан	4. Заменить обратный клапан
	5. Местное сопротивление в линии циркуляции хладагента	5. Определить причину и устранить местное сопротивление
	6. Неисправна термосистема ТРВ	6. Заменить ТРВ
	7. Закупорен ТРВ	7. Очистить или заменить ТРВ
	8. Неправильная уставка перегрева ТРВ	8. Отрегулировать ТРВ
	9. Загрязнен испаритель	9. Очистить испаритель
	10. Неисправны контакты пускателя	10. Заменить контакты или пускатель

# ЗАМЕНА КОМПРЕССОРА

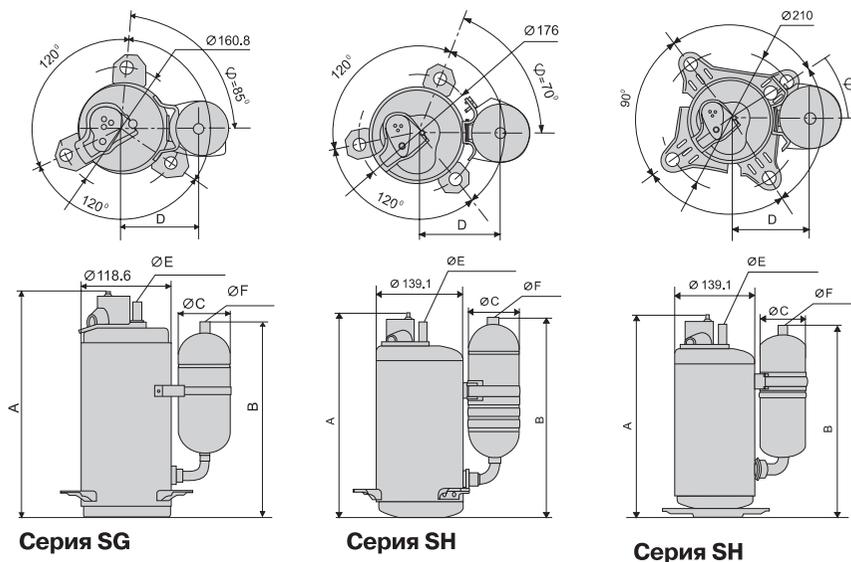
Вопрос о замене компрессора на практике возникает довольно часто. При замене компрессоров работники сервисной службы в первую очередь руководствуются правилом — заменяемый компонент должен соответствовать оригиналу производителя. Так ли это важно? Что делать, если нет возможности использовать оригинальный компрессор, в силу его отсутствия?

Необходимо сделать акцент на чисто геометрическую совместимость компоновочной схемы (совместимость посадочных мест, физический объем компрессора, угол разворота осушителя и так далее).

Наиболее прогнозируемым параметром является соответствие основания компрессора по посадочным местам. Традицион-

но для крепления роторного компрессора, в наружных блоках используется трехточечное основание в виде равностороннего треугольника. В таблице, подготовленной на базе информации производителей компрессоров, приведены данные о диаметрах оснований роторных компрессоров следующих марок (см. таблицу).

Таким образом, для оборудования с малой холодопроизводительностью (5,000–9,000 BTU), используются в основном компрессоры с диаметром основания 160 или 150 мм. Для моделей с номинальной холодопроизводительностью 12,000 BTU и выше практически все производители используют основание диаметром 176 мм.



Марка (Производитель)	Серия	Холодо-производительность	Диаметр платформы
HITACHI	Серия SG(G)	4,800–10,500 BTU	160
HITACHI	Серия SH(H)	11,800–23,200 BTU	176
MATSUSHITA	Серия R	5,000–7,500 BTU	150
MATSUSHITA	Серия P	6,500–13,500 BTU	150
MATSUSHITA	Серия K	11,900–26,500 BTU	176
MATSUSHITA	Серия J	15,500–35,000 BTU	196/210
L'Unite Hermetique	Серия RGA	6,800–9,450 BTU	150
L'Unite Hermetique	Серия RK/TRK	6,550–14,300 BTU	176
SIAM (Mitsubishi Electric)	Серия RH	7,500–15,700 BTU	176
SIAM (Mitsubishi Electric)	Серия PH	15,700–24,000 BTU	196
SIAM (Mitsubishi Electric)	Серия NH	15,700–34,000 BTU	210
Rechi Precision	Серия 39	4,500–6,270 BTU	150
Rechi Precision	Серия 44	7,100–10,830 BTU	150
Rechi Precision	Серия 48	6,800–15,000 BTU	176
Sanyo	Серия C-R33F	6,780–9,200 BTU	150
Sanyo	Серия C-R50F	9,680–12,500 BTU	176
LG Electronics	Серия QB	4,980–9,250 BTU	150
LG Electronics	Серия QK	9,200–13,500 BTU	176
LG Electronics	Серия QJ	11,750–18,300 BTU	176
Daewoo-Carrier	Серия EA	5,000–9,000 BTU	150
Daewoo-Carrier	Серия EB	9,500–11,000 BTU	150
Daewoo-Carrier	Серия EC	11,500–13,500 BTU	176
Daewoo-Carrier	Серия ED	12,000–21,500 BTU	176

Из данных, приведенных в таблице, можно сделать вывод, что в качестве альтернативы можно использовать компрессор любого производителя с аналогичной холодопроизводительностью.

