



РУКОВОДСТВО

ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ

ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



БИШКЕК 2014

РУКОВОДСТВО

ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ

ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПРЕДИСЛОВИЕ	2
ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	2
ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ ОЗОНА	3
РАЗРУШЕНИЕ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНА	3
РЕГУЛИРОВАНИЕ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ	4
УЧАСТИЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ДОГОВОРАХ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОЗОНОВОГО СЛОЯ	4

Настоящая публикация подготовлена республиканским общественным объединением (РОО) «Экохолод» при поддержке Озонового центра Кыргызстана для обучения механиков холодильного оборудования претендующих на получение сертификата согласно требованиям технического регламента "Требования к безопасности при эксплуатации холодильного оборудования". В издании рассматриваются следующие вопросы: озонового слоя и Монреальского протокола, теоретические основы холодильной техники и рециркуляции хладагентов, техника безопасности при обращении с хладагентами и технологии соединения трубок в холодильном контуре. Приводятся сравнительные таблицы по соотношению между единицами мощности

(холодопроизводительности), соотношение между единицами (градусами) различных температурных шкал, соотношение между единицами давления, используемыми в холодильной технике.

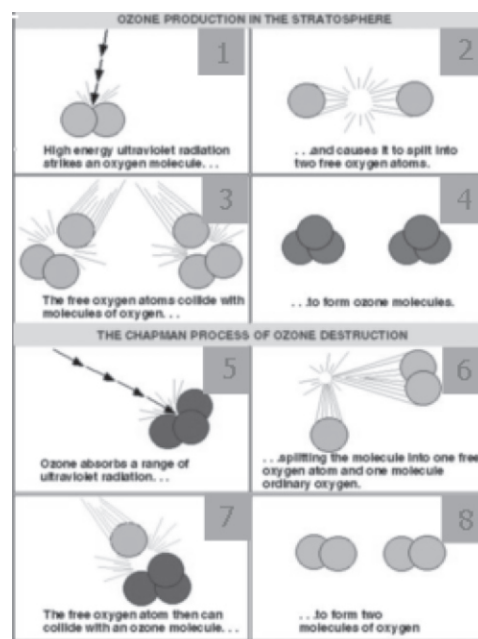
Эта книга рекомендуется в качестве учебного пособия тем, кто проходит обучение с целью получения сертификата для осуществления производственной деятельности, связанной с нарушением герметичности холодильного контура в климатической и холодильной технике. Кроме того, она может быть использована в учебном процессе профессиональных лицеев, колледжей и других учебных заведений при подготовке механиков по ремонту и обслуживанию холодильной техники.

ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Озон - один из газов, которые естественным образом присутствуют в атмосфере. Молекула озона состоит из трех атомов кислорода, ее химическая формула O_3 . Озон присутствует главным образом в двух зонах атмосферы. Около 10% атмосферного озона содержится в тропосфере, то есть, в зоне, прилегающей к земной поверхности (от поверхности до высоты 10-16 км). Остальной озон (примерно 90%) находится в стратосфере, то есть, в слое от верха тропосферы примерно до высоты 50 км. Область повышенной плотности озона в стратосфере часто называют «озоновым слоем».

Озон образуется в атмосфере в результате многоступенчатых химических процессов, требующих солнечного света. В стратосфере эти процессы начинаются с расщепления молекулы кислорода (O_2) под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца. В нижних слоях атмосферы (в тропосфере) озон образуется в результате других химических реакций с участием как природных газов, так и газов из источников загрязнения окружающей среды.

Содержащийся в стратосфере озон поглощает значительную часть биологически вредоносного ультрафиолетового излучения. Стратосферный озон считается «полезным» озоном именно потому, что он играет такую благотворную роль. В то же время, озон, образующийся в приповерхностных слоях



атмосферы выше естественных уровней, считается «вредным» озоном, поскольку он вредоносен для человека, растений и животных. Природный озон в приповерхностных и нижних слоях атмосферы играет важную положительную роль, химически удаляя загрязнители из атмосферы.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Производство и потребление озоноразрушающих веществ в настоящее время регулируется международным соглашением от 1987 года, известным как Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, а также последующими поправками и коррективами к нему.

Этот Протокол, в настоящее время ратифицированный всеми 198 странами-членами Организации Объединенных Наций, устанавливает юридически обязательный режим регулирования национального производства и потребления озоноразрушающих веществ (ОРВ). До середины XXI века все развитые и развивающиеся страны практически завершат процесс поэтапного отказа от

производства и потребления всех основных ОРВ.

Благодаря Монреальскому протоколу общее избыточное количество озоноразрушающих веществ (ОРВ) в атмосфере сокращается уже более десятилетия. Если страны мира будут и впредь соблюдать положения Монреальского протокола, то такое сокращение будет продолжаться в течение всего XXI века. Те газы, содержание которых в настоящее время повышается, включая галон-1301 и ГХФУ-22, в случае продолжения соблюдения Протокола в предстоящие десятилетия начнут сокращаться. Только в середине столетия избыточное содержание ОРВ сократится до уровней, существовавших в начале 1980-х годов, до того, как была обнаружена озоновая дыра в Антарктике.

УЧАСТИЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ДОГОВОРАХ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОЗОнового СЛОЯ

Кыргызская Республика в 2000 году ратифицировала Венскую Конвенцию об охране озонового слоя от 22 марта 1985 года (далее – Венская конвенция) и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, от 16 сентября 1987 года. Кыргызстан присоединилась ко всем поправкам Монреальского протокола (Лондонской, Копенгагенской, Монреальской поправкам в 2003 году, к Пекинской поправке – в 2005 году).

В рамках Монреальского протокола Кыргызская Республика имеет статус развивающейся страны, действующей согласно пункту 1 статьи 5 Монреальского протокола.

Кыргызстан и Монреальский протокол	
Соглашение	Присоединение
Венская конвенция	2000 г.
Монреальский протокол	2000 г.
Лондонская поправка	2003 г.
Копенгагенская поправка	2003 г.
Монреальская поправка	2003 г.
Пекинская поправка	2005 г.

Статья 5 Монреальского протокола «Особое положение развивающихся стран».

Для удовлетворения своих основных внутренних потребностей любая Страна, являющаяся развивающейся страной, чей ежегодный расчетный уровень потребления регулируемых веществ составляет менее 0,3 килограмма на душу населения на дату вступления в силу Протокола для нее или в любой момент после этого в течение десяти лет после даты вступления в силу Протокола, имеет право отсрочить начало соблюдения ею мер регулирования согласно пунктам 1-4 статьи 2 на десять лет после срока, указанного в этих пунктах. Однако, такая Страна не превышает ежегодный расчетный уровень потребления в объеме 0,3 килограмма на душу населения. Любой такой Стране предоставляется право использовать либо расчетный среднегодовой уровень ее потребления за период с 1995 по 1997 год включительно, либо расчетный уровень потребления в объеме 0,3 килограмма на душу населения в зависимости от того, что ниже, в качестве базы для соблюдения мер регулирования.

С целью оказания содействия процессу сокращения потребления озоноразрушающих веществ (далее – ОРВ) в развивающихся странах Монреальский протокол содержит специальные положения,

обеспечивающие плавный график их сокращения.

После присоединения к Венской конвенции и Монреальскому протоколу Кыргызская Республика взяла на себя обязательства по поэтапному сокращению, и в дальнейшем, полному прекращению использования ОРВ. Киргизии предоставлен доступ к Многостороннему Фонду, учрежденному в целях оказания финансовой и технической помощи развивающимся странам в реализации мер регулирования, установленных Монреальским протоколом и предоставлена отсрочка на десять лет по сокращению потребления ОРВ.

Закон Кыргызской Республики об охране атмосферного воздуха (с изменениями и дополнениями по состоянию на 09.08.2005г.) Принят Законодательным Собранием ЖК КР 13 мая 1999 г.

Статья 34. Меры по предотвращению вредного воздействия на озоновый слой Юридические лица, ремонтирующие и (или) использующие холодильную технику, кондиционеры, средства пожаротушения и другую продукцию, содержащую озоноразрушающие вещества, обязаны обеспечивать их учет и выполнение

мероприятий по предотвращению вредного воздействия на атмосферу.
Ввоз, производство и применение продукции, содержащей озоноразрушающие вещества, разрешаются после согласования со специально уполномоченными государственными органами по охране окружающей среды.

Статья 35. Меры по предотвращению вредного воздействия на климат
Юридические лица обязаны вести учет выбросов парниковых газов и принимать меры, направленные на экономию тепловой и электрической энергии, топливно-энергетических ресурсов, снижение выбросов парниковых газов, использование возобновляемых, экологически чистых источников получения тепловой и электрической энергии.

Статья 41. Обязанности юридических лиц по государственному учету вредных воздействий на атмосферный воздух
Все юридические лица, деятельность которых связана с загрязнением, вредным физическим воздействием на атмосферный воздух и потреблением озоноразрушающих веществ, обязаны вести первичный учет вредных воздействий на атмосферный воздух и представлять соответствующую статистическую отчетность в установленном порядке.
Юридические и физические лица - владельцы объекта-загрязнителя, обязаны в установленном порядке разрабатывать и вести экологический паспорт предприятия.

Кодекс об административной ответственности Кыргызской Республики (с изменениями и дополнениями по состоянию на 08.05.2012 г.)
Введен в действие с 1 октября 1998 года

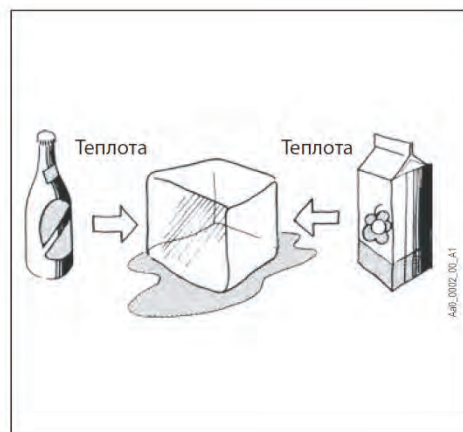
Законом КР от 4 августа 1998 года № 115
Статья 181-1. Невыполнение мероприятий, направленных на сокращение использования химических веществ, вредно воздействующих на окружающую среду и состояние озонового слоя атмосферы, по спискам Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой, Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Роттердамской конвенции о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле.
Невыполнение мероприятий, направленных на сокращение использования химических веществ, вредно воздействующих на окружающую среду и состояние озонового слоя атмосферы, по спискам Монреальского протокола от 16 сентября 1987 года по веществам, разрушающим озоновый слой, Базельской конвенции от 22 марта 1989 года о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Роттердамской конвенции от 10 сентября 1998 года о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле влечет наложение административного штрафа на граждан - от десяти до пятнадцати, на должностных лиц - от тридцати до пятидесяти, на юридических лиц - от ста до двухсот расчетных показателей.
Те же действия, совершенные повторно в течение одного года после применения административного взыскания, влекут наложение административного штрафа на граждан - от пятнадцати до двадцати, на должностных лиц - от пятидесяти до ста, на юридических лиц - от двухсот до пятисот расчетных показателей.

1. Введение	7
2. Основные термины и определения	8
2.1 Система единиц СИ	8
2.2 Давление	8
2.3 Теплота	9
2.4 Фазовые изменения вещества	10
2.6 Перегрев	10
2.7 Конденсация	11
2.8 Диаграмма «температура-энтальпия»	12
2.9 Диаграмма «давление-энтальпия»	12
3. Холодильный контур	13
3.1 Испаритель	13
3.2 Компрессор	13
3.3 Принцип работы компрессора	13
3.4 Конденсатор	14
3.5 Процесс расширения	14
3.6 Стороны высокого и низкого давления холодильной установки	14
4. Процесс охлаждения. Диаграмма «давление-энтальпия»	15
5. Хладагенты	16
5.1 Общие требования	16
5.2 Фторсодержащие хладагенты	16
5.3 Аммиак NH ₃	16
5.4 Вторичные хладагенты	16
6. Основные компоненты холодильной установки	17
6.1 Компрессор	17
6.2 Конденсатор	17
6.3 Расширительный вентиль	19
6.4 Испарительные системы	20
7. Схема холодильной установки	21

1. Введение

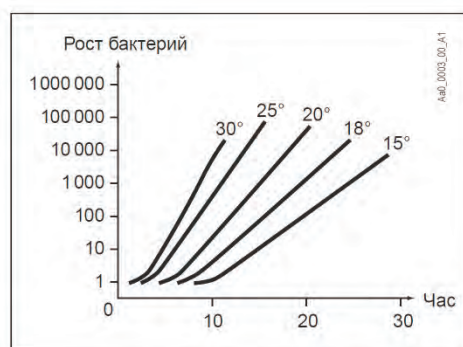
Задача холодильной установки — охладить продукты или материалы до температуры, которая ниже температуры окружающего воздуха, и поддерживать ее на этом уровне. Охлаждение, таким образом, можно определить как процесс отвода теплоты.

Самыми старыми и хорошо известными холодильными агентами являются лед, вода и воздух. С древнейших времен единственной целью охлаждения было сохранить пищу. Китайцы были первыми людьми, которые обнаружили, что лед продлевает срок хранения напитков и улучшает их вкус, а эскимосы столетиями консервировали пищу, замораживая ее.



В начале 18-го века широко были известны такие понятия, как бактерии, грибки, плесень, ферменты и т.п. Было обнаружено, что рост числа микроорганизмов зависит от температуры, т.е. он падает с понижением температуры и становится незначительным при температуре ниже $+10^{\circ}\text{C}$.

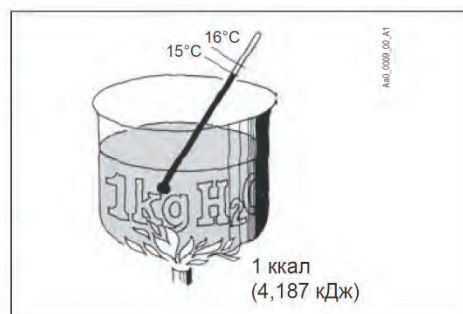
В результате этого знания для сохранения пищи стали применять охлаждение и для этой цели стали использовать естественный лед.



Первые механические холодильные установки для производства льда появились в 1860 году. В 1880 году в США были созданы первые аммиачные компрессоры и теплоизолированные склады-холодильники.

В начале прошлого столетия начало играть большую роль электричество, и механические холодильные установки стали применяться во многих отраслях хозяйства, например, при изготовлении напитков, на скотобойнях, в рыбной промышленности, при производстве льда и т.д.

После Второй мировой войны широкое развитие получили небольшие герметичные компрессоры, и в домах стали появляться хо-

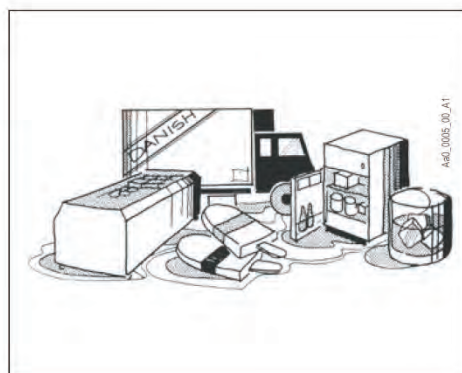


лодильники и морозильники. Сегодня к этим приборам относятся, как к естественной необходимости.

В настоящее время холодильные установки имеют бесчисленное множество применений, например:

- хранение продуктов,
- охлаждение по ходу технологического процесса,
- кондиционирование воздуха,
- осушительные установки,
- производство пресной воды,
- охлаждаемые контейнеры,
- тепловые насосы,
- производство льда,
- сублимационная сушка и т.д.

Фактически, нашу жизнь трудно представить без охлаждения и замораживания — они влияют на нее гораздо больше, чем думает большинство людей.



2. Основные термины и определения

2.1 Система единиц СИ

На международном уровне достигнуто соглашение об использовании системы единиц СИ (Международная система единиц), которая заменила метрическую систему единиц.

Чтобы эта система полностью внедрилась в холодильную промышленность, потребуется некоторое время, но поскольку многие промышленно развитые страны разрабатывают стандарты для холодильного оборудования и соответствующее законодательство, они все должны привыкнуть к повседневному использованию этой системы единиц.

Чтобы облегчить переход от метрической системы единиц к системе СИ, компания Данфосс использует метрическую систему и в скобках указывает значение данных величин в системе СИ. Этот метод используется в тексте всей книги.

Наименование	Метрическая система	Система единиц СИ
Температура	°C	K, °C
Сила	килограмм силы (кГ)	Ньютон (Н)
Давление	ат, атм, ата, ато, мм рт. ст.	Паскаль (Па) бар
Работа и энергия	кГ·м ккал	Джоуль (Дж)
Мощность	л. с. ккал/ч	Ватт (Вт)
Энтальпия	ккал/кг	Дж/кг

2.2 Давление

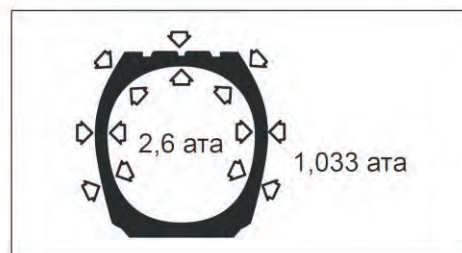
Результат действия силы на поверхность зависит от площади этой поверхности. В качестве очевидного примера можно привести человека, стоящего на лыжах и не проваливающегося глубоко. Это происходит потому, что лыжи распределяют вес человека на большую площадь и его вес на единицу площади снежной поверхности становится незначительным.

Давление определяется как отношение силы к площади поверхности, на которую действует эта сила. Давление измеряется в различных единицах в зависимости от цели измерения. В метрической системе наиболее часто употребляется единица давления Г/см² (кГ/см²). В сокращенном виде она обозначается как ат (at) и означает одну техническую атмосферу.



Давление воздуха при нормальных условиях составляет 1,033 кГ/см² и означает одну физическую атмосферу, в сокращенном виде атм (atm). В зависимости от того, что принимается за нулевую точку, получаются различные единицы давления. Если за нулевую точку принят абсолютный вакуум, единицы давления обозначаются как ата (ata), где «а» означает абсолютное давление.

Эти единицы наиболее часто используются в холодильной технике. На манометрах обычно ставится единица измерения атм ман. (ato) — манометрическое давление. Здесь отсчитывается избыточное давление и за нулевую точку берется физическая атмосфера (1 атм, или 1,033 ата).

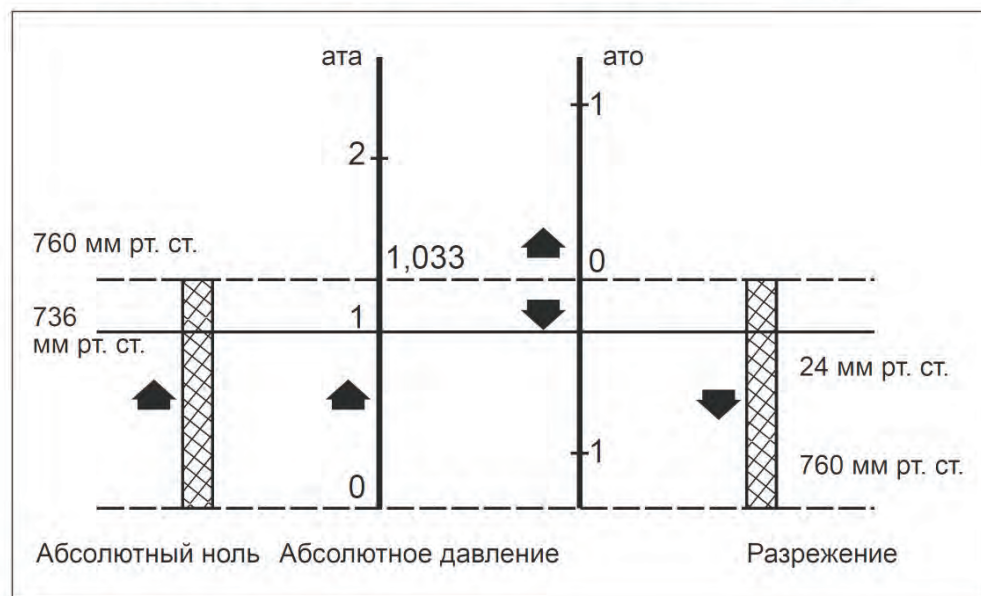


Другой, часто встречающейся единицей измерения давления, является мм ртутного столба, сокращенно мм рт. ст. (mm Hg). Давление воздуха при нормальных условиях равно 760 мм рт. ст. и соответствует 1 атм или 1,033 ата.

Наконец, для измерения давления в гидравлических контурах часто используется единица «метр водного столба», сокращенно м вод. ст. (m wg). 10 м вод. ст. соответствуют 1 ата; 10,33 м вод. ст. соответствуют 1 атм.

Единицей измерения давления в системе СИ служит Ньютон/м², также называемый Паскаль (Па). Поскольку эта единица представляет

очень небольшое давление по сравнению с теми, которые используются, например, в холодильной технике, вместо нее употребляется единица давления 1 бар = 10⁵ Па. Так удачно сложилось, что 1 ат = 0,9807 бар ≈ 1 бар. Поэтому на практике для измерения давлений стало возможным использовать обе этих системы: международную и метрическую.



2.3 Теплота

Теплота — это одна из форм существования энергии, которую нельзя наблюдать. Заметно только ее влияние на вещество и измерением степени этого влияния можно определить количество теплоты.

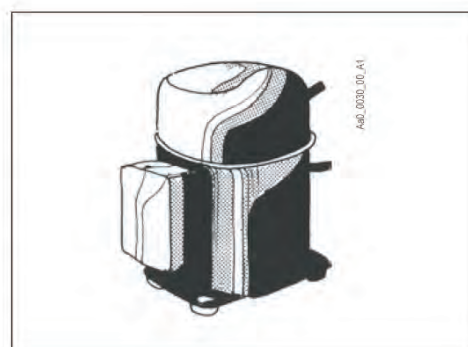
Единицей измерения количества теплоты в метрической системе единиц служит калория (кал), которая определяется как количество теплоты, необходимое для увеличения температуры 1 г воды от 15 до 16°C. В холодильной технике обычно используют килокалорию (ккал), которая равна 1000 калорий.

В системе СИ все виды работы, включая теплоту и энергию, измеряются в Джоулях (Дж). Перевод из метрической системы в систему СИ показывает, что:

$$1 \text{ кал} = 4,187 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ ккал} = 4,187 \text{ кДж}.$$

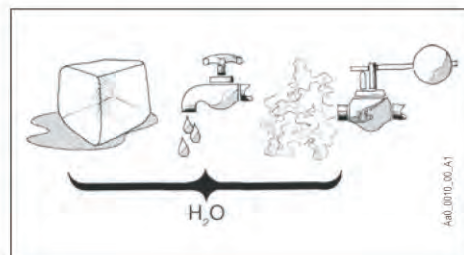
Для увеличения температуры различных веществ на 1°C необходимо различное ко-



личество теплоты: для 1 кг железа требуется 0,114 ккал, а для 1 кг воздуха — 0,24 ккал. Количество теплоты, необходимое для увеличения температуры 1 кг вещества на 1°C, называется теплоемкостью вещества. Теплоемкость различных веществ определяется по таблицам и измеряется в ккал/(кг·K) или кДж/(кг·K).

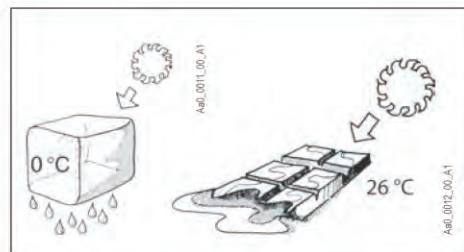
2.4 Фазовые изменения вещества

Каждое вещество может существовать в трех различных формах: твердой, жидкой и газообразной. Наиболее типичным примером этого является вода — в твердой форме она представляет собой лед, в жидкой форме она лежит вокруг нас, а в газообразной форме это пар. Общим для всех этих форм является то, что молекулы воды остаются неизменными, т.е. вода, лед и пар имеют одну и ту же молекулярную формулу, H_2O .



По температуре и давлению вещества можно определить, в какой форме оно находится: в твердой, жидкой или газообразной. Температура, при которой твердое вещество превращается в жидкость, называется точкой плавления. При плавлении вещества его температура не изменяется; вся теплота, подведенная к веществу, идет на превращение вещества из твердого тела в жидкость. Только когда вещество расплавится, дальнейший подвод теплоты приведет к росту его температуры. Различные вещества имеют разные точки плавления. Шоколад, например, плавится при температуре $26^{\circ}C$.

Рассмотрим в качестве примера ледник при начальной температуре $-10^{\circ}C$. Получая тепло от окружающей среды и внесенных в нее продуктов, лед в леднике быстро на-

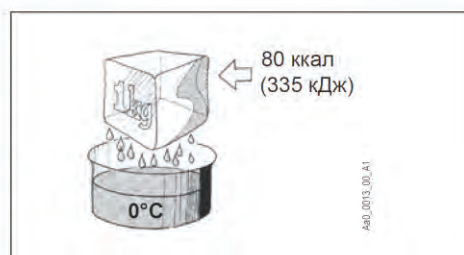


греется до $0^{\circ}C$. Затем лед начнет плавиться, и в течение всего времени его плавления температура льда будет постоянной и равной $0^{\circ}C$. Если в ледник не добавлять свежий лед, плавление постепенно закончится и на дне ледника начнет собираться вода. Температура воздуха в леднике поднимется и достигнет температуры окружающей среды.

Количество теплоты, которое необходимо для плавления вещества, называется теплотой плавления. Она определяется как количество теплоты, необходимое для расплавления 1 кг вещества, которое предварительно подогрето до точки плавления. Если рассматривать воду в качестве примера, то теплота плавления льда составит 80 ккал (335 кДж).

Понимание процессов, которые происходят при фазовых превращениях, крайне важно, поскольку:

- фазовые превращения происходят при постоянной температуре,
- фазовые превращения требуют подвода сравнительно большого количества теплоты на 1 кг вещества.

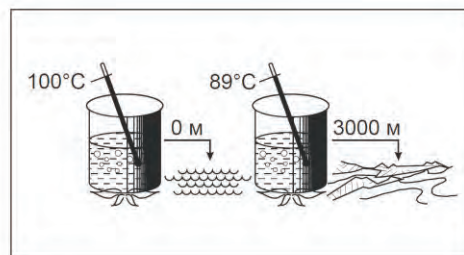


2.5 Теплота испарения

Поскольку поведение воды легко наблюдать и поскольку она ведет себя так же, как большинство хладагентов, возьмем ее в качестве примера.

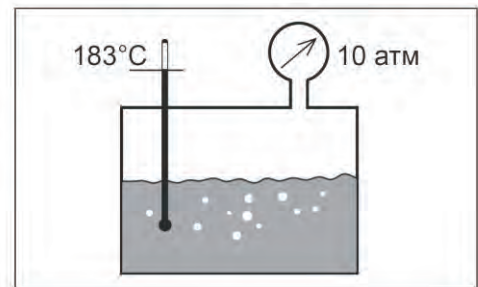
При нагревании воды ее температура плавно растет, пока вода не начнет кипеть. Точка, или температура кипения воды зависит от давления, при котором находится вода. В открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении на уровне моря, равном 760 мм рт. ст., вода кипит при температуре $100^{\circ}C$.

Если давление опустится ниже атмосферного, температура кипения станет мень-



ше $100^{\circ}C$. Например, при давлении 531 мм рт. ст. (что эквивалентно высоте 3000 м над уровнем моря) температура кипения воды равна $89^{\circ}C$.

В закрытых сосудах температура кипения определяется давлением пара. Если давление пара выше 760 мм рт. ст., точка кипения будет больше 100°C. Например, при давлении на 1 ат выше атмосферного точка кипения воды равна 120°C, а при давлении на 10 ат выше атмосферного точка кипения равна 183°C. Этот принцип повышения температуры кипения при повышении давления используется в скороварках.



Вода при температуре кипения называется насыщенной жидкостью и, соответственно, температура кипения воды называется температурой насыщения. При разных давлениях вода имеет свою температуру кипения, или насыщения, значения которых приведены в таблице.

Давление, ата	Температура, °C
0,2	60
0,4	75
0,6	86
0,8	93
1,0	99

Давление, ата	Температура, °C
2,0	120
4,0	143
6,0	158
8,0	170
10,0	179

Количество теплоты, которое необходимо для кипения вещества, называется теплотой испарения. При атмосферном давлении (760 мм рт. ст.) количество теплоты, которое необходимо для превращения 1 кг воды при температуре 100°C в пар с температурой 100°C, равно 530 ккал (2260 кДж). В этом случае образуется 1 кг сухого насыщенного пара. Если будет подведено меньшее количество тепла, только часть жидкости превратится в пар, и в результате получится смесь, состоящая из насыщенной жидкости и насыщенного пара.

Теплота испарения также называется скрытой теплотой испарения или парообразования, т.е. теплотой, которая может быть подведена к веществу без изменения его температуры. В противоположность ей теплоту, которую подводят или отводят от вещества, когда его температура лежит выше или ниже точки кипения или плавления, называют «сухой» теплотой, или энтальпией.

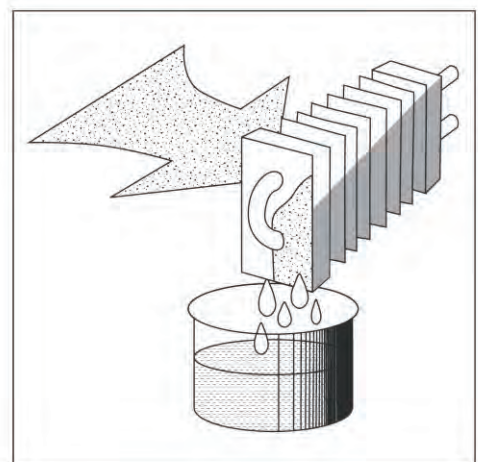
2.6 Перегрев

При подводе теплоты к насыщенному пару мы получим перегретый пар, этот процесс мы будем называть перегревом. Поскольку фазовый переход уже произошел, подводимая теплота будет сухой теплотой, а температура пара в процессе подвода тепла

будет повышаться. При переходе вещества от жидкой фазы к газообразной его теплоемкость изменяется. Например, чтобы нагреть 1 кг пара на 1°C требуется только 0,45 ккал (1,9 кДж), а чтобы нагреть 1 кг воды на ту же температуру требуется 1 ккал (4,187 кДж).

2.7 Конденсация

Конденсацией называется процесс перехода пара в жидкость, т.е. процесс, обратный превращению жидкости в пар. Вместо того, чтобы подвести к жидкости некоторое количество теплоты, в этом случае то же количество теплоты необходимо отвести от пара. Температура, при которой происходит конденсация, также зависит от давления.



2.8 Диаграмма «температура-энтальпия»

Характеристики вещества можно изобразить в виде графика зависимости его температуры от энтальпии, где абсциссой является энтальпия, а ординатой — температура. Энтальпию часто называют теплосодержанием среды, т.е. суммой энергии, подведенной к среде. Для простоты, в качестве среды рассмотрим воду при атмосферном давлении.

Диаграмма начинается при температуре воды 0°C , где энтальпия воды также равна 0 ккал/кг. Подвод сухой теплоты заставляет воду дойти до точки фазового перехода B , лежащей на линии $A-B$ (до температуры кипения воды). Разность между точками A и B соответствует повышению температуры воды от 0 до 100°C . Как было сказано ранее, на повышение температуры воды на каждый градус необходимо 1 ккал ($4,187$ кДж) тепла, т.е. общее количество подводимого к воде тепла должно составлять 100 ккал. Таким образом, теплосодержание (энтальпия) воды должно быть равно 100 ккал/кг ($418,7$ Дж/кг).