Как показывает практика, замена вышедшего из строя компрессора любой холодильной машины и, в частности, бытового кондиционера требует выполнения определенных правил, пренебрежение которыми может привести к тому, что выполненная работа и материальные затраты окажутся напрасными и новый компрессор преждевременно выйдет из строя.

Среди причин выхода компрессора из строя отметим следующие:

- нарушение правил монтажа кондиционера;
- нарушение правил эксплуатации кондиционера;
- использование некачественных материалов при монтаже и обслуживании кондиционера;
- заводской брак.

*Типичными ошибками монтажа являются:*

- отсутствие вакуумирования фреоновой магистрали или недостаточное вакуумирование. Следствие — повышенное давление конденсации, наличие водяных паров во фреоновом контуре. Результатом как правило является пробой изоляции обмотки двигателя компрессора;
- нарушение правил монтажа фреоновых магистралей, а именно: несоблюдение уклонов, отсутствие маслоподъемных петель, слишком длинные магистрали, заломы труб. След-

ствие — нарушение системы смазки компрессора;

- некачественное соединение фреоновых трубопроводов;
- попадание посторонних предметов в трубопроводы (стружка остатки припоя и флюса, мусор).

*Нарушение правил эксплуатации кондиционеров, к сожалению, занимает далеко не последнее место среди причин выхода из строя компрессоров бытовых кондиционеров. Наиболее характерные из них:*

- включение кондиционера с реверсивным циклом на «тепло» при температурах окружающего воздуха ниже — 5°C;
- включение кондиционера в режим «тепло» или «холод» при утечке хладагента.

Оба эти нарушения приводят к тому, что двигатель герметичного компрессора, который, как известно, охлаждается парами хладагента перегревается, меняются смазочные свойства масла, ухудшается сопротивление изоляции, компрессор выходит из строя.

Кроме того, опасность включения кондиционера на «тепло» зимой, заключается в возможном повреждении клапанной системы компрессора из-за попадания в него жидкого, не испарившегося при низкой температуре хладагента (гидроудар).

Что касается *использования некачественных комплектующих в процессе монтажа*, то это в первую очередь относится к медным трубам низкого качества, иногда с мусором или стружкой внутри или же хлада-

гентов с повышенной влажностью, что чревато поломкой компрессора.

*Заводской брак* при изготовлении компрессоров, к счастью, явление достаточно редкое.

Перед заменой компрессора необходимо составить оптимальный план работы, который во многом зависит от степени и характера загрязнения фреонового контура посторонними примесями.

Эту информацию можно получить с помощью анализа проб масла компрессора. Для этого производится демонтаж компрессора, масло из которого сливается в чистую емкость, и производится его проверка на:

- цвет и запах масла;
- отсутствие посторонних включений;
- экспресс анализ масла на кислотность.

Масло должно быть прозрачным, с легким нерезким запахом.

Темное масло с резким запахом гари указывает на то, что компрессор перегревался, про-  
*Кислотный тест ампулы*



без кислоты

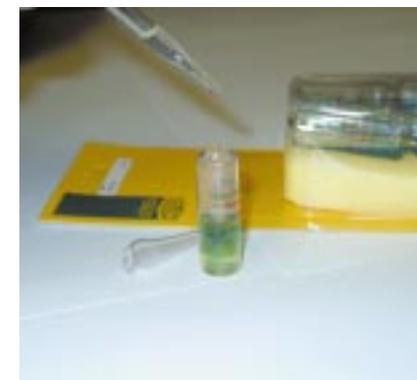
изошло разложение масла. Тест покажет высокую кислотность масла.

В этом случае необходима промывка всей фреоновой магистрали, включая трубопроводы внутреннего и наружного блоков и соединительной магистрали.

Если масло мутное и имеет зеленоватый оттенок, то тест на кислотность — положительный. Сопутствующие признаки — внутренние поверхности трубопроводов розового цвета (результат травления меди кислотой).

Анализ посторонних включений во многих случаях позволяет определить характер повреждения компрессора, например:

- наличие стальной или алюминиевой стружки указывает на повреждение шатунно-поршневой системы компрессора или клапанов, что может быть результатом нарушения системы смазки компрессора, гидроудара или заводского брака;
- наличие медной стружки указывает на брак монтажа или некачественные трубы;
- наличие хлопьев сажи — на



с кислотой

короткое замыкание обмотки компрессора.

Замена компрессора без промывки блока возможна, если масло прозрачное, без посторонних включений, анализ на кислотность отрицательный.

Выполняются следующие работы.

1. Монтаж нового компрессора в блок (чтобы исключить попадание окалины внутрь фреоновой магистрали, пайка выполняется с азотом, остатки флюса тщательно удаляются).

2. Замена фильтра-осушителя.

3. Тщательное вакуумирование блока.

4. Заправка блока фреоном через жидкостный порт.

5. Тестовый прогон блока на стенде.

6. Монтаж наружного блока на месте установки кондиционера.