Линия $B-C$ соответствует скрытой теплоте парообразования (теплоте испарения), которая необходима для перевода 1 кг воды (от точки B) в сухой насыщенный пар (в точку C). Теплота испарения воды при атмосферном давлении составляет, как было отмечено ранее, 539 ккал/кг, а энтальпия воды в точке C должна быть равна сумме теплоты, подведенной к воде, т.е. $100+539=639$ ккал/кг. Важно

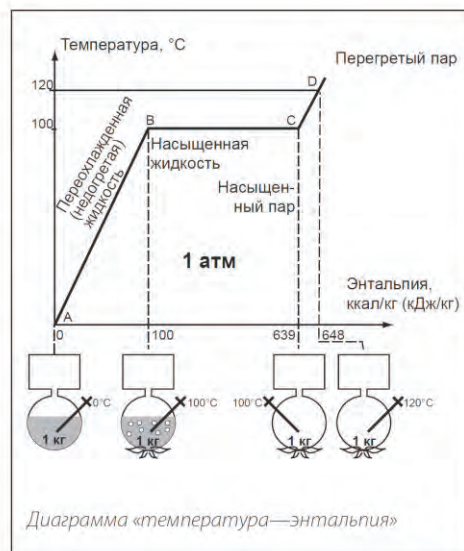


Диаграмма «температура—энтальпия»

помнить что при переходе от точки B к точке C температура воды не изменяется.

Линия $C-D$ показывает влияние подвода сухой теплоты на температуру пара, т.е. перегрев пара. Удельная теплоемкость пара равна $0,45$ ккал/кг ($1,88$ кДж/кг). В данном примере температура пара поднялась на 20°C , для чего потребовалось $20 \cdot 0,45=9$ ккал/кг теплоты. Энтальпия, определяемая как сумма подведенной к воде теплоты, в этом случае будет равна $639+9=648$ ккал/кг.

2.9 Диаграмма «давление-энтальпия»

Как было показано ранее, связь между температурой и энтальпией зависит от давления, и в разделе 2.8 в качестве примера приведен график «температура—энтальпия» для воды при давлении 1 атм. Однако, для того, чтобы получить полную зависимость температуры от энтальпии, необходимо построить графики для всех возможных давлений. Поскольку это явно непрактично, более удобно использовать диаграмму зависимости давления от энтальпии. Диаграмма показана на рисунке внизу. В качестве ординаты, как правило, в виде логарифмической шкалы, выбрано давление. В холодильной технике работают с разными давлениями и температурами, и данная диаграмма предлагает практический способ определения изменения энергии в процессах теплообмена, происходящих в холодильных установках.



Диаграмма «температура – энтальпия»

3. Холодильный контур

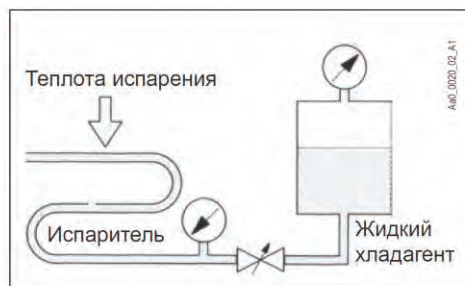
Физические термины, использованные ниже для описания процессов охлаждения, связаны с вышеупомянутыми примерами, хотя в практических целях вода в качестве холодоносителя (хладагента) не используется.

На рисунке внизу приведена схема простого холодильного контура. Далее приведены описания его отдельных компонентов.

3.1 Испаритель

При кипении жидкий хладагент поглощает тепло, т.е. процесс охлаждения связан с фазовым переходом жидкости в пар. Если хладагент, находящийся при той же температуре, что и окружающий воздух, выходит через шланг наружу в окружающее пространство с атмосферным давлением, тепло будет отбираться у воздуха и кипение будет происходить при температуре, соответствующей атмосферному давлению.

Если давление на выходе из шланга (атмосферное давление) изменится, изменится и температура кипения хладагента, поскольку температура кипения зависит от давления.



Агрегат, в котором происходит кипение хладагента, называется испарителем; его задача — отбирать тепло у окружающей среды, т.е. осуществлять охлаждение.

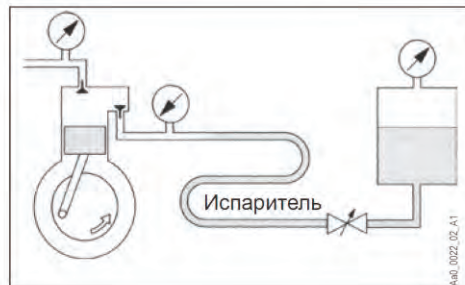
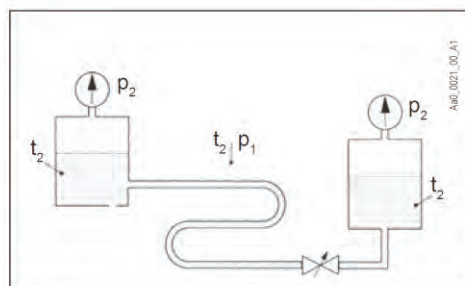
3.2 Компрессор

Подразумевается, что процесс охлаждения происходит в замкнутом пространстве (в холодильном контуре). Хладагент не должен выходить на открытый воздух.

Если хладагент из испарителя поступает в бак, давление в баке начнет расти, пока не сравняется с давлением в испарителе. Таким образом, расход хладагента будет уменьшаться, а температура как в баке, так и в испарителе начнет постепенно приближаться к температуре окружающего воздуха.

Для того, чтобы поддерживать низкое давление и соответствующую ему низкую температуру хладагента в испарителе, из последнего необходимо постоянно удалять пар. Это делается с помощью компрессора, который всасывает пар, выходящий из испарителя. Другими словами, компрессор можно сравнить с насосом, который перемещает пар в холодильном контуре.

В замкнутом контуре господствует принцип равновесия. Если компрессор будет всасывать газ быстрее, чем он образуется в испарителе, давление, и вместе с ним температура в испарителе будут падать. Наоборот, если



тепловая нагрузка на испаритель возрастет и хладагент будет испаряться быстрее, давление, а вместе с ним температура в испарителе будут расти.

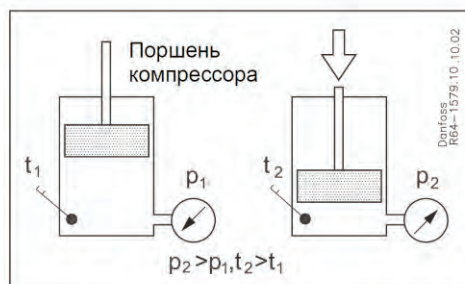
3.3 Принцип работы компрессора

Хладагент покидает испаритель в виде насыщенного или слабо перегретого пара и поступает в компрессор, где сжимается. Процесс сжатия осуществляется так же, как в бензиновом двигателе, т.е. при помощи поршня.

Компрессор потребляет энергию и производит работу. Эта работа передается парам хладагента; она называется работой сжатия.

Благодаря работе сжатия пар выходит из компрессора при другом давлении, а дополнительная энергия идет на перегрев пара.

Работа сжатия зависит от давления и температуры хладагента в системе. Конечно, при сжатии 1 кг пара при давлении 10 ат (бар)

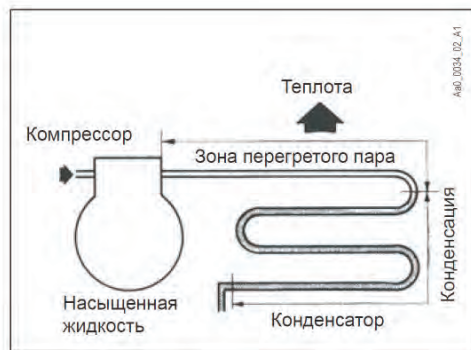


требуется совершить большую работу, чем при сжатии того же количества пара при 5 ат (бар).

3.4 Конденсатор

Хладагент отдает полученную теплоту в конденсаторе, где она передается окружающей среде, имеющей более низкую температуру. Количество отданной теплоты равно сумме количества теплоты, полученной хладагентом в испарителе, и теплоты, выделившейся при совершении работы сжатия.

Среда, воспринимающая теплоту, может быть воздухом или водой; единственное требование, которое должно выполняться, это то, что температура среды должна быть меньше температуры, которая соответствует давлению конденсации. Процесс фазового перехода, который происходит в конденсаторе, можно сравнить с процессом, происходящим в испарителе, за исключением

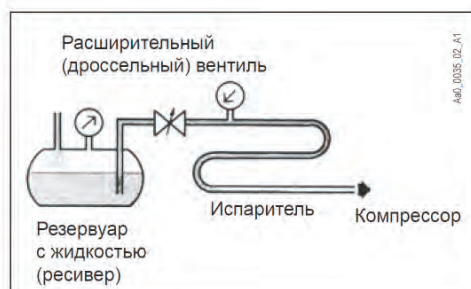


того, что он имеет противоположный «знак», т.е. здесь осуществляется фазовый переход от пара к жидкости.

3.5 Процесс расширения

Жидкость из конденсатора поступает в сборный резервуар, или ресивер. Он может быть соединен с емкостью, описанной в разделе 3.1, т.е. с испарителем.

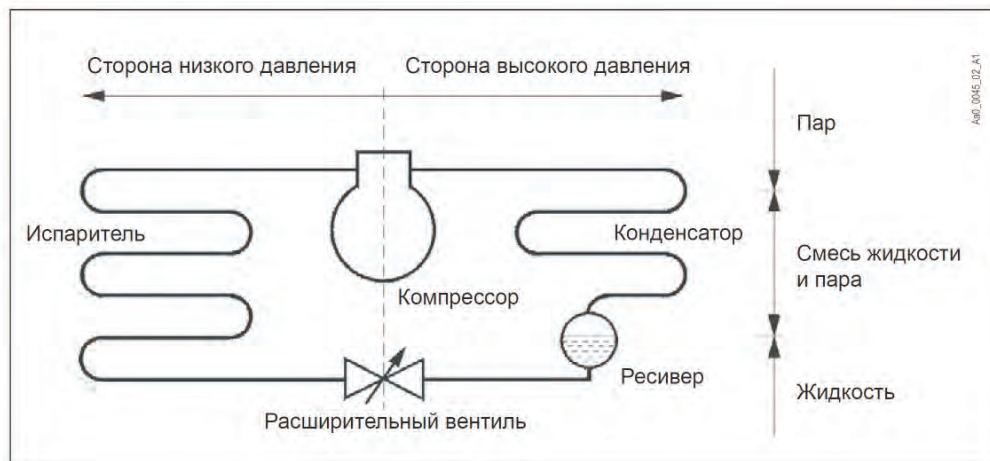
Давление в ресивере намного больше, чем в испарителе благодаря сжатию пара, которое происходит в компрессоре. Для того, чтобы снизить давление до уровня, соответствующего давлению кипения в испарителе, за ресивером необходимо установить устройство, которое осуществляет этот процесс, так называемый процесс дросселирования или расширения. Это устройство называется дросселирующим или расширительным устройством. Как правило, его роль играет вентиль, который называется дроссельным или расширительным вентилем.



Перед расширительным вентилем температура жидкости близка к точке кипения, поэтому при резком понижении давления в вентиле жидкость начинает испаряться или кипеть. Это кипение происходит в испарителе, на котором и замыкается холодильный контур.

3.6 Стороны высокого и низкого давления холодильной установки

В холодильной установке хладагент имеет различную температуру в зависимости от того, в каком состоянии он находится: в виде недогретой жидкости, насыщенной жидкости, насыщенного пара или перегретого пара. Но, в принципе, он имеет два давления: давление кипения и давление конденсации. Таким образом, холодильная установка делится на сторону высокого и низкого давлений, как показано на рисунке, приведенном внизу.



4. Процесс охлаждения. Диаграмма «давление-энтальпия»

Параметры сконденсировавшегося хладагента, который находится в ресивере, представлены точкой А, которая лежит на линии кипения жидкости. Жидкость имеет температуру t_k (температуру конденсации), давление p_k (давление конденсации) и энтальпию h_0 .

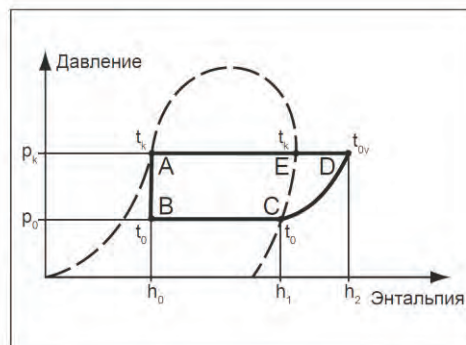
Когда жидкость проходит через расширительный вентиль, ее состояние изменяется от точки А к точке В. Изменение состояния вызвано кипением жидкости, которое началось, как только давление хладагента при расширении упало до давления p_0 . При падении давления понизилась также температура кипения жидкости t_0 .

За расширительным вентилем, поскольку теплота не подводилась и не отводилась, энтальпия хладагента осталась равной h_0 .

На вход в испаритель поступает смесь пара и жидкости, а на выходе из испарителя получается насыщенный пар (точка С). Давление и температура пара остались такими же, как в точке В, но энтальпия хладагента изменилась до величины h_1 , поскольку он поглотил тепло из окружающей испаритель среды.

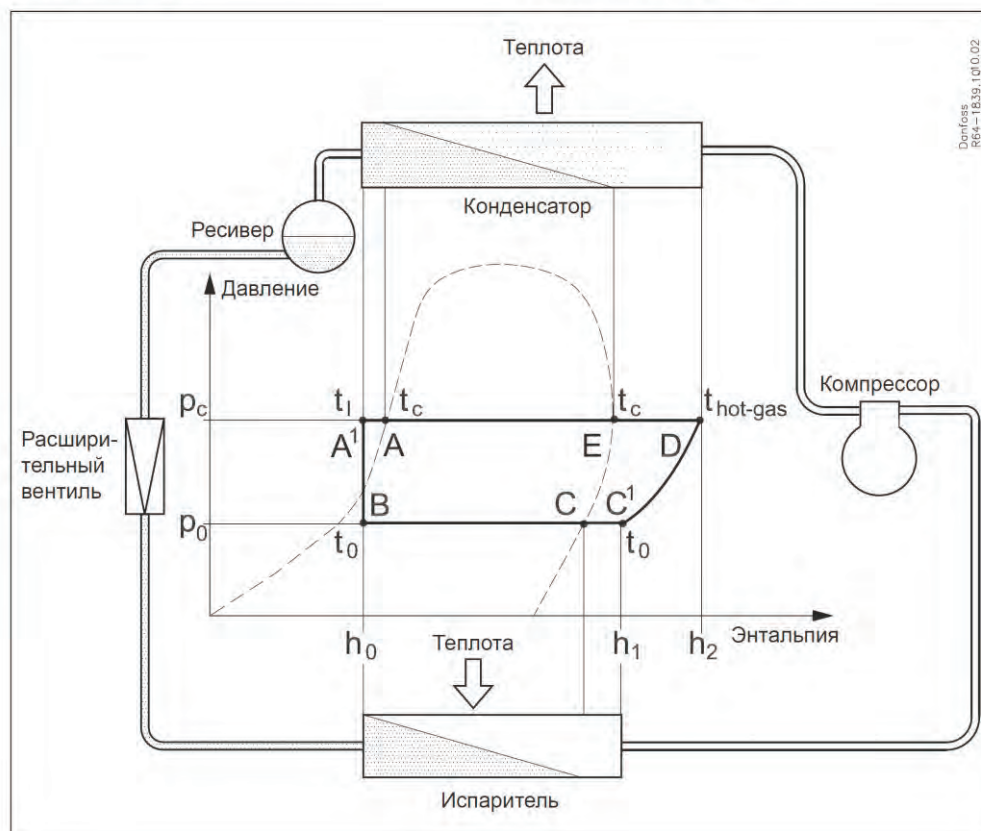
При прохождении хладагента через компрессор его состояние изменяется от точки С к точке D. Давление пара при этом поднимается до давления конденсации p_k .

Температура пара поднимается до температуры t_{ov} , которая будет выше температуры конденсации t_k , так как пар в этой точке сильно перегрет. Хладагент получил много тепла, и поэтому его энтальпия увеличилась до величины h_2 .



На входе в конденсатор, в точке D, получился перегретый пар с давлением p_k . В конденсаторе тепло отводится в окружающую среду, поэтому энтальпия хладагента в точке А снова упала до величины h_0 . В конденсаторе сначала произошло изменение состояния хладагента от сильно перегретого пара до насыщенного пара (точка E), а затем произошла конденсация насыщенного пара. При переходе от точки E до точки А температура хладагента (температура конденсации) осталась неизменной, поскольку процессы конденсации и кипения происходят при постоянной температуре.

На практике процесс охлаждения, представленный графиком «давление-энтальпия», немного отличается от описанного выше, поскольку обычно пар, выходящий из испарителя, будет слегка перегрет, а жидкость перед расширительным вентилем будет слегка недогретой вследствие ее теплообмена с окружающей средой.



5. Хладагенты

5.1 Общие требования

При рассмотрении процессов охлаждения вопрос о хладагентах не рассматривался, поскольку основные физические принципы фазового перехода одинаковы для всех веществ.

Однако хорошо известно, что на практике используются различные хладагенты в зависимости от условий эксплуатации холодильных установок и требований, предъявляемых к ним. Наиболее важные факторы, которые должны рассматриваться при выборе хладагентов:

- Хладагент не должен быть ядовитым. Если это требование невозможно выполнить, хладагент должен обладать характерным запахом или содержать маркировочную добавку, позволяющую быстро обнаружить место утечки.
- Хладагент не должен быть огнеопасным или взрывоопасным. Там, где это требование выполнить невозможно, примите меры предосторожности, описанные в первом пункте.
- При температуре кипения в испарителе давление хладагента должно быть выше атмосферного.
- Чтобы конструкция конденсатора была не слишком тяжелой, давление кон-

денсации не должно быть слишком высоким.

- Теплота испарения хладагента должна быть сравнительно высокой, чтобы передача тепла осуществлялась, по возможности, при небольшом расходе хладагента.
- Пар хладагента не должен иметь слишком высокий удельный объем, поскольку эта величина является определяющей при расчете производительности компрессора.
- Хладагент должен быть химически устойчив при температурах и давлениях, существующих в холодильных установках.
- Хладагент не должен быть агрессивным и не должен, в жидком или газообразном виде, воздействовать на обычные конструкционные материалы.
- Хладагент не должен разрушать смазочное масло.
- Хладагент должен быть легко доступен и не вызывать затруднений при обращении.
- Хладагент не должен быть слишком дорогим.

5.2 Фторсодержащие хладагенты

Фторсодержащие хладагенты имеют обозначение R, стоящее перед номером, например, R22, R134a, R404A и R507C. Они также часто имеют свои торговые названия.

Фторсодержащие хладагенты имеют следующие свойства:

- Их пары имеют слабый запах и не раздражают дыхательных путей.
- Они не ядовиты, за исключением того, что в присутствии огня они могут разлагаться с выделением кислоты и фосгена, которые очень ядовиты.
- Они не агрессивны.
- Они не огнеопасны и не взрывоопасны.

5.3 Аммиак NH₃

Аммиак NH₃ широко используется в больших промышленных холодильных установках. Его температура кипения при атмосферном давлении равна -33°C.

Аммиак имеет характерный запах даже при небольшой концентрации в воздухе. Он

не горит, но взрывается в смеси с воздухом при объемной концентрации 13—28%.

Вследствие коррозии в среде аммиака медь и медные сплавы в аммиачных установках использовать не рекомендуется.

5.4 Вторичные хладагенты

Хладагенты, перечисленные выше, часто называют хладагентами первичного контура. Как промежуточная среда при передаче тепла от окружающего воздуха к испарителю могут

использоваться так называемые вторичные хладоносители, такие как вода, рассолы и атмосферный воздух.

6. Основные компоненты холодильной установки

6.1 Компрессор

Задача компрессора — всасывать пар, выходящий из испарителя, и подавать его в конденсатор. Наиболее общеупотребительные типы компрессоров — это поршневые компрессоры, но получили распространение также и другие типы компрессоров, например, центробежные и винтовые.

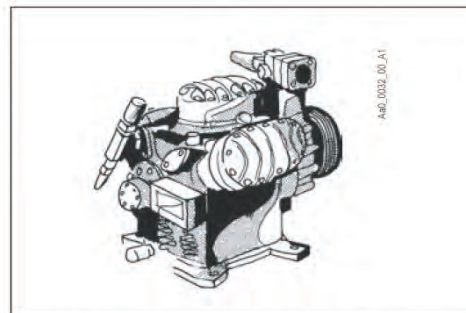
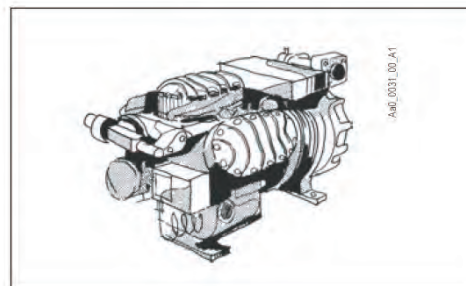
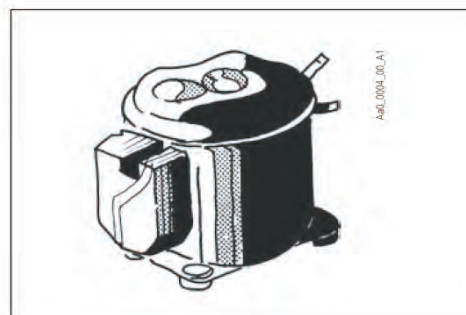
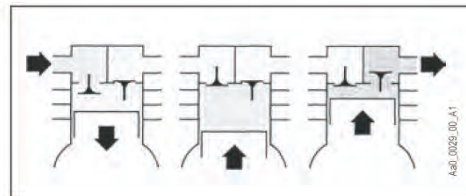
Поршневые компрессоры имеют широкую номенклатуру: от небольших одноцилиндровых моделей для домашних холодильников до 8-ми и 10-ти цилиндровых моделей с большим рабочим объемом для промышленных холодильных установок.

В небольших холодильных установках используются герметичные компрессоры, в которых поршневая группа и электродвигатель объединены вместе и находятся в герметичном корпусе.

В более мощных холодильных установках применяются полугерметичные компрессоры. Их преимущество заключается в том, что они не имеют уплотнений вала, которые трудно менять, когда они начинают течь. Однако эти компрессоры нельзя использовать в аммиачных установках, поскольку аммиак вредно воздействует на обмотки электродвигателя.

Более мощные фреоновые компрессоры и все аммиачные компрессоры выполняются по «открытой» схеме, когда электродвигатель находится вне картера компрессора. Вращательный момент от электродвигателя подается на коленчатый вал компрессора непосредственно или с помощью ременной передачи.

Для установок специального назначения выпускаются безмаслянные компрессоры. Но смазка подшипников и стенок цилиндра мас-



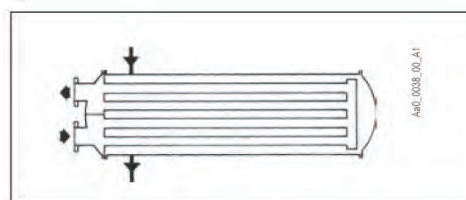
лом обычно производится всегда. В больших компрессорах масло подается к трущимся деталям при помощи масляного насоса.

6.2 Конденсатор

Задача конденсатора — отводить тепло, которое получено хладагентом в испарителе и выделилось при работе компрессора, в окружающую среду. Имеется много типов конденсаторов.

Кожухотрубный конденсатор. Конденсатор этого типа используется в установках, где в качестве охлаждающей среды применяется вода. Он представляет собой горизонтальный цилиндр с приваренными внутри плоскими трубными плитами, в которых закрепляются концы труб. К трубным плитам с помощью болтов приворачиваются торцевые крышки.

Сконденсировавшийся хладагент проходит сквозь цилиндр, охлаждающая вода



течет по трубам. Торцевые крышки разделены при помощи ребер на секции. Эти секции действуют как поворотные камеры, которые заставляют воду циркулировать через конденсатор несколько раз. Как правило, пройдя через конденсатор, вода нагревается на 5—10°C.

Когда желательно или необходимо уменьшить количество охлаждающей воды, используют так называемый испарительный конденсатор. Этот конденсатор состоит из корпуса, в котором находятся конденсирующий теплообменник, разбрызгивающие трубы, отклоняющие пластины и вентиляторы.

Пары хладагента поступают в верхнюю часть теплообменника, конденсируются там и выходят снизу в виде жидкости.

В верхней части конденсатора находятся разбрызгивающие трубы, которые подают воду на поверхность теплообменника.

Вентиляторы пропускают через теплообменник сильный поток воздуха.

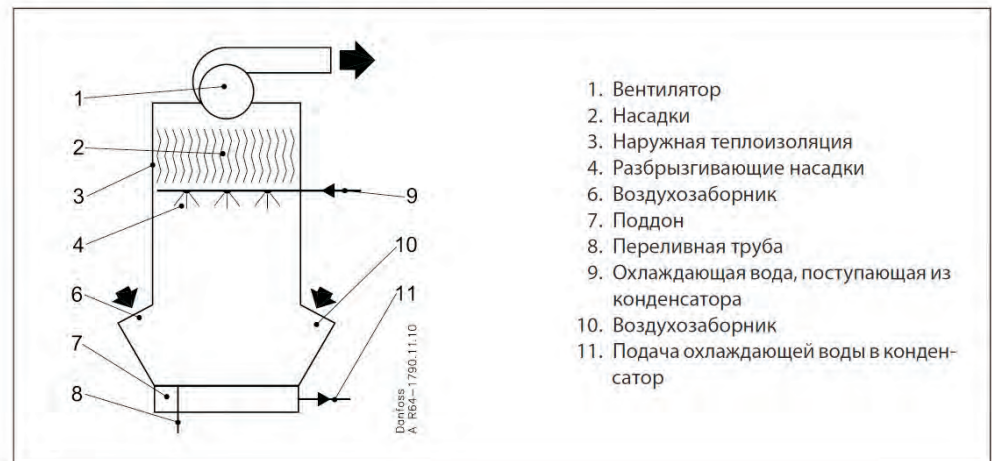
В потоке воздуха часть воды, находящейся на поверхности теплообменника, испаряется, забирая при этом тепло у паров хладагента и заставляя его конденсироваться.



Такой же принцип использования теплоты испарения воды для охлаждения хладагента применяется в градирнях. Градирни используются совместно с кожухотрубными теплообменниками и устанавливаются вблизи компрессора. Вода циркулирует по замкнутому контуру между конденсатором и градирней.

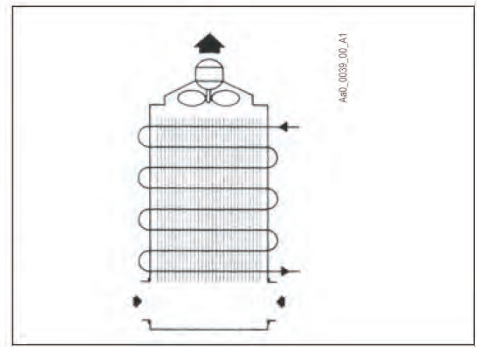
Фактически, градирня работает так же, как и испарительный конденсатор, но вместо

конденсирующего теплообменника здесь используются отклоняющие пластины (насадки). Проходя через градирню и вступая в прямой контакт с каплями воды, падающими вниз, воздух поглощает влагу, испарившуюся из воды. Таким способом охлаждающая вода теряет тепло. Потери воды восполняются подачей в градирню дополнительного количества воды.



Используя в качестве охладителей испарительные конденсаторы и градирни, можно на 90-95% уменьшить расход воды на охлаждение хладагента по сравнению с кожухотрубным конденсатором.

По той или иной причине иногда нет возможности использовать воду для охлаждения хладагента. В таких случаях необходимо применять конденсаторы с воздушным охлаждением. Поскольку воздух имеет худшие теплопередающие характеристики по сравнению с водой, внешняя поверхность труб конденсатора должна иметь большую поверхность. Это достигается путем оребрения труб, что, совместно с вынужденной циркуляцией воздуха, увеличивает производительность конденсатора.



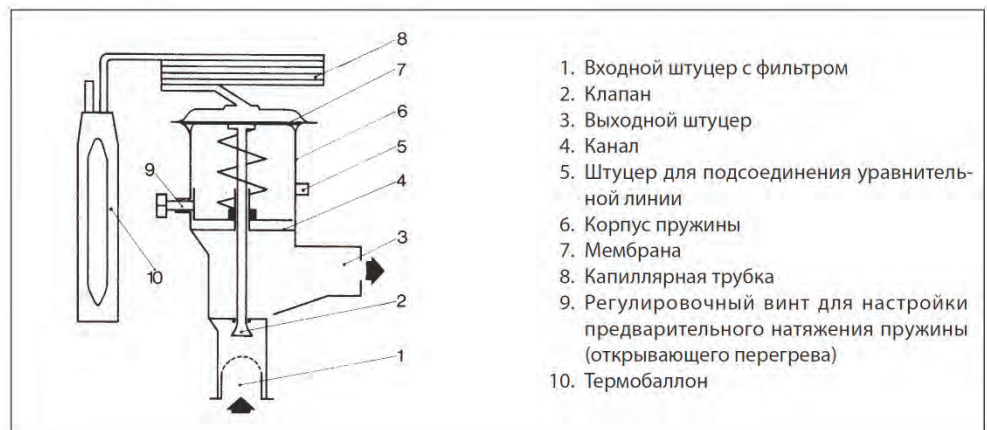
6.3 Расширительный вентиль

Основная цель расширительного вентиля — обеспечить достаточный перепад давления между сторонами высокого и низкого давления установки.

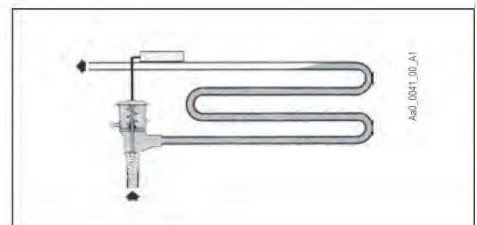
Самым простым способом это достигается при помощи капиллярной трубки, установленной между конденсатором и испарителем.

Однако капиллярные трубки применяют только в небольших и простых ус-

тановках типа домашнего холодильника, поскольку они не могут регулировать количество жидкости, подаваемой в испаритель. С этой задачей способен справиться только терморегулирующий вентиль, который состоит из собственно вентиля, капиллярной трубки и термобаллона. Вентиль устанавливается в линию жидкости, а термобаллон крепится на трубопроводе на выходе из испарителя.



На рисунке внизу показан испаритель с терморегулирующим вентилем. Часть объема термобаллона занимает небольшое количество жидкого хладагента (наполнитель). Остальная часть баллона, капиллярная трубка и пространство над мембраной в корпусе вентиля заняты насыщенным паром при давлении, соответствующем температуре термобаллона. Пространство под мембраной связано с испарителем и давление в нем, таким образом, равно давлению в испарителе.



Степень открытия вентиля определяется:

- давлением, создаваемым в термобаллоне и действующим на верхнюю поверхность мембраны,
- давлением под мембраной, которое равно давлению испарения,
- силой натяжения пружины, действующей на мембрану снизу.

При нормальной работе установки на некотором расстоянии от входа в испаритель кипение прекращается. Насыщенный пар, проходя через оставшуюся часть испарителя, перегревается. Температура термобаллона, таким образом, будет равна температуре испарения хладагента плюс величина перегрева пара; например, при температуре испарения, равной -10°C , температура термобаллона может быть равна 0°C .

Если в испаритель поступает небольшое количество хладагента, пар будет перегреваться сильнее и температура трубопровода на выходе из испарителя будет расти. Также будет расти и температура термобаллона, а с ней и давление пара в термобаллоне, так как при повышении температуры интенсивность испарения наполнителя увеличивается. При повышении давления мембрана опускается вниз, ventиль открывается и в испаритель поступает большее количество жидкости. Соответственно, при уменьшении температуры термобаллона степень открытия вентиля уменьшается.

Терморегулирующие ventили выпускаются в различных модификациях и, конечно, существуют ventили других типов, но более подробные объяснения только приведут к ненужным осложнениям.