Замена компрессора с промывкой блока производится, если условия замены без промывки не выполняются, а именно — грязное или «кислое» масло, наличие в масле посторонних включений.



Станция сбора

Сложность замены компрессора в этих условиях определяется большой вероятностью попадания загрязненного масла (распределенного по всем элементам фреоновой магистрали) обратно в компрессор.

Поэтому необходимо выполнить работы по промывке элементов фреонового контура.

Сложность конфигурации фреоновой магистрали компрессорно-конденсаторного блока и необходимость тщательного удаления промывочной жидкости из него требуют специального оборудования, оснастки и владения специальными навыками.

Процедура промывки выглядит следующим образом.

1. Фреоновый контур разбирается на составные части:

- входная магистраль;
- теплообменник;
- выходная магистраль.

2. Производится промывка каждой отдельной части.

3. Производится удаление промывочной жидкости из каждой составной части.

4. Производится сборка составных частей.

В качестве промывочной жидкости могут быть использованы фреоны R-11, R-113 или четыреххлористый углерод.

Промывочная жидкость должна отвечать следующим условиям:

- хорошо растворять минеральное масло и продукты его разложения;
- не быть агрессивной и ядовитой;
- иметь температуру кипения при атмосферном давлении выше 25°C.

Собственно процедура промывки заключается в том, что через промываемое устройство направляется поток промывочной жидкости с помощью специальной промывочной станции или баллона с промывочной жидкостью под давлением азота. Степень промывки контролируется визуально, по прозрачности вытекающей промывочной жидкости.

После промывки остатки промывочной жидкости удаляются продувкой азотом и тщательным вакуумированием.

Основной недостаток такого способа — большая трудоемкость, вызванная необходимостью разбирать компрессорно-конденсаторный блок на составные части и удалять из них остатки промывочной жидкости.

Станция сбора и регенерации, которая может быть использована как промывочная станция, существенно упрощает процедуру промывки и снижает трудозатраты.

В качестве промывочной жидкости в этом случае может быть



Антикислотные фильтры на магистраль всасывания

использован фреон, на котором работал кондиционер.

Подготовка компрессорно-конденсаторного блока к промывке заключается в демонтаже компрессора, соединении трубопроводов всасывания и нагнетания, шунтировании расширительного устройства.

Дополнительно к станции необходимо иметь емкость для фреона с газовым и жидкостным кранами и комплект трубопроводов с запорной арматурой.

В промытый одним из перечисленных способов блок монтируется компрессор, и проводятся испытания блока на стенде.

Процедуру промывки можно упростить, если использовать антикислотные фильтры на магистрали всасывания. Учитывая, что компрессор перекачивает фреон в определенном направлении, можно ограничиться промывкой участка фреоновой магистрали от антикислотного фильтра до входа в компрессор, а остальную «грязь» собрать на антикислотный фильтр. Однако одного фильтра в этом случае недостаточно, требуется замена первого фильтра примерно через 2 часа работы кондиционера.

Значительные временные затраты, необходимые для выполнения должным образом всех перечисленных процедур, на деле оборачиваются реальной экономией денег, что, в свою очередь, работает на авторитет ремонтника, обеспечивая надежную и безотказную работу отремонтированного оборудования.

# ДРЕНАЖНЫЕ ПОМПЫ

Выбор конкретной модели помпы зависит от целого ряда факторов.

Важнейшие из них:

- тип и конструкция внутреннего блока кондиционера;
- расположение в помещении места для слива конденсата;
- конструкция стен и потолка помещения, в котором размещен кондиционер.

Для кассетных кондиционеров, которые имеют встроенную помпу, дополнительная помпа необходима лишь в небольшом количестве случаев, когда основная помпа не обеспечивает удаление конденсата из-за слишком большого расстояния или большой разности высот расположения кондиционера и места слива конденсата. Для него подойдет помпа любой конструкции и нужной производительности. Помпа может быть размещена в любом удобном месте за фальш-потолком.

Для канальных кондиционеров, внутренний блок которых размещается за фальш-потолком,

выбор и размещение помпы также не проблема.

Наиболее сложно подобрать и установить дренажную помпу на кондиционер, имеющий внутренний блок настенного или напольно-потолочного исполнения.

Дренажная помпа для таких блоков при достаточно высокой производительности должна:

- иметь небольшие габариты, позволяющие разместить ее в нише корпуса кондиционера или декоративном коробе;
- обеспечивать всасывание дренажной воды с уровня, лежащего ниже помпы;
- обеспечивать подъем и подачу дренажной воды на достаточную высоту и расстояние;
- иметь низкие шумовые характеристики.