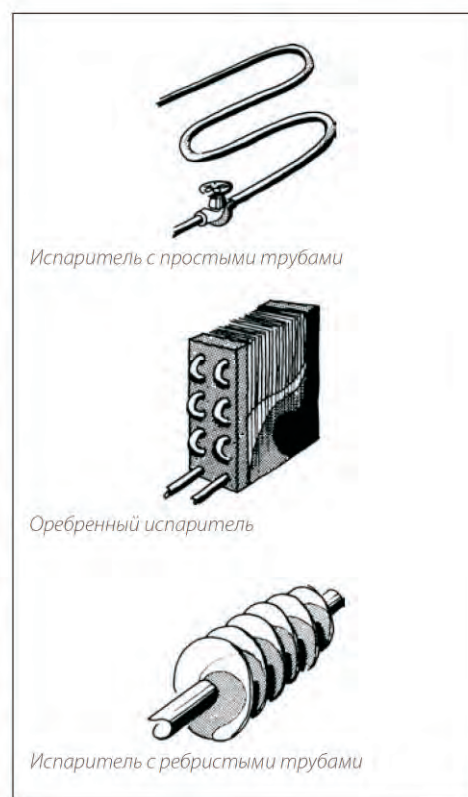
6.4 Испарительные системы

В зависимости от назначения холодильной установки, на испаритель накладываются различные требования, поэтому типы испарителей чрезвычайно разнообразны.

Испарители с естественной циркуляцией воздуха используются все меньше и меньше ввиду незначительного коэффициента теплоотдачи от воздуха к трубам испарителя. Более ранние модели испарителей оснащались простыми трубами, сейчас, в основном, используются оребренные испарители или испарители с ребристыми трубами.

Производительность испарителя сильно увеличивается при использовании вынужденной циркуляции воздуха. С увеличением скорости воздуха интенсивность передачи тепла от воздуха к трубам испарителя увеличивается и для получения заданной холодопроизводительности можно использовать испаритель с меньшей площадью поверхности, чем при естественной циркуляции воздуха.

Для охлаждения жидкости используются жидкостные испарители. Простейший способ охладить жидкость — погрузить трубчатый теплообменник-испаритель в открытый резервуар с жидкостью. В последнее время все больше используются закрытые системы. Здесь используются охладители, аналогичные по конструкции кожухотрубным конденсаторам.



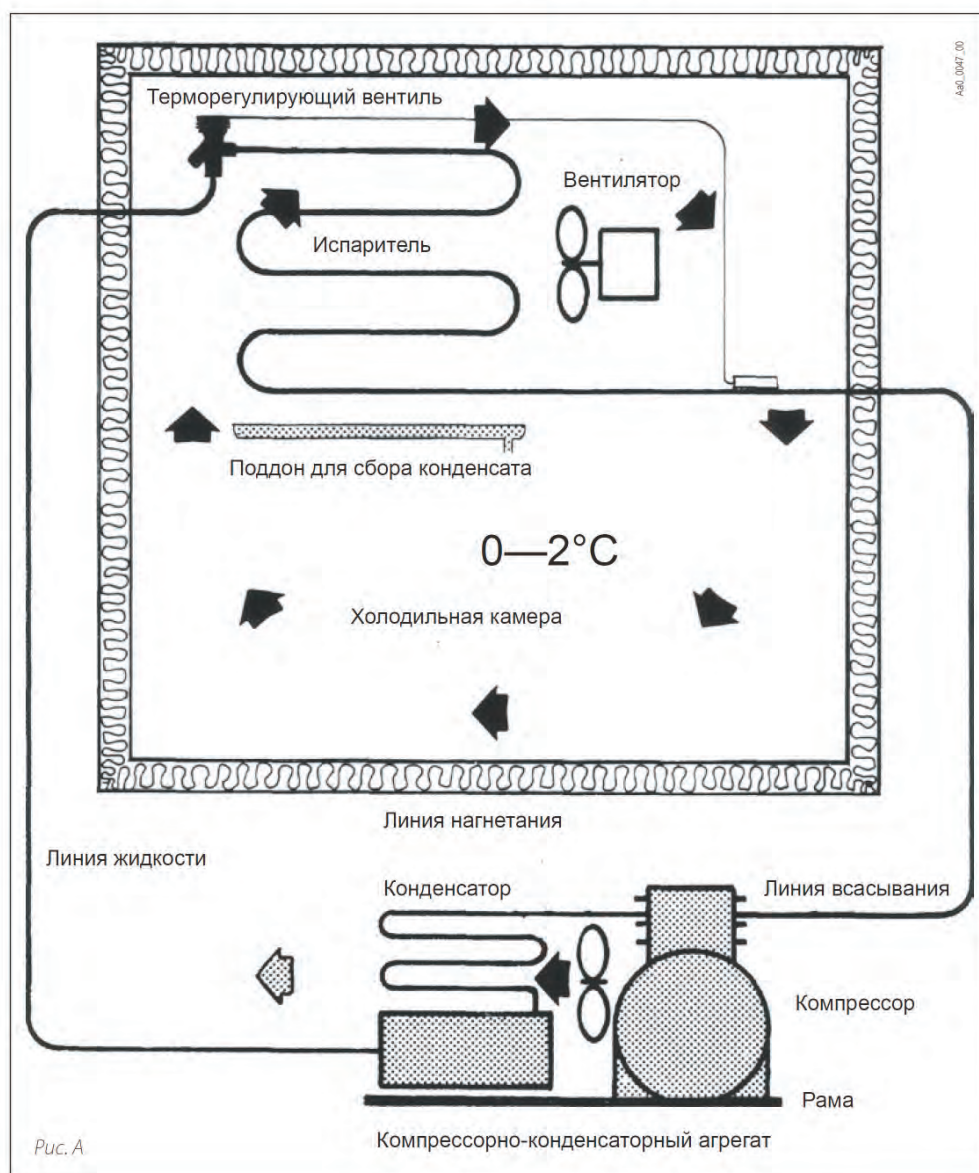
7. Схема холодильной установки

На рисунке А показана принципиальная схема холодильной установки, которая обычно используется в магазинах и на рынках.

Компрессорный агрегат холодильной установки можно установить, например, в соседнем с холодильной камерой помещении с хорошей циркуляцией наружного воздуха. Такой агрегат состоит из электродвигателя и компрессора. Обычно на общую раму этого агрегата устанавливают также конденсатор с воздушным охлаждением и ресивер. Для обдува конденсатора и обеспечения заданной холодопроизводительности системы рядом с ним устанавливают вентилятор, сидящий на валу электродвигателя. Линия между компрессором и конденсатором называется линией нагнетания.

От ресивера идет нетеплоизолированный трубопровод, или жидкостная линия, который входит в холодильную камеру и соединяется с терморегулирующим вентилем, установленным на входе в испаритель. Испаритель изготавливается из труб и ребер, находящихся на небольшом расстоянии друг от друга и присоединенных к трубам. Испаритель оснащен вентилятором для создания вынужденной циркуляции воздуха в камере и поддоном для сбора конденсата.

Из испарителя выходит линия всасывания, которая возвращается к компрессору. Диаметр трубопровода на линии всасывания несколько больше диаметра трубопровода жидкостной линии, поскольку внутри него движется пар. Линия всасывания, как правило, теплоизолируется.



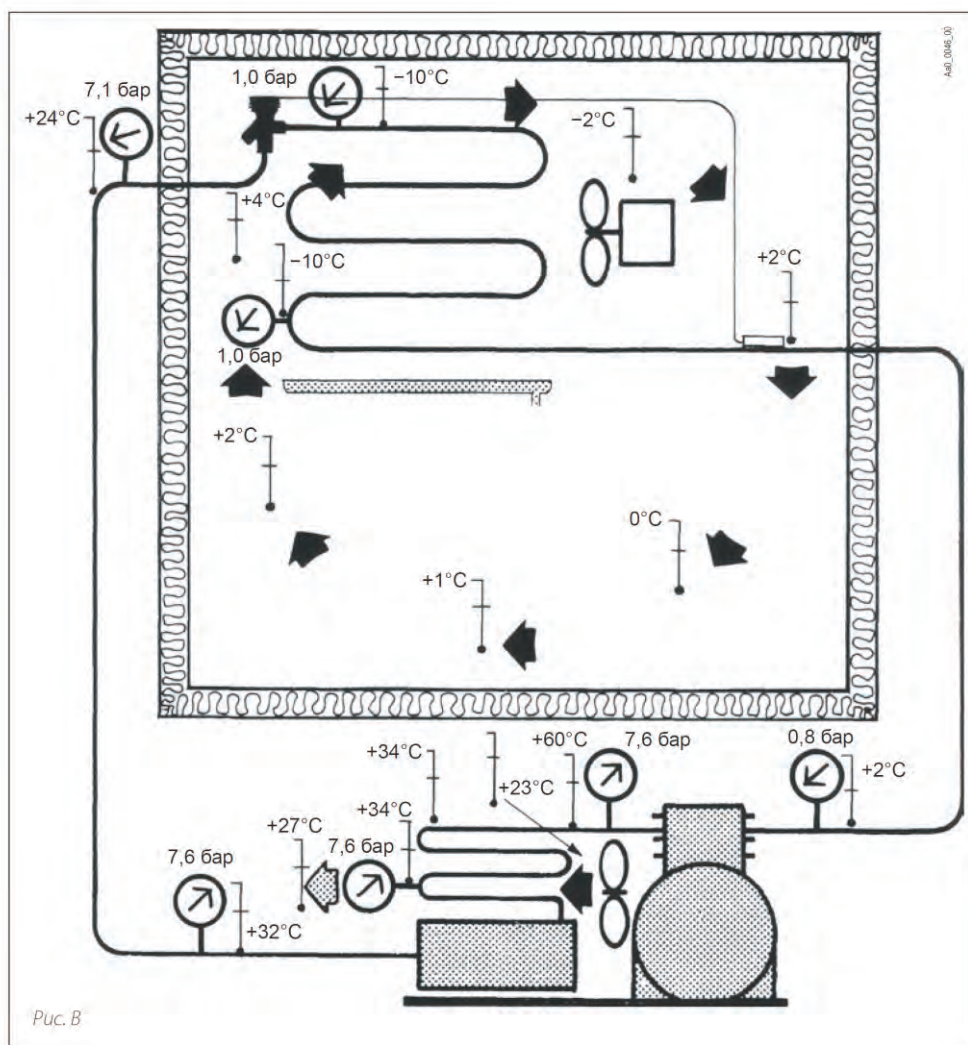
На рисунке В показано распределение температур в холодильной установке. На выходе из компрессора давление составляет 8,5 ата (бар), а температура 60°C , поскольку на линии нагнетания находится перегретый газ. Температура в верхней части конденсатора быстро понижается до температуры насыщения, которая в соответствии с давлением насыщения равна 34°C , поскольку перегрев сведен к нулю и началась конденсация.

Давление на выходе из ресивера остается более или менее на том же уровне, но начинается переохладение жидкости, и температура хладагента снижается на 2°C и доходит до 32°C .

В испарителе давление падает до 2,2 ата (бар), а температура кипения до -10°C . На выходе из испарителя пар начинает перегреваться, и температура термобаллона приобретает значение $+2^{\circ}\text{C}$, соответствующее давлению настройки терморегулирующего вентиля.

Как показано на рисунке, температура воздуха в холодильной камере будет изменяться, поскольку воздух забирает тепло в процессе своей циркуляции от продуктов, стен, потолка и т.д. Температура воздуха, обдувающего конденсатор, также изменяется в зависимости от времени года.

Холодильная установка разрабатывается с учетом максимальной тепловой нагрузки, которая будет на нее действовать. Для обеспечения работы установки при низких тепловых нагрузках должны быть предусмотрены средства изменения ее производительности. Процесс изменения производительности холодильной установки называется процессом регулирования. Он осуществляется с помощью автоматических регуляторов производства компании Данфосс. Но этот вопрос остается за рамками нашей публикации.

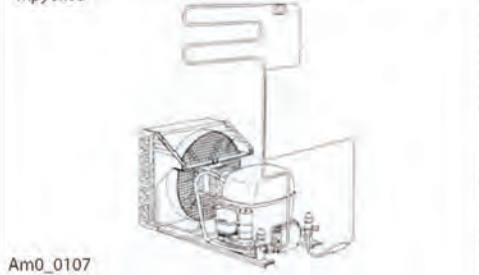


ВВЕДЕНИЕ	24
1.1 Поиск неисправностей	24
1.1 Поиск неисправностей (продолжение)	25
1.2 Замена реле температуры	25
1.3 Замена электрооборудования	26
1.4 Замена компрессора	26
1.5 Замена хладагента	26
1.5 Замена хладагента (продолжение)	27
ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ	28
2.1 Открытие системы	28
2.2 Пайка в атмосфере инертного газа	29
2.3 Фильтр-осушитель	29
2.4 Проникновение влаги в систему в процессе ремонта	30
2.5 Подготовка компрессора и электрооборудования к ремонту	30
2.5 Подготовка компрессора и электрооборудования к ремонту (продолжение)	31
2.6 Пайка	31
2.7 Вакуумирование	32
2.8 Вакуумный насос и вакуумный манометр (вакууметр)	32
ОБРАЩЕНИЕ С ХЛАДАГЕНТАМИ	33
3.1 Заправка системы хладагентом	33
3.2 Максимальная заправка хладагента	33
3.3 Испытания	34
3.4 Поиск течи	34
ЗАМЕНА НЕИСПРАВНОГО КОМПРЕССОРА	35
4.1 Подготовка узлов холодильной установки	35
4.2 Слив хладагента	35
4.3 Снятие неисправного компрессора	35
4.4 Удаление остатков хладагента	35
4.5 Снятие фильтра-осушителя	35
4.6 Очистка мест пайки	35
ЗАМЕНА ХЛАДАГЕНТА R 12 ДРУГИМ ХЛАДАГЕНТАМ	36
5.1 Замена хладагента R12 альтернативным хладагентом	36
5.2 Замена хладагента R12 хладагентом R134a	36
5.3 Замена хладагента R134a хладагентом R12	36
5.4 Замена хладагента R502 хладагентом R404A	36
СИСТЕМЫ, СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГУ	37
6.1 Системы с низким содержанием влаги	37
6.2 Системы с высоким содержанием влаги	37
6.2 Системы с низким содержанием влаги (продолжение)	38
6.3 Осушение компрессора	38
6.4 Заправка компрессора маслом	38
ПОТЕРЯ ХЛАДАГЕНТА	39
ПЕРЕЖОГ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	40
8.1 Кислотность масла	40
8.2 Система со сгоревшим компрессором	40

1.0 Введение

Ремонт и обслуживание холодильных и морозильных установок должны проводиться квалифицированными специалистами, знакомыми с работой систем охлаждения различных типов. Ремонт и обслуживание, которые практиковались ранее, не были так жестко регламентированы, как сейчас, что связано с применением новых хладагентов, некоторые из которых являются горючими.

Рис. 1. Герметичная система охлаждения с капиллярной трубкой

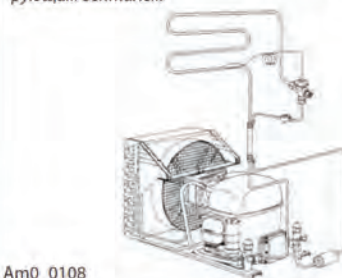


На рисунке 1 показана герметичная система охлаждения с капиллярной трубкой в качестве расширительного устройства. Системы охлаждения этого типа используются в большинстве домашних и маломощных торгово-промышленных холодильников, фризерах для мороженого и охладителях напитков.

На рисунке 2 показана герметичная система охлаждения с терморегулирующим вентилем. Системы этого типа, в основном, используются

в торгово-промышленных холодильниках.

Рис. 2. Герметичная система охлаждения с терморегулирующим вентилем



Ремонт и обслуживание таких систем проводить сложнее, чем смонтировать новую систему, так как условия на рабочей площадке обычно хуже, чем на производственной линии или в цеху.

Условием качественного обслуживания холодильной установки является квалифицированный технический персонал, т.е. персонал, имеющий хорошую подготовку, опыт работы, знание объекта обслуживания, аккуратность и интуицию.

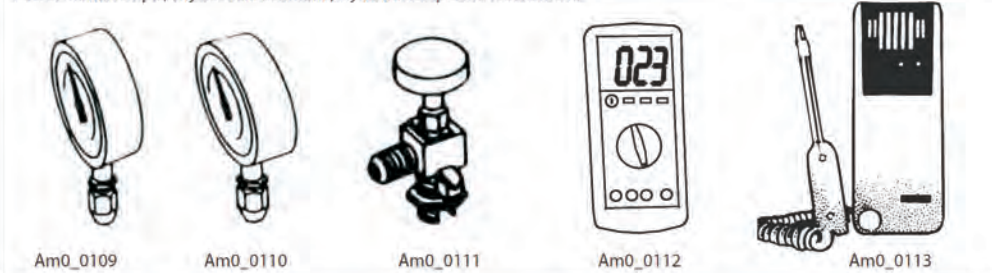
Цель данного руководства — повысить квалификацию технических специалистов путем изучения основных правил ремонта и обслуживания. Это, в основном, относится к ремонту систем охлаждения бытового назначения «в полевых условиях», но эти знания можно также использовать при ремонте и обслуживании торгово-промышленных герметичных холодильных установок.