При выборе конкретной модели помпы кроме этого следует также учитывать (рис. 1):

- сколько кондиционер производит конденсата;
- высоту всасывания (разницу высот дренажной ванны и места установки насоса) (А);

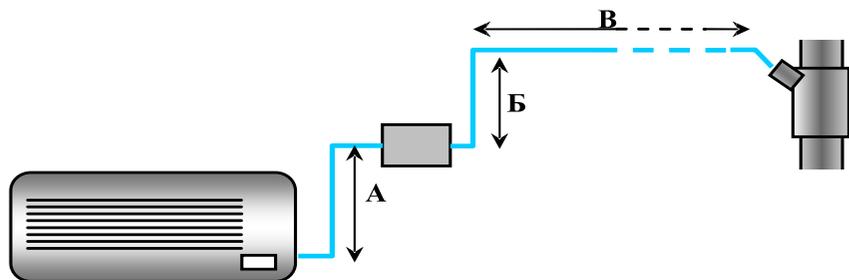


Рис. 1

– высоту вертикального участка нагнетательного трубопровода (Б);

– длину горизонтального участка нагнетательного трубопровода (В).

Количество конденсата, производимого кондиционером, зависит от холодопроизводительности кондиционера, температуры и влажности обрабатываемого воздуха.

Примерно количество конденсата составляет 0,5–0,8 л/час на 1 кВт холодопроизводительности.

Например, если холодопроизводительность кондиционера 3 кВт, то объем конденсата составляет примерно 1,5–2,4 л/час.

Производительность помпы должна быть не меньше количества конденсата производимого кондиционером. Производительность является одной из важнейших характеристик помпы и обязательно указывается в технической документации на помпу.

Чтобы определить области использования различных типов дренажных помп, проведем их классификацию.

В настоящее время дренажные помпы выпускают несколько фирм — производителей. Наиболее известными марками помп, представленные на российском рынке, являются «SAUERMANN», «Little Giant», «HYDRON» и менее известные «EDC», «SICCOM», «FRAVID».

Каждая из перечисленных фирм выпускает несколько вариантов дренажных помп различных по конструкции, производительности и способу установки.

Однако некоторые общие черты дренажных помп различных производителей позволяют разделить их на группы. Такое разделение позволяет определить предпочтительную область использования той или иной дренажной помпы.

Предлагается разделить дренажные помпы на 4 группы.

## 1. Встраиваемые помпы.

Это дренажные помпы, которые устанавливаются непосредственно внутрь дренажной ванны, на выходной патрубок или сливной дренажный шланг. Помпа выполнена в одном блоке, содержащем датчик уровня, устройство управления и насос. Насос помпы находится на уровне или ниже уровня воды и, следовательно, должен обеспечивать только подъем в нагнетательном трубопроводе. Область применения таких помп ограничена возможностью установки их внутрь кондиционера. Обычно это канальные кондиционеры, небольшие центральные кондиционеры и осушители воздуха. Выпускаются помпы производительностью от 5 до 170 л/час. Варианты установки встраиваемой помпы приведены на рисунке 2.

## 2. Раздельные помпы.

Эти помпы имеют небольшой накопительный резервуар с датчиком уровня. Конструкция резервуара такова, что он может устанавливаться как внутри дренажной ванны, так и на выходной дренажный патрубок или шланг. Блок управления и насос размещены в отдельном блоке, который соединяется с резервуаром коротким, обычно 1–2 м, гибким тру-

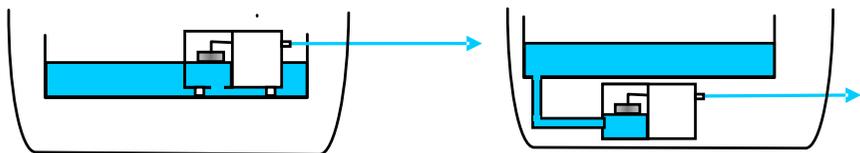


Рис. 2

бопроводом и проводом от датчика уровня, установленного в накопительном резервуаре. Такая раздельная конструкция помпы позволяет вынести наиболее крупногабаритные детали помпы за пределы внутреннего блока кондиционера. Блок управления и насос могут размещаться выше уровня воды в дренажной ванне, поэтому насос должен обеспечивать подъем (лифтинг) дренажной воды с уровня, лежащего ниже места установки насоса. Раздельные помпы по своей конструкции приспособлены для использования в кондиционерах с настенными и напольно-потолочными внутренними блоками небольшой мощности. Производительность раздельных помп составляет от 8 до 60 л/час. Варианты установки раздельной помпы приведены на рисунке 3.

**3. Наливные помпы.** Эти помпы, как правило, имеют достаточно большой накопительный резервуар, в который дренажная вода поступает самотеком, то есть наливается. Помпа выполнена в виде одного

блока, в который входит резервуар с датчиком уровня, устройство управления и водяной насос. Помпа размещается ниже дренажной ванны и имеет достаточно большие габариты. Производительность наливных помп составляет от 80 до 1500 л/час при подаче дренажной воды на высоту 3 м. Область применения наливных помп — холодильные системы, кондиционеры большой мощности или группа кондиционеров. Вариант установки наливной помпы изображен на рисунке 4.