1.1 Поиск неисправностей

Перед проведением работ необходимо разработать план ремонта, т.е. выявить все компоненты, подлежащие замене, и все наличные ресурсы. Чтобы выполнить этот план, сначала необходимо найти неисправности. Для этого используются инструменты, показанные на рис. 3. Это манометры, устанавливаемые на линиях всасывания и нагнетания, служебные вентили, мультиметр (измеритель напряжения, тока и сопротивления) и течеискатель. Во многих случаях состав инструментов зависит

от решения пользователя о возможной неисправности и необходимости сделать точный диагноз. Предполагается, что специалист по обслуживанию холодильных установок обладает необходимыми знаниями о работе системы охлаждения и имеет необходимые запасные части. Здесь не будет обсуждаться методика развернутого поиска неисправностей, однако общие неисправности системы, такие как невозможность включения и работы компрессора, будут рассмотрены более подробно.

Рис. 3. Манометры, служебный вентиль, мультиметр и течеискатель



Разомкнулся главный выключатель

Основной причиной размыкания главного выключателя является срабатывание плавкого предохранителя вследствие неисправности обмоток или устройства защиты электродвигателя, короткое замыкание цепи или высокий ток в обмотке компрессора. При таких неисправностях компрессор следует заменить.

Компрессор

Выход из строя компрессора может быть следствием неправильно выбранного пускового устройства и электродвигателя компрессора. Могут быть неисправны электродвигатель или

устройство защиты обмоток, или заблокирован компрессор.

Частой причиной пониженной холодопроизводительности системы являются коксование или омеднение ее поверхностей из-за наличия в системе влаги или неконденсирующихся газов.

Протекающие прокладки и разбитые клапаны являются следствием слишком высоких пиковых давлений при гидравлических ударах в компрессоре, причиной которых является слишком большая заправка хладагента или блокирование капиллярной трубки.

1.1 Поиск неисправностей (продолжение)

Может быть слишком низким напряжение электропитания или слишком высоким давлением в компрессоре.

Невыровненное давление является причиной срабатывания устройства защиты компрессора и перегрева обмоток после включения. Неисправность вентилятора также может повлиять на нагрузку компрессора, привести к срабатыванию устройства защиты или пробитию прокладок. В случае неудачного пуска при холодном компрессоре устройство защиты возвратится в исходное состояние и даст возможность включить компрессор снова только через 15 минут. Если устройство защиты сработало при горячем компрессоре, оно возвратится в исходное состояние только через 45 минут. При поиске систематически возникающей неисправности рекомендуется на 5 минут отключить электропитание компрессора. Этого достаточно, чтобы пусковое устройство охладилось и смогло включить компрессор. При кратковременном сбое электропитания, произошедшем в начале процесса охлаждения, возможна блокировка устройства защиты и пускового устройства РТС. В системе, в которой не выровнено давление, компрессор с пусковым устройством РТС включиться не сможет, поскольку пусковое устройство не успеет так быстро охладиться. Обычно требуется не менее 1 ч, чтобы холодильник заработал нормально.

Реле высокого и низкого давлений

Срабатывание реле высокого давления может произойти вследствие слишком высокого давления конденсации, вызванного недостаточной производительностью вентилятора.

Срабатывание реле низкого давления является следствием недостаточной заправки хладагента, течи в системе, намерзания инея на испарителе или частичным закупориванием расширительного устройства. Срабатывание

реле может быть также следствием механической неисправности, неправильной настройки дифференциала и уставки давления или колебания давления в системе.

Реле температуры

Причиной отключения компрессора может быть неисправное или неправильно настроенное реле температуры. Если в датчике (термобаллоне) реле недостаточно наполнителя или если настройка реле слишком высокая, компрессор не отключится. Отключение компрессора может быть также вызвано неправильным электрическим соединением. Слишком малый дифференциал (разность между температурой включения и температурой отключения термореле) может служить причиной слишком короткого интервала времени между двумя включениями компрессора, что может привести к проблемам при запуске системы с компрессором с низким пусковым моментом (LST). (См. также раздел 1.2 «Замена реле температуры»).

Более подробная информация приведена в разделе «Поиск и устранение неисправностей в системах охлаждения с герметичными компрессорами». Перед открытием системы и особенно перед заменой компрессора необходимо провести тщательный анализ причин неисправности. Операции по ремонту холодильной установки являются довольно дорогими. Перед вскрытием старой системы охлаждения следует убедиться, что компрессор действительно неисправен и требует замены. Проведите оценку состояния масла, заправленного в компрессор. Небольшое количество масла слейте в чистый стеклянный стакан и сравните его с образцом нового масла. Если слитое масло имеет темный цвет, непрозрачно и содержит примеси, компрессор необходимо заменить.

1.2 Замена реле температуры

Перед тем, как заменить компрессор, желательно проверить состояние реле температуры.

Проведите простую проверку реле температуры, замкнув его контакты так, чтобы на компрессор подавалось электропитание мимо пускового устройства. Если компрессор начнет работать, значит, реле температуры необходимо заменить. При замене реле температуры важно найти прибор аналогичного типа, что бывает довольно трудно, поскольку рынок заполнен реле различного назначения. Чтобы сделать этот выбор, по возможности, простым, некоторые производители, в том числе и компания разработала так называемое «сервисное» реле температуры, поставляемое в комплекте со всеми принадлежностями, необходимыми для его обслуживания и ремонта.

Рис. 4. Комплект сервисного термореле



Am0_0114

Имея восемь комплектов, каждый из которых относится к холодильнику или системе охлаждения одного типа, можно провести обслуживание и ремонт термореле почти всех систем охлаждения (рис. 4). Область применения каждого термореле имеет очень широкий диапазон. Кроме того, они имеют дифференциал, достаточный для удовлетворительного выравнивания давления в период отключения системы. Для того, чтобы реле температуры правильно выполняло заданные функции, его датчик (последние 100 мм на конце капиллярной трубки) должен быть в полном контакте с испарителем. После замены реле температуры следует проверить, как работает компрессор в теплом и холодном состоянии и достаточен ли интервал времени между двумя включениями компрессора для выравнивания давления в системе при использовании компрессора с низким пусковым моментом (LST). Большинство термореле позволяют увеличить температурный дифференциал с помощью регулировочного винта дифференциала. Перед настройкой термореле проверьте по сопроводительной документации, в какую сторону следует вращать регулировочный винт. Дифференциал можно также увеличить, подложив между датчиком и испарителем небольшой кусочек пластика. Пластик толщиной 1 мм приводит к увеличению дифференциала примерно на 1 К.

1.3 Замена электрооборудования

Причина выхода компрессора из строя может заключаться в неисправности электроаппаратуры: пускового реле или пускового устройства РТС, устройства защиты компрессора, пускового или рабочего конденсатора. Неисправность пускового конденсатора может быть вызвана слишком низкой настройкой дифференциала реле температуры, так как пусковой конденсатор может выдерживать не более 10 включений за час.

Если неисправно устройство защиты обмоток электродвигателя, встроенное внутрь герметичного компрессора, компрессор придется заменить.

При замене компрессора следует также сменить всю электроаппаратуру, т.к. старое электрооборудование может послужить причиной выхода компрессора из строя позднее.

1.4 Замена компрессора

При замене компрессора специалист по обслуживанию установки должен установить новый компрессор, технические характеристики которого соответствуют характеристикам системы охлаждения. Если найден компрессор, идентичный заменяемому и способный работать с хладагентом, заправленным в систему, никаких проблем не возникнет. Однако во многих случаях найти аналогичный компрессор невозможно и тогда перед специалистом возникают проблемы. Если необходимо заменить компрессор от одного изготовителя на компрессор от другого, трудно выбрать нужный агрегат и поэтому следует сравнивать их параметры.

Электрические характеристики нового компрессора (напряжение и частота) должны соответствовать характеристикам сети электропитания. Должны совпадать области эксплуатации (низкая, средняя или высокая температура кипения). Холодопроизводительность нового компрессора должна быть равна холодопроизводительности старого. Если производительность старого

компрессора неизвестна, следует провести сравнение их рабочих объемов (объемов цилиндра). Рекомендуется выбирать новый компрессор чуть большей мощности, чем старый.

Для систем с капиллярной трубкой и выравниванием давления в период отключения системы следует выбирать компрессор с низким пусковым моментом (LST), а для систем с терморегулирующим вентилем и без выравнивания давления — компрессор с высоким пусковым моментом (HST). Конечно, компрессор с высоким пусковым моментом можно использовать и в системах с капиллярной трубкой.

Наконец, необходимо учитывать условия охлаждения компрессора. Если система имеет устройство для охлаждения масла, следует выбирать компрессор с маслоохладителем.

Замена компрессора без маслоохладителя компрессором с маслоохладителем обычно не вызывает никаких проблем, так как змеевик теплообменника можно проигнорировать.

1.5 Замена хладагента

Наилучшим вариантом при замене хладагента является использование хладагента того же типа, которым была заправлена система.

Компрессоры предназначены для работы с хладагентами R12, R22, R502, R134a, R404A/R507/R407C, а также с горючими хладагентами R290 и R600a.

Хладагенты R12 и R502, применение которых ограничено Монреальским протоколом, используются в немногих странах и вскоре будут сняты с производства. Безопасный для окружающей среды хладагент R134a во многих установках заменил хладагент R12, а хладагенты R404A и R507 заменили хладагенты R22 и R502.

Горючие хладагенты R290 и R600a

Максимальная заправка горючих хладагентов в соответствии с действующими стандартами не должна превышать 150 г. Этими хладагентами заправляются только небольшие холодильники.

Горючие хладагенты должны использоваться только в системах охлаждения, отвечающих

требованиям стандарта EN/IEC 60335-2-24 или —2-89, включая требования к горючим хладагентам и техническому персоналу в части обращения с горючими веществами. В эти требования входят умение обращаться с инструментами, знание правил транспортировки компрессоров и хладагентов, а также правил техники безопасности.

Использование открытого огня или электрических приборов вблизи места работы с горючими хладагентами R290 и R600a также регламентируется действующими правилами.

Системы охлаждения с горючими хладагентами необходимо открывать только с помощью резчика труб.

Замена хладагентов R12 или R134a на хладагент R600a не допускается, так как холодильники не имеют разрешения на работу с горючими хладагентами, а их устройства защиты не проверены в соответствии с действующими стандартами. То же самое относится к замене хладагентов R22, R502 или R134a на хладагент R 290.

Смеси хладагентов

Хладагент	Торговое обозначение	Компоненты	Заменяют	Область эксплуатации	Масло
R401A	Suva MP39	R22, R152a, R124	R12	Низкие и средние температуры кипения	Алкилбензоловое
R401B	Suva MP66	R22, R152a, R124	R12	Низкие температуры кипения	Алкилбензоловое
R402A	Suva HP80	R22, R125, R290	R502	Низкие температуры кипения	Полиэфирное Алкилбензоловое
R402B	Suva HP81	R22, R125, R290	R502	Низкие и средние температуры кипения	Полиэфирное Алкилбензоловое

1.5 Замена хладагента (продолжение)

Смеси хладагентов

При внедрении новых, безопасных для окружающей среды, хладагентов R134a и R404A были внедрены также смеси хладагентов. Они менее опасны, чем широко используемые ХФУ-хладагенты R12 и R502.

Во многих странах смеси хладагентов было разрешено применять в течение ограниченного периода времени, что означает, что они не были широко распространены и заправлялись только в небольшие герметичные системы охлаждения.

Применение этих хладагентов в серийной продукции не приветствовалось, но при замене хладагентов они использовались довольно часто (см. таблицу).

Дозаправка

Этот термин используется при добавлении в действующую систему охлаждения другого хладагента, отличающегося от заправленного в систему. Проблем с дозаправкой можно избежать, если работа системы с новым хладагентом будет непродолжительной.

В качестве примера можно упомянуть, что для улучшения возврата масла в компрессор в системы с хладагентом R22 часто добавляется небольшое количество хладагента R12.

В некоторых странах добавлять хладагент в системы с ХФУ-хладагентами (R12, R502, ...) не разрешается.

Добавка

Этот термин означает, что при техническом обслуживании установки примерно 90% заправленного в систему минерального масла сливается и заменяется синтетическим маслом. При этом устанавливается фильтр-осушитель подходящего размера. Кроме того, система заправляется другим хладагентом соответствующего типа (например, смесью хладагентов).

Ретрофит (модернизация)

Этот термин используется при замене ХФУ-хладагентов безопасными для окружающей среды ГФУ-хладагентами.

В этом случае система охлаждения промывается, а старый компрессор заменяется новым, способным работать с ГФУ-хладагентами.

Масло в компрессоре заменяется на соответствующее полиэфирное масло.

Масло необходимо менять несколько раз после кратковременной работы системы. Также рекомендуется заменять фильтр-осушитель.

При замене масла необходимо получить разрешение у предприятия-изготовителя.

2.0 Правила проведения ремонтных работ

2.1 Открытие системы

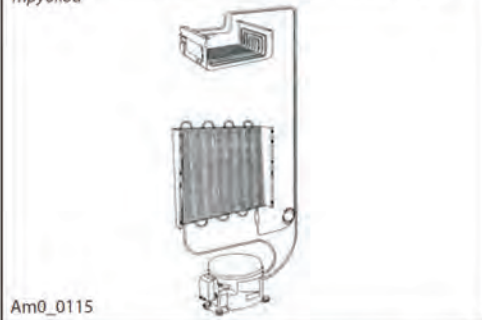
Для обеспечения надежной работы системы охлаждения и достижения заданного срока службы содержание в системе посторонних включений, влаги и неконденсирующихся газов должно быть как можно ниже.

При монтаже новой системы это требование выполнить довольно просто, но после ремонта поврежденной системы положение усугубляется. Одним из основных препятствий

для поддержания нужной чистоты является то, что выход из строя компонентов системы провоцирует возникновение нежелательных химических процессов, а открытие системы способствует проникновению в нее различных загрязнений.

Чтобы ремонт прошел успешно, примите необходимые меры предохранения. Изучите общие правила и условия проведения ремонтных работ.

Рис. 5. Герметичные системы охлаждения с капиллярной трубкой



Am0_0115

Если система охлаждения заправлена горючим хладагентом, например, R600a или R290, это видно по этикетке на компрессоре. Компрессоры в данном случае снабжаются этикеткой, которая показана на рис. 6.

Рис. 6. Этикетка на компрессоре, работающем с хладагентом R600a



Am0_0117

Обслуживание и ремонт таких систем должны проводить специально обученные специалисты. Они должны владеть соответствующими инструментами, знать правила транспортировки компрессоров и хладагентов, а также изучить соответствующие инструкции и правила техники безопасности.

Работа с огнем в присутствии горючих хладагентов R600a и R290 должна проводиться в соответствии с действующими инструкциями.

На рисунке 7 показан сервисный вентиль, устанавливаемый на трубопроводе системы охлаждения для слива и сбора хладагента в соответствии с инструкцией.

Рис. 7. Сервисный вентиль



Am0_0111

Рис. 8. Прибор для утилизации хладагентов



Am0_0116

Перед тем, как начать резку труб, обработайте место резки наждачной шкуркой. Таким образом, трубы будут подготовлены для последующей пайки и попадание грязи в систему будет исключено.

При резке труб никогда не пользуйтесь ножовкой по металлу. Резку труб проводите только резчиком труб. Даже небольшая стружка, попавшая в систему, может вызвать выход компрессора из строя.

Весь хладагент, содержащийся в системе, необходимо слить, как указано в инструкции.

При резке капиллярной трубки не производите заусенцев и не деформируйте трубку. Режьте капиллярную трубку специальными ручными рычажными ножницами (рис.9), иначе вокруг места среза образуются трещины, которые могут привести к ее разрушению.

Рис. 9. Специальные ручные рычажные ножницы для резки капиллярных труб



Am0_0118

2.2

Пайка в атмосфере инертного газа

Систему, заправленную хладагентом, нельзя нагревать. В заправленной системе нельзя проводить пайку. Особенно это относится к системам, заполненным горючим хладагентом.

Пайка в системе, содержащей хладагент, приведет к образованию продуктов разложения хладагента.

После того, как весь хладагент будет слит, заполните систему инертным газом. Это делается продувкой системы сухим азотом. Перед

продувкой система должна быть открыта еще в одном месте. Если компрессор неисправен, рекомендуется разрезать трубы на линии всасывания и нагнетания вблизи компрессора, не вскрывая холодильный контур.

Если компрессор исправен, рекомендуется разрезать трубу холодильного контура. Сначала продуйте инертный газ через испаритель, а затем — через конденсатор. Продувку следует делать при давлении газа на входе в систему приблизительно 5 бар в течение 1-2 минуты.

2.3

Фильтр-осушитель

Фильтр-осушитель адсорбирует то небольшое количество воды, которое попадает в систему за время ее эксплуатации. Кроме того, он действует как фильтр, защищая капиллярную трубку от закупоривания и устраняя проблемы с попаданием грязи в терморегулирующий вентиль.

Если система охлаждения вскрыта, всегда меняйте фильтр-осушитель, что гарантирует отсутствие влаги в обслуживаемой системе.

Замена фильтра-осушителя проводится без использования открытого пламени. При нагреве фильтра поглощенная им вода попадает обратно в систему. Необходимо также допускать, что в системе могут содержаться остатки горючих хладагентов.

При отсутствии горючих хладагентов можно использовать открытое пламя, но при этом необходимо разрезать капиллярную трубку и в процессе замены продувать через фильтр инертный газ в сторону открытого контура.

Обычно фильтр-осушитель способен адсорбировать воду в количестве около 10% от массы осушителя. В большинстве случаев возможности фильтра полностью не используются, но всегда рекомендуется выбирать фильтр большей производительности, чем это необходимо для системы.

Новый фильтр-осушитель должен быть сухим. Обычно с этим не бывает проблем, но важно быть уверенным, что фильтр имеет хорошее уплотнение, не пропускающее влагу при хранении и транспортировке. Фильтр-осушитель

устанавливают так, чтобы направление потока теплоносителя и направление силы тяжести совпадали. Тем самым гарантируется, что частицы материала типа «молекулярное сито» не будут тереться друг с другом и производить грязь, которая может закупорить вход капиллярной трубки. Вертикальное положение фильтра-осушителя способствует также более быстрому выравниванию давления в системах с капиллярной трубкой (рис. 10).

Рис. 10. Правильная установка фильтра-осушителя



Поскольку молекулы воды имеют размер порядка 2,8 Å, фильтры из материала типа «молекулярное сито» с размером ячейки 3 Å способны работать в системах с обычными хладагентами, задерживая молекулы воды и пропуская молекулы хладагента.

Компрессор	Осушитель
P и T	Не менее 6 г
F и N	Не менее 10 г
SC	Не менее 15 г

Осушители из материала типа «молекулярное сито» с размером пор около 3 Å поставляются компаниями:

UOP Molecular Sieve Division, USA (бывший Union Carbide)	4A-XH6	4A-XH7	4A-XH9
R12, R502	x	x	x
R22, R502	x		x
R134a, R404A		x	x
Смеси ГФУ- и ГХФУ-хладагентов			x
R290, R600a		x	x
Grace Davison Chemical, USA		574	594
R12, R22, R502		x	x
R134a			x
Смеси ГФУ- и ГХФУ-хладагентов			x
R290, R600a			x
CECA S.A., France		NL30R	Siliporite H3R
R12, R22, R502		x	x
R134a			x
Смеси ГФУ- и ГХФУ-хладагентов			x
R290, R600a			x

Фильтры-осушители с размером ячеек 3 Å: В торгово-промышленные системы охлаждения рекомендуется устанавливать фильтры типа DML.

Если необходимы фильтры, не содержащие

окиси алюминия, в системы с хладагентами R134a R404A можно устанавливать антикислотные фильтры DCC или DAS.

В системы с хладагентами R600a и R290 рекомендуется устанавливать фильтры DCLE032.

2.4

Проникновение влаги в систему в процессе ремонта

Во избежание проникновения влаги система охлаждения может быть открыта не более 15 минут, поэтому проводите ремонт быстро. Перед вскрытием системы убедитесь, что все компоненты, предназначенные для замены, находятся рядом.

2.5

Подготовка компрессора и электрооборудования к ремонту

При установке компрессора подкладывайте под его основание резиновые прокладки. Если компрессор опрокинется, в его патрубках соберется масло, что приведет к проблемам при пайке. Не используйте прокладки, взятые с неисправного компрессора, поскольку они менее эластичны, чем новые прокладки.

Снимите колпачки с патрубков компрессора и припаяйте трубы холодильного контура к патрубкам. Пока компрессор не врезан в систему, держите его закрытым.

Если ремонт задерживается, уплотните патрубки компрессора, штуцеры фильтра-осушителя и систему охлаждения.

Не оставляйте алюминиевые колпачки на патрубках компрессора.

Алюминиевые колпачки защищают компрессор от повреждения в процессе хранения и транспортировки, но не обеспечивают герметичности системы, находящейся под давлением. Наличие колпачков гарантирует, что компрессор не открывался после отгрузки с завода. Если колпачки отсутствуют или повреждены, компрессор нельзя устанавливать в систему, пока он не будет осушен и снова заправлен маслом.

Не используйте старое электрооборудование повторно.

С новым компрессором рекомендуется использовать только новые электрические компоненты, поскольку старые могут привести к выходу компрессора из строя.

Не включайте компрессор с неукомплектованным пусковым устройством.

Поскольку часть электрического сопротивления цепи приходится на пусковое устройство, включение компрессора с неукомплектованным пусковым устройством не обеспечит заданного пускового момента и может привести к быстрому нагреву пусковой обмотки компрессора и выходу его из строя.

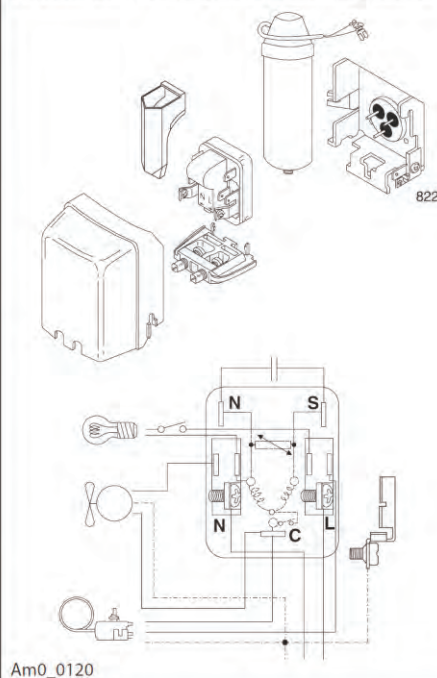
Не включайте компрессор, находящийся под вакуумом.

Включение компрессора, находящегося под вакуумом, может привести к разрушению электрических контактов внутри компрессора, поскольку изолирующие свойства воздуха снижаются по мере уменьшения давления.

На рисунке 11 показана монтажная схема компрессора с пусковым устройством РТС и устройством защиты обмоток. Рабочий конденсатор, подсоединенный к клеммам N и S, уменьшает энергопотребление компрессора.

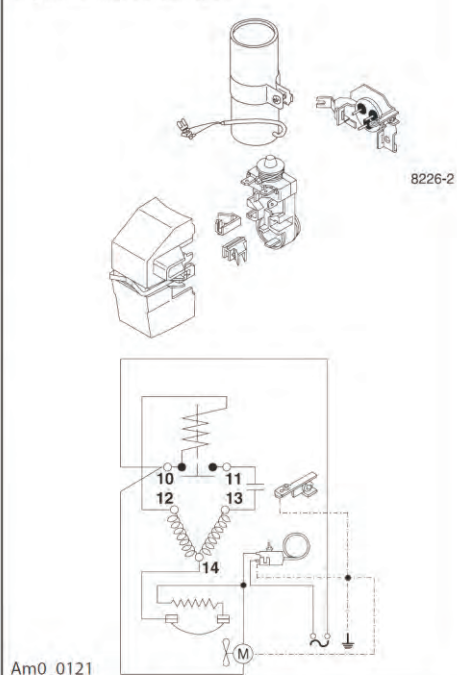
Если ремонт нельзя закончить полностью, открытую систему следует тщательно уплотнить и заполнить сухим азотом под небольшим избыточным давлением.

Рис. 11. Монтажная схема компрессора с пусковым устройством РТС и устройством защиты обмоток



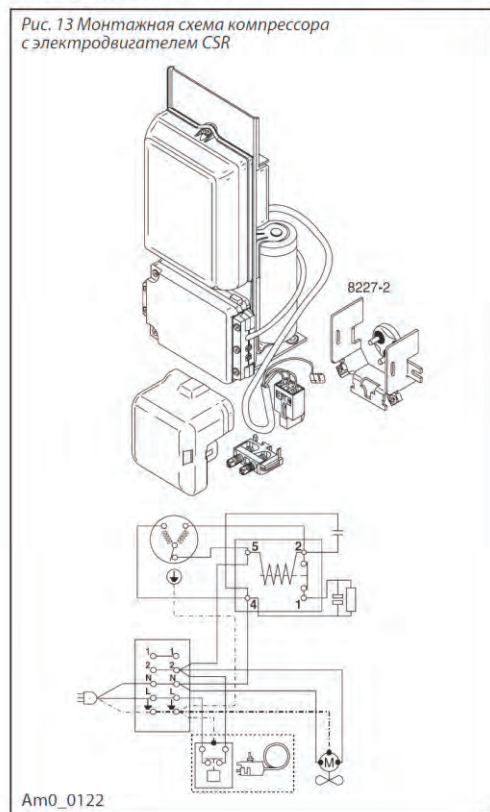
На рисунке 12 показана монтажная схема компрессора с пусковым реле, пусковым конденсатором и устройством защиты электродвигателя, установленным снаружи компрессора.

Рис. 12. Монтажная схема компрессора с пусковым реле и пусковым конденсатором



2.5
Подготовка компрессора
и электрооборудования
к ремонту
(продолжение)

На рисунке 13 показана монтажная схема компрессора большой мощности типа SC с электродвигателем типа CSR.



2.6
Пайка

При монтаже системы очень важно провести правильную пайку стыков.

Рекомендуемая посадка деталей при проведении пайки твердым припоем.

	Материал	Материал
Серебряный припой	Медные трубы	Стальные трубы
Easy-flo	0.05 - 0.15 мм	0.04 - 0.15 мм
Argo-flo	0.05 - 0.25 мм	0.04 - 0.2 мм
Sil-fos	0.04 - 0.2 мм	Не применяется

Патрубки компрессоров изготовлены из стали и покрыты медью. Они приварены к корпусу компрессора и не повреждаются в процессе нагрева при пайке.

Более подробная информация по вопросам пайки приведена в разделе «Инструкции по монтажу».

2.7 Вакуумирование

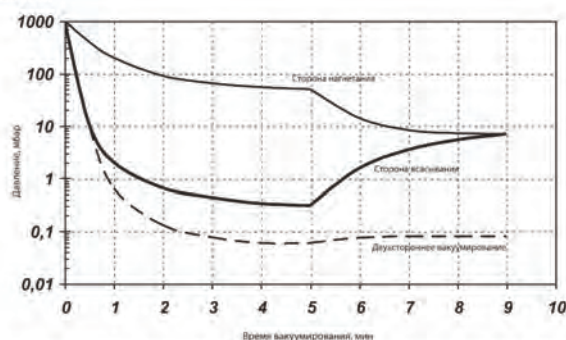
После того, как система будет собрана, ее следует отвакуумировать (удалить воздух из системы) и заправить хладагентом. Вакуумирование необходимо для правильной работы системы охлаждения. Основная цель вакуумирования — уменьшить количество неконденсирующихся газов (НКГ) в системе и удалить из нее влагу. Влага, содержащаяся в системе, может вызвать закупоривание льдом проходных отверстий, вступать в реакцию с хладагентом, вызывать старение масла, ускорять окислительные процессы и способствовать гидролизу изоляционных материалов.

Вакуумирование системы охлаждения. Неконденсирующиеся газы являются причиной повышенного давления конденсации и увеличивают опасность возникновения процессов коксования, а также вызывают повышенный расход энергии в холодильной установке. Объемное содержание НКГ в системе не должно превышать 1%.

Вакуумирование можно проводить различными способами в зависимости от объема стороны всасывания и нагнетания. Если испаритель

и компрессор имеют большой объем, может быть проведено одностороннее вакуумирование, в противном случае рекомендуется проводить двухстороннее вакуумирование. Одностороннее вакуумирование проводится через технологический штуцер компрессора, но при этом способе откачки воздуха достигается не слишком глубокий вакуум, а содержание НКГ в системе остается довольно большим. Удаление воздуха из линии нагнетания системы в этом случае осуществляется через капиллярную трубку, которая представляет собой узел с большим гидравлическим сопротивлением. В результате давление разрежения на стороне нагнетания будет выше, чем на стороне всасывания. Основным фактором, влияющим на содержание НКГ после вакуумирования, будет выравнивание давления в системе, которое зависит от объема системы. Действительно, объем системы на стороне нагнетания составляет 10-20% от общего объема, поэтому высокое конечное давление на стороне нагнетания оказывает меньшее влияние на выравнивание давления, чем низкое давление в большом объеме на стороне всасывания.

Рис. 14. Процесс вакуумирования



Am0_0133

2.8 Вакуумный насос и вакуумный манометр (вакуумметр)

Вакуумирование системы проводят вакуумным насосом (рис. 15).

Рис. 15. Вакуумный насос



Am0_0135

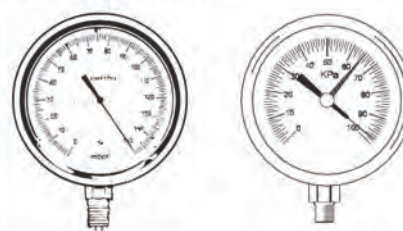
В качестве стационарной установки используется двухступенчатый вакуумный насос производительностью 20 м³/ч, но для вакуумирования систем охлаждения небольшого объема рекомендуется использовать вакуумный насос производительностью 10 м³/ч, поскольку он не такой тяжелый.

Применять для этой цели герметичный компрессор нежелательно, т.к. он не может откачать систему до необходимого низкого давления и, кроме того, компрессор, используемый в качестве вакуумного насоса, слишком перегревается и может выйти из строя. Электри-

ческое сопротивление воздуха уменьшается с падением давления, поэтому возможен пробой изоляции на токонесущих проводах или в обмотках электродвигателя. Этот насос можно использовать для вакуумирования всех систем, заправленных хладагентами различного типа с полиэфирным маслом. Для вакуумирования систем охлаждения с горючими хладагентами R600 и R290a следует иметь вакуумный насос во взрывобезопасном исполнении.

Нет смысла использовать вакуумный насос, если давление в системе нельзя измерить. В этом случае рекомендуется использовать вакуумный манометр в прочном корпусе (рис. 16), который способен измерять давления ниже 1 бар.

Рис. 16. Вакуумный манометр



Am0_0136

Am0_0137

3.0 Обращение с хладагентами

3.1 Заправка системы хладагентом

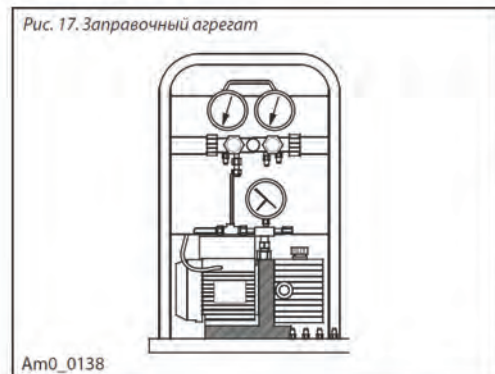
Для обеспечения длительного срока службы системы содержание влаги в хладагенте не должно превышать 200 ppm (20 мг/кг).