**4. Особенностью перистальтических помп** является лифтинг дренажной воды на достаточно большую (до 15м) высоту. Такую особенность помпе обеспечивает специальный перистальтический насос. Производительность таких помп небольшая (до 10 литров). Перистальтические помпы отличаются способом управления. Наиболее простой способ — сигнал на включение компрессора кондиционера. Другой способ управления — сигнал термодатчика, установ-

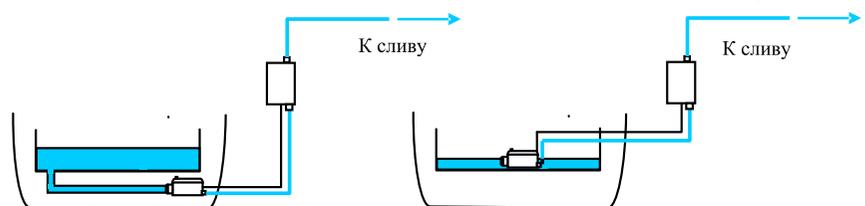


Рис. 3

ленного на испарителе кондиционера. Существует также некоторый симбиоз перистальтического насоса и накопительного резервуара от отдельного насоса с датчиком уровня. Область применения перистальтических помп — это холодильные системы небольшой производительности, для которых другие помпы не обеспечивают нужный подъем дренажной воды (рис. 5).

В таблице №1 приведены характеристики производительности для некоторых стандартных для каждой группы условий прокладки дренажной магистрали:

- высоты всасывания (А);
- высоты вертикального участка нагнетательного трубопровода (Б);
- длины горизонтального участка трубопровода (В).

Для удобства поиска помпы с нужными параметрами в каждой группе они расположены в порядке возрастания производительности.

**Пример выбора помпы.**

Рассмотрим конкретный пример выбора дренажной помпы для использования в кондиционере с настенным внутренним блоком мощностью 5 кВт по холоду. Количество конденсата, производимого кондиционером при работе в режиме «холод», равно  $0,8 \times 5 = 4$  л/час.

Предпочтительная группа

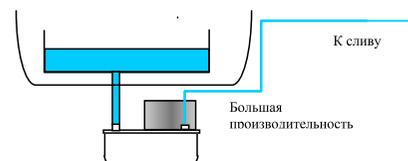


Рис. 4

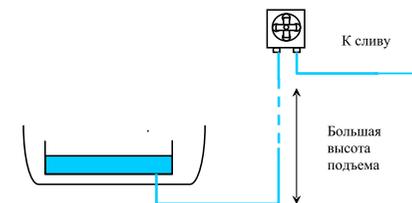


Рис. 5

помп для использования в таком кондиционере — раздельные помпы.

Для стандартных условий по производительности подходят любая из указанных в таблице №1 помп.

Предпочтение отдадим помпе, имеющей меньшие габариты и лучшие шумовые характеристики (в данном случае помпе фирмы SAUERMANN марки SI 3000).

В документации на помпу имеется таблица производительности дренажной помпы при использовании дренажных трубопроводов внутренним диаметром 6 мм (см. таблицу №2).

Определим по таблице область возможного использования дренажной помпы для отвода конденсата кондиционера мощностью 5 кВт.

Область таблицы, в которой помпа обеспечивает производительность выше требуемой, выделена зеленым цветом; пограничная зона, в которой производительность помпы равна количеству конденсата, выделена желтым цветом; запрещенная зона, в которой производительность помпы меньше требуемой — красным цветом.

Следующий шаг — определение конкретных условий прокладки дренажной магистрали

№	Фирма производитель	Марка	Производительность (л/час) при				Габариты (длина x ширина x высота)	Особенности
			А, м	Б, м	С, м	Пр-сть л/час		
<b>ВСТРАИВАЕМЫЕ ПОМПЫ</b>								
1	SICCOM	DE05DC	0	3	10	5	40x65x85	Устанавливается в дренажную ванну
2	SICCOM	DE05EC	0	3	10	5	40x65x85	Устанавливается на дренажный патрубок
3	FRAVID	MiniCompact	0	3	10	5	114x44x34	Устанавливается на дренажный патрубок
4	SICCOM	DE10DC	0	3	10	10	40x65x85	Устанавливается в дренажную ванну
5	SICCOM	DE10EC	0	3	10	10	40x65x85	Устанавливается на дренажный патрубок
6	SAUERMANN	SI 1650	0	3	10	17	159x84x100	Устанавливается в дренажную ванну
7	FRAVID	GDW -2N	0	3	10	35	130x80x115	Устанавливается на дренажный патрубок
8	FRAVID	GD -2N	0	3	10	35	130x80x115	Устанавливается в дренажную ванну
9	HYDRON	DP- 6	0	3	10	110	660x300x100	Устанавливается в дренажную ванну
10	HYDRON	DP- 30	0	3	10	170	660x300x100	Устанавливается в дренажную ванну
<b>РАЗДЕЛЬНЫЕ ПОМПЫ</b>								
1	SICCOM	DE05L	1	1	10	8	91x38x48	
2	SAUERMANN	SI 2750	1	1	10	9	75x38x60	Шум <32 дБА
3	SAUERMANN	SI 3000	1	1	10	9	75x38x60	Шум < 30 дБА
4	EDC	PCF3000.0	1	1	10	9	115x45x30	
5	LittleGiant	EC-400	1	1	10	10	110x35x45	
6	LittleGiant	EC-250	1	1	10	10	73x22x39,4	
7	FRAVID	MINI 180	1	1	10	11	75x55x34	
8	HYDRON	Tiny Tim	1	1	10	12	131x62x32	
9	SAUERMANN	SI 3020	1	1	10	18	75x38x60	Шум < 32 дБА
10	SAUERMANN	SI 1750	1	1	10	18	75x75x60	
11	EDC	Waterway	1	1	10	60	160x75x72	
<b>НАЛИВНЫЕ ПОМПЫ</b>								
1	EDC	BIE.256.1	-0,5	3	10	80	253x126x120	
2	EDC	BIE.256.2	-0,5	3	10	80	253x126x159	
3	FRAVID	KW-2N	-0,5	3	10	100	235x145x150	
4	HYDRON	KL 20	-0,5	3	10	140	260x135x130	
5	SAUERMANN	SI 1805	-0,5	3	-	150	195x130x122	
6	SAUERMANN	SI 1820	-0,5	3	-	150	195x130x170	
7	LittleGiant	WCC-20S	-0,5	3	10	250	300x127x125	
8	HYDRON	KT 15	-0,5	3	10	300	260x135x210	
9	HYDRON	PAB3	-0,5	3	10	450	232x150x240	
10	LittleGiant	WCL-24S	-0,5	3	10	850	305x150x263	
11	FRAVID	HKW-2N	-0,5	3	10	1240	300x150x265	
12	LittleGiant	WCL-45S	-0,5	3	10	1500	305x150x267	
<b>ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЕ ПОМПЫ</b>								
1	HYDRON	PLC	4	10	-	10	168x83x127	
2	LittleGiant	PCS-3	4	10	-	3	90x90x100	Управление от сигнала вкл. компрессора
3	LittleGiant	PCS-6	4	10	-	6	90x90x100	- "
4	LittleGiant	PCT-3	4	10	-	3	90x90x100	Управление от сигнала вкл. компрессора и термодатчика.
5	LittleGiant	PCT-6	4	10	-	6	90x90x100	- "
6	LittleGiant	PCR-3	4	10	-	3	90x90x100	Управление от датчика уровня выносного резервуара

Таблица №1

(А, Б и В). Если найден такой вариант прокладки, при котором мы попадаем в зеленую зону таблицы, то помпа выбрана правильно. Если мы попадаем в красную или желтую зону — необходимо выбрать помпу большей производительности и повторить указанные выше шаги для нее.

*Как правильно установить и подключить дренажную помпу?*

Существуют некоторые общие правила:

- резервуар помпы должен устанавливаться горизонтально и закрепляться в этом положении;

- дренажные трубопроводы должны быть выполнены из труб рекомендованного диаметра без петель и воздушных «мешков»;

- горизонтальные участки трубопроводов должны иметь уклон в направлении движения жидкости;

- электрические подключения должны быть выполнены проводом рекомендованного сечения

Таблица №2

А, м	Б, м	В, м			
		5	10	20	30
0	1	10	9	8	7
	2	9	8	7	6
	3	8	7	6	5,5
	4	7	6	5,5	5
	5	6	5,5	5	4,5
	6	5,5	5	4,5	4
1	1	10	9	8	7
	2	9	8	7	6
	3	7	6	5	5
	4	6	5	4	4
	5	4,5	4	3,5	3
	6	3	2,5	2	1,5
2	1	8	6	5	4
	2	7	5	4	3
	3	5	4	3	2
	4	4	3	2	1
	5	3	2	1	0,5
	6	2	1	0,5	0

чения в соответствии со штатной схемой;

- должен быть обеспечен отвод тепла от тепловыделяющих элементов помпы.

*Как избежать неприятностей при выходе помпы из строя?*

Самая большая неприятность при выходе помпы из строя — течь конденсата из работающего кондиционера.

*Как с этим бороться?*

Практически все дренажные помпы для кондиционеров оснащены трехуровневым датчиком уровня воды.

Первый уровень дает сигнал на отключение насоса помпы, значит вся вода из резервуара удалена.

Второй уровень дает сигнал на включение насоса помпы, то есть требуется удаление воды.

Третий уровень — аварийный — дает сигнал о том, что уровень воды превысил допустимый, возможна течь.

По этому сигналу необходимо остановить кондиционер.

Как правило, этот сигнал появляется в виде замыкания или размыкания контактной пары. Конкретная реализация аварийного отключения кондиционера по сигналу от дренажной помпы зависит от схемы управления кондиционером и разрабатывается для каждой модели индивидуально.

Использование правильно подобранной дренажной помпы позволит решить проблему удаления дренажной воды практически в любом, даже очень сложном случае.

# ВТОРАЯ ЖИЗНЬ

## ИСПОЛЬЗОВАННОГО БАЛЛОНА

Наверное, каждый сервисный центр по обслуживанию и ремонту кондиционерной техники сталкивался с ситуацией, когда в арсенале приборов и оборудования в какой-то момент того или иного не оказалось под рукой (увезли на объект, вышел из строя имеющийся в наличии и так далее). Конечно, на сегодняшний день не существует проблемы с приобретением оборудования для обслуживания кондиционеров, но не каждая фирма может позволить себе купить дорогостоящий прибор, тем более если на такой же уже раскошелились при

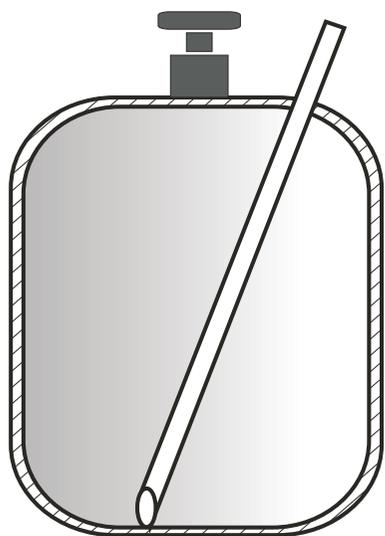


Схема расположения трубки в баллоне

создании сервисного центра, но находится он в данный момент где-нибудь на объекте. Вот и приходится нашему брату-сервиснику поработать по совместительству изобретателем.

Речь пойдет о том, как модернизировать стандартный баллон из-под фреона для дальнейшего использования его в качестве промывочной емкости или сосуда для эвакуации хладагента.

Итак, во-первых, нужно убедиться, что баллон пуст и не находится под давлением. Затем проделать отверстие под медную трубку (лучше всего подходит трубка диаметром 8–9 мм). Во избежание попадания стружки внутрь баллона, отверстие ни в коем случае не рассверливать, а пробить керном до нужного размера в предварительно нагретом месте (нагрев до красного состояния осуществляется для лучшего качества отверстия). Чтобы избежать повреждения места соединения штатного вентиля с баллоном во время нагрева и дальнейшей пайки, нужно обмотать это место мокрой тканью. В полученное отверстие вставить медную трубку, опустив ее до дна баллона. Отметить длину так, чтобы трубка выступала из баллона на 60–70 мм. Извлечь и отпилить трубку под углом 45 градусов, тщательно обработать спил (освободить от

стружки и заусенцев), снова вставить скошенным концом вниз, опустив до дна. Перед тем как производить все операции по пайке, баллон необходимо наполнить сухим азотом, вытеснив воздух. Это поможет избежать образования окалины и окислов внутри баллона. Пайку трубки с баллоном производить кислотным припоем. Далее припаять штуцер к трубке (предварительно извлечь из него клапан Шредера). Для проверки герметичности швов опрессовать давлением 20 bar. Место пайки трубки с баллоном зачистить и обработать краской. Затем баллон следует откачать вакуумным насосом через манометрический коллектор. Контроль наличия влаги осуществлять мановакуумметром с растянутой шкалой от 0 до 1000 mbar.

Баллон готов для дальнейшего применения в качестве промывочной емкости или сосуда для эвакуации хладагента.

После установки дополнительного штуцера баллон приобрел очень ценное качество: стала возможна его заправка (прежде, это было невозможно, поскольку вентиль баллона конструктивно выполнен как обратный клапан). Посмотрим, какие новые возможности перед нами это открывает.

*Емкость для расфасовки хладагента.*

В баллон можно расфасовать хладагент из больших емкостей. Процедура очень проста. Баллон вакуумируют. К штуцеру подключают шланг, соединенный с большей емкостью, установленной выше нашего балло-

на, так, чтобы в соединительный шланг поступал жидкий хладагент. Открывают кран, и процесс пошел. Для контроля заполнения баллона можно использовать весы. Заполнение будет происходить быстрее, если баллон термоизолировать. Для этого можно использовать картонную коробку, в которую обычно упаковывают баллоны фреона. Промежутки между баллоном и стенками коробки можно заполнить, например, пенопластовой крошкой, часто используемой для упаковки, а сверху баллон закрыть поролоновой крышкой подходящего размера с отверстиями для штуцера и крана.

*Внимание! В баллон нельзя заправлять больше хладагента, чем указано на нем.*

Баллон, из которого не полностью израсходован хладагент, можно дозаправить. Схема соединений остается той же. После выравнивания давления в емкости и баллоне, вентиль баллона на короткое время приоткрывается, давление в нем падает, и перетекание хладагента из емкости в баллон возобновляется.

*Аналог станции для эвакуации хладагента.*

Уже знакомый Вам баллон или несколько баллонов сослужат хорошую службу, если необходимо освободить холодильный агрегат от хладагента, а станции эвакуации нет. Выбрасывать весь хладагент в атмосферу нельзя по экологическим соображениям, да и экономически накладно. В зависимости от емкости системы готовят один или несколько откачиваемых

термоизолированных баллонов из расчета заполнения каждого баллона на 2/3. По возможности соединяют фреоновый контур так, чтобы исключить из него испаритель. Если сделать это невозможно, снижают до минимума теплоприток к нему. Принимают меры для отпирания терморегулирующего вентиля (ТРВ) (например, нагревают термобаллон имитируя большой перегрев) и электроклапанов, чтобы обеспечить поток хладагента к сервисному порту, к которому предполагается подключить баллон. Обычно он расположен в магистрали всасывания компрессора. Баллон, располагают как можно ниже, соединяют его штуцер сливным шлангом с сервисным портом и сливают хладагент из холодильной машины, как из обычной емкости. Таким образом, удастся эвакуировать до 90% хладагента.

Недостатками такой импровизированной станции можно считать следующие факторы:

- вместе с хладагентом в баллон может попасть масло, влага и

грязь, что не позволит использовать хладагент для повторной заправки;

- неполное удаление хладагента из контура.

С первым из перечисленных недостатков можно бороться, если на входе в баллон установить фильтр — осушитель и смотровое стекло с индикатором влажности, по которому можно контролировать годность фильтра осушителя. А исключить нежелательное попадание в холодильную машину вместе с хладагентом масла можно, если заправку производить парами хладагента через вентиль баллона. Оставшееся в баллоне масло можно разбавить промывочной жидкостью (R-11 или четыреххлористым углеродом) и удалить из баллона через вентиль, перевернув баллон вниз «головой» и продув через штуцер азотом. После вакуумирования баллон вновь готов к использованию.

Несмотря на недостатки такой способ эвакуации хладагента вполне оправдан с любой точки зрения.

*Аналог промывочной станции.*

Ремонтник холодильного оборудования — это почти всегда практик, на чужом или собственном опыте он неминуемо придет к выводу, что при сгорании двигателя герметичного компрессора холодильной машины или кондиционера процедура удаления горения и разложения масла из холодильного контура является абсолютно необходимой. Пренебрежение этим правилом неминуемо приводит к тому, что нового компрессора, установленного в холодильную машину, очень скоро ждет участь его предшественника. В литературе рекомендуют удалять нежелательные примеси из холодильного контура промывкой специальными промывочными фреонами, к числу которых относится R-11 и R-113. Особенность этих фреонов — достаточно высокая температура кипения при атмосферном давлении (+26°C для R-11 и +56°C для R-113), то есть в нормальных условиях это жидкости, и они являются хорошими растворителями минеральных масел и продуктов их разложения.

Качественную промывку невозможно сделать без специальной промывочной машины. В состав машины обычно входит емкость для чистой промывочной жидкости, емкость для использованной промывочной жидкости, насос и арматура для подключения к промываемому устройству.

В общем, агрегат достаточно сложный, громоздкий и дорогой. Заменить его можно все тем же,

хорошо уже знакомым баллоном. Для этого баллон вакуумируют, примерно на половину заполняют промывочной жидкостью и затем надувают сухим азотом до давления не более 20 бар. Дополнительно нужны шланги и прозрачная канистра.

Методика использования получившегося агрегата довольно проста.

1. С помощью шланга соединением вентиль баллона с входом промываемого устройства.

2. Шланг промываемого устройства, подключенный к выходу, опускаем в прозрачную канистру.

3. Переворачиваем баллон горловиной вниз и открываем кран.

4. Наблюдаем за цветом вытекающей в канистру жидкости. Как только она станет прозрачной, закрываем кран.

5. Для удаления остатков промывочной жидкости поворачиваем баллон горловиной вверх. Открываем кран и продуваем промываемое устройство азотом из баллона.

Таким образом, предлагаемое устройство не только проще и дешевле промывочной машины, но и обладает новым полезным свойством — позволяет удалить часть промывочной жидкости продувкой.

Если дополнить предлагаемое устройство хорошими шлангами, несколькими шаровыми кранами и комплектом переходников, оно позволит решить многие проблемы, возникающие при эксплуатации холодильного оборудования.



*Вакуумирование баллона вакуумным насосом через манометрический коллектор*





# ОГЛАВЛЕНИЕ

Классификация систем кондиционирования, вентиляции и отопления .....	2
Принципы работы холодильной машины .....	5
Информация по хладагентам .....	12
Особенности эксплуатации бытовых кондиционеров при отрицательных температурах .....	16
Техника безопасности при эксплуатации, монтаже и обслуживании холодильного оборудования .....	21
Оборудование, приборы и технические средства для сервиса холодильных систем .....	29
Операции пайки трубопроводов оборудования для кондиционирования воздуха .....	31
Рекомендации по расчету и установке сплит-систем .....	36
Неисправности оборудования и способы их устранения .....	44
Замена компрессора .....	76
Дренажные помпы .....	82
Вторая жизнь использованного баллона .....	88

## «МИР КЛИМАТА – МОНТАЖНИКУ»

Спецвыпуск, июль 2002 года.

*Учредитель:*

**Ассоциация Предприятий Индустрии Климата**

*Главный редактор:*

**Кузин Д.Л.**

*Компьютерный дизайн и верстка:*

**PR-группа АПИК**

*Отпечатано:*

**ООО «Вся Полиграфия».**

Издание зарегистрировано в Госкомпечати РФ.

Регистрационное свидетельство: ПИ № 77–12033 от 15.03.2002 г.

Подписано в печать 7.08.2002 г.

Печать офсетная.

Тираж — 1 000 экз.

**Издание бесплатное.**

Редакция выражает признательность за предоставленные материалы компаниям «Даичи» и «Сиеста». Особая благодарность компании «Евроклимат» и лично М. Бейзману.

**Адрес редакции:**

107078 Россия, г. Москва,

ул. Б.Спасская, д. 4, офис 5-002.

тел./ факс 280 79 65

тел. 929 61 70

E-mail: [info@apic.ru](mailto:info@apic.ru)