Не переливайте хладагент из большой емкости в небольшую тару с помощью промежуточных контейнеров, так как с каждым переливом содержание воды в хладагенте увеличивается.

Горючие хладагенты R290 и R600a храните и транспортируйте только в сертифицированных контейнерах. Обращайтесь с горючими хладагентами в соответствии с действующими инструкциями.

Обычно, если имеется нужный тип хладагента и известно количество заправляемого хладагента, заправка системы не вызывает никаких проблем (рис. 17).

Рис. 17. Заправочный агрегат



Тип хладагента и его количество устанавливаются производителем холодильника. Во многих случаях эта информация указана на заводской табличке холодильника. Компрессора различных марок содержат различное количество масла, поэтому при переходе к другой марке компрессора рекомендуется скорректировать количество заправляемого хладагента.

Заправка хладагента проводится по весу или по массе. Горючие хладагенты R290 и R600a заправляются по массе. Заправку по объему рекомендуется делать с помощью мерного стакана.

Хладагент R404A и все другие хладагенты этой серии следует заправлять в жидкой фазе. Если количество заправляемого хладагента неиз-

вестно, заправку проводите постепенно, пока не будет достигнуто правильное распределение температуры в испарителе.

Не пользуйтесь открытым огнем вблизи мест хранения хладагентов R290 и R600a.

Разрежьте систему охлаждения только с помощью резчика труб.

Замена хладагентов R12 или R134a хладагентом R600a не допускается, поскольку холодильники не прошли сертификацию для работы с горючими хладагентами, а их устройства защиты не проверены на соответствие действующим стандартам. То же самое относится к замене хладагентов R22, R502 и R134a хладагентом R290.

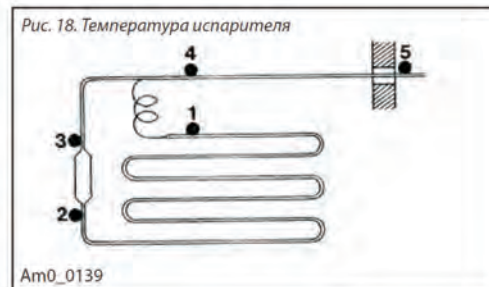
Рекомендуется перезаправить систему и затем постепенно сливать хладагент, пока в ней не останется нужное количество хладагента.

Заправку хладагента делают при работающем компрессоре при отсутствии тепловой нагрузки на систему с закрытой дверью холодильника.

При правильной заправке температура на входе и выходе испарителя должна быть одной и той же.

Температура всасывающего патрубка компрессора должна быть примерно равна температуре окружающего воздуха. В этом случае попадание влаги в теплоизоляцию холодильника будет исключено (рис. 18).

Рис. 18. Температура испарителя



Системы с терморегулирующим вентилем заправляйте хладагентом до тех пор, пока в смотровом стекле не исчезнут пузыри. Смотровое стекло должно быть расположено как можно ближе к терморегулирующему вентилю.

3.2 Максимальная заправка хладагента

При превышении максимально допустимого объема заправки, указанного в технической документации, после холодного включения компрессора масло в нем начнет пениться и может повредить клапанную доску компрессора.

Заправка хладагента не должна превышать количество жидкости, которое может поместиться на стороне нагнетания системы.

Тип компрессора	Максимальная заправка хладагента, г			
	R134a	R600a	R290	R404A
P	300 g	120 g		
T	400 g	150 g	150 g	600 g
TL...G	600 g	150 g	150 g	
N	400 g	150 g	150 g	
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
SC-Twin	2200 g			

При заправке обращайтесь также к технической документации на компрессор, так как максимальное количество заправляемого хладагента для отдельных типов холодильников может отличаться от заявленного в формуляре.

Верхний безопасный предел заправки системы горючими хладагентами R290 и R600a составляет 150 г. Максимальная заправка системы негорючими хладагентами лимитируется гидравлическим ударом.

3.3 Испытания

По окончании ремонтных работ необходимо убедиться, что замена оборудования принесла ожидаемые результаты. Необходимо убедиться, что испаритель охлаждается нормально и обеспечивает заданные температуры.

Для систем с капиллярной трубкой следует проверить, как работает компрессор по командам реле температуры. Далее необходимо проверить, обеспечивает ли дифференциал реле температуры достаточный интервал

времени для выравнивания давления в системе, чтобы компрессоры с низким пусковым моментом (LST) включались без срабатывания устройства защиты электродвигателя.

В районах, где падение напряжения электропитания не так уж редко, следует проверить производительность компрессора при напряжении в сети, равном 85% от номинального, поскольку при падении напряжения пусковой и крутящий моменты электродвигателя также падают.

3.4 Поиск течи

Герметичные системы охлаждения не должны пропускать хладагент. Чтобы холодильная установка достаточно долго работала, утечки хладагента не должны превышать 1 г за год.

Поскольку во многих системах охлаждения с горючими хладагентами R600a и R290 заправка не превышает 50 г, утечки в них не должны превышать 0,5 г за год. Такие небольшие потери можно измерить только высокоточным испытательным оборудованием.

Необходимо проверить все паяные соединения, в том числе места, где ремонтные работы не проводились.

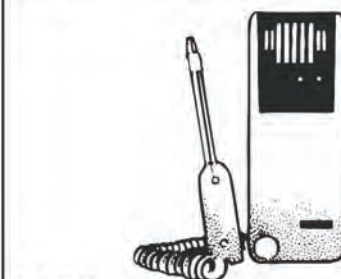
Стыки на стороне нагнетания системы (от нагнетательного патрубка компрессора до конденсатора и фильтра-осушителя) следует проверять при работающем компрессоре, поскольку он создает высокое давление.

Испаритель, трубопроводы линии всасывания и компрессор следует проверять при отключенном компрессоре и при выровненном давлении в системе, поскольку в этом случае

давление на стороне всасывания оказывается самым высоким (рис. 19).

Если нет электронного течеискателя (рис. 19), стыки можно проверить с помощью мыльной пены или распылителя, но микроскопические течи этим способом обнаружить нельзя.

Рис. 19. Электронный течеискатель



Am0_0113

4.0 Замена неисправного компрессора	<p>В данном разделе приведен порядок замены неисправного компрессора в герметичных системах охлаждения.</p> <p>Здесь предполагается, что замена компрессора вызвана повышением давления в системе при нормальном содержании в ней влаги. Тип управляемого хладагента соответствует типу</p>	<p>хладагента при начальной заправке. При поиске неисправности обнаружено, что поврежден компрессор. Если компрессор выйдет из строя в результате перегрева электродвигателя, система будет загрязнена продуктами горения, и порядок замены компрессора будет другим.</p>
4.1 Подготовка узлов холодильной установки	<p>Во избежание проникновения в систему влаги и грязи не вскрывайте ее до того, как будут подготовлены для замены необходимые компоненты установки.</p> <p>Установите в служебный патрубок нового компрессора технологический отвод с сервисным вентилем.</p> <p>В некоторых случаях желательно нарастить всасывающий патрубок компрессора соеди-</p>	<p>нительной трубой. Сделать это позже могут помешать стесненные условия на монтажной площадке.</p> <p>Когда компрессор будет готов, закройте сервисный вентиль и патрубки компрессора. Затем подготовьте фильтр-осушитель, но не снимайте с него защитные крышки.</p>
4.2 Слив хладагента	<p>Установите пробивной вентиль с соединительным шлангом, ведущим к блоку утилизации хладагента, на технологическом отводе компрессора. Вскройте отвод и слейте хладагент в блок утилизации в соответствии с действующими инструкциями.</p>	<p>Соблюдайте правила обращения с хладагентами, приведенные выше.</p>
4.3 Снятие неисправного компрессора	<p>Разрежьте трубы, подходящие к всасывающему и нагнетательному патрубкам компрессора, на расстоянии приблизительно 25-30 мм от патрубков, предварительно зачистив места разреза наждачной шкуркой и подготовив их для последующей пайки.</p> <p>Для облегчения анализа неисправности и по-</p>	<p>следующего ремонта компрессора укажите в сопроводительном документе причину неисправности и дату монтажа холодильной установки. Компрессоры, работавшие с хладагентами R600a и R290, перед отправкой изготовителю или поставщику должны быть вакууммированы и запечатаны.</p>
4.4 Удаление остатков хладагента	<p>Во избежание разложения остатков хладагента в процессе пайки, продуйте систему сухим азотом.</p>	<p>Для этого сначала подсоедините баллон с сухим азотом к разрезу всасывающей трубы, а затем к разрезу нагнетательной трубы.</p>
4.5 Снятие фильтра-осушителя	<p>Фильтр-осушитель, установленный на выходе из конденсатора, можно вырезать резчиком труб. Можно также удалить фильтр с помощью горелки, пропуская небольшой расход сухого</p>	<p>азота со стороны нагнетательной трубы в сторону конденсатора в процессе распайки стыков. Не допускайте при этом нагрева корпуса фильтра.</p>
4.6 Очистка мест пайки	<p>Удалите следы пайки с патрубков компрессора. Лучше всего это сделать щеткой, пока припой еще жидкий. Подготовьте концы труб к пайке, если это еще не сделано. Примите меры, чтобы грязь и металлические стружки не попали в систему при обработке мест соединений.</p> <p>При необходимости, при очистке труб пропускайте через них сухой азот.</p> <p>Новый фильтр-осушитель устанавливайте на выходе из конденсатора. Не открывайте штуцеры фильтра до начала монтажа. Не нагревайте корпус фильтра.</p> <p>Перед припайванием капиллярной трубки к фильтру во избежание блокирования входного отверстия сделайте на трубке небольшой ограничитель, как уже было указано ранее, чтобы конец трубки оказался в фильтре на нужном месте.</p>	<p>При пайке капиллярной трубки избегайте ее перегрева.</p> <p>Установите компрессор на резиновые прокладки.</p> <p>Установите электрооборудование и соедините провода. Проведите вакууммирование и заправку системы, как указано в разделах 2.7 и 3.1.</p> <p>Выполните необходимые проверки, как указано в разделах 3.3 и 3.4.</p> <p>После обжатия и пайки труб сервисный вентиль необходимо снять.</p>

5.0 Замена хладагента R12 другими хладагентами

5.1 Замена хладагента R12 альтернативным хладагентом

Если новая или уже действующая установка заправлена хладагентом R12, не производите никаких замен. Поскольку достать хладагент R12 в настоящее время невозможно или незаконно, подумайте, стоит ли производить ремонт холодильной установки, заправленной хладагентом R12.

Вряд ли стоит ремонтировать старую холодильную установку, если это подразумевает замену компрессора.

Другой альтернативный вариант связан с заменой хладагента R12 другим хладагентом.

5.2 Замена хладагента R12 хладагентом R134a

Для замены хладагента R12 в установках с низкими и средними температурами кипения используется хладагент R401A, а в установках с низкой температурой кипения — хладагент R401B, однако применение этих так называемых смесей не рекомендовано.

Если хладагента R12 нет в наличии или он не разрешен для применения, рекомендуется заменять его хладагентом R134a (см. также раздел 1.5).

При замене хладагента R12 хладагентом R134a имеется опасность, что в системе останутся продукты разложения старого хладагента, особенно ионы хлорида, или остатки хладагента, а также минерального или алкилбензольного масла. Поэтому следует принять меры, чтобы снизить концентрацию этих нежелательных веществ до допустимого уровня.

Перед заменой хладагента следует убедиться, что электродвигатель компрессора не сгорел. Если это случилось, компрессор необходимо заменить во избежание загрязнения системы.

При замене хладагента следует заменить и старый компрессор, даже если он не поврежден.

Порядок замены хладагента и компрессора приведен ниже. Если возник перерыв в работе, закройте все трубы и патрубки компрессора. При этом предполагается, что система чистая, а холодильный контур неразветвленный.

- Если в системе были утечки, найдите места течи.
- Установите сервисный вентиль на технологический отвод компрессора.
- Слейте хладагент, который остался в системе.
- Продуйте систему сухим азотом при атмосферном давлении.
- Снимите компрессор и фильтр-осушитель.
- Снова продуйте все компоненты системы сухим азотом.
- Проведите ремонт.

■ Установите новый компрессор соответствующей холодопроизводительности с хладагентом R134a.

■ Установите новый фильтр с осушителем 4AXH7 или 4AXH9 или эквивалентным им.

■ Отвакуумируйте систему и заправьте ее хладагентом R134a.

В системах с низкой температурой кипения (LBP) объем заправки хладагента R134a будет меньше объема старой заправки. Рекомендуется сначала заправить систему хладагентом R134a в количестве, составляющем 75% от старой заправки, и затем постепенно добавлять хладагент R134a, пока система не придет в равновесие.

- Закройте технологический отвод.
- Проверьте систему на отсутствие течи.
- Включите систему.
- После окончания ремонта укажите на этикетке, каким хладагентом и маслом заправлена система.
- После ремонта система начнет работать, но в ее контуре будет циркулировать небольшое количество оставшегося масла, которое может периодически нарушать подачу хладагента в испаритель, особенно в системах с капиллярной трубкой. Как это отразится на практической работе системы охлаждения, зависит от количества старого масла, оставшегося в системе.

5.3 Замена хладагента R134a хладагентом R12

В этом случае может быть использован порядок замены, приведенный в разделе 5.2. При замене используйте компрессор, предназначенный для работы с хладагентом R12, хладагент R12 и фильтр-осушитель типа 4A-XH6, 4A-XH7 или 4A-XH9.

Обратите внимание, что объем заправки хладагента R12 должен быть больше, чем хладагента R134a. Во многих странах использование хладагента R12 запрещено, но в некоторых случаях без него нельзя обойтись.

5.4 Замена хладагента R502 хладагентом R404A

Предполагается, что компрессор в системе, заправленной хладагентом R502, необходимо заменить компрессором, работающим с хладагентом R404A. Новый компрессор должен быть заправлен сертифицированным полиэфирным маслом.

Остатки масла, минерального или алкилбензольного, должны быть удалены из системы.

В этом случае фильтр-осушитель следует заменить новым фильтром с осушителем типа 4A-XH9.

Если система сильно загрязнена, продуйте ее сухим азотом. В крайнем случае замените масло в компрессоре.

Порядок замены масла описан в разделе 5.2.

6.0 Системы, содержащие влагу

Степень загрязнения системы влагой может сильно различаться, от чего зависит способ осушения системы.

Системы, содержащие влагу, можно разбить на две категории: системы с низким содержанием влаги и системы с высоким содержанием влаги. Системы с низким содержанием влаги —

это неповрежденные системы, способные обеспечить избыточное давление хладагента. Системы с высоким содержанием влаги — это системы, которые находились в контакте с атмосферой и получили дополнительное количество влаги. Эти две категории следует рассматривать независимо.

6.1 Системы с низким содержанием влаги

Эти системы характеризуются закупориванием капиллярной трубки или терморегулирующего вентиля ледяной пробкой. При подводе тепла ледяная пробка постепенно исчезает, но если хладагент продолжает циркулировать, пробка появляется снова.

Этот дефект возникает по следующим причинам:

- Система смонтирована недостаточно аккуратно.
- Устанавливаемые компоненты были влажными.
- в систему был заправлен хладагент с высоким содержанием влаги.
- Система часто модернизировалась или ремонтировалась.

Обычно содержание влаги в системе оказывается небольшим и дефект может быть устранен простой заменой хладагента или установкой фильтра-осушителя. Процедура замены хладагента и осушителя заключается в следующем:

- а) Откройте систему через технологический отвод и слейте хладагент. Рекомендуется сначала включить компрессор и дать ему разогреться. В этом случае влага и хладагент, оставшиеся в электродвигателе и масле, выйдут в систему. Если лед заблокирует капиллярную трубку или терморегулирующий вентиль, компрессор будет работать, но испаритель не будет охлаждаться. Если капиллярная трубка или терморегу-

лирующий вентиль расположены в доступном месте, их можно разогреть лампой или тканью, смоченной в горячей воде, и восстановить циркуляцию хладагента. Можно также увеличить температуру кипения в системе, нагревая испаритель. Не используйте для этого открытое пламя.

- б) После слива хладагента продуйте систему сухим азотом. Подачу азота производите через технологический отвод компрессора. Сначала продуйте сторону всасывания системы, затем сторону нагнетания. В первом случае направляйте поток газа от компрессора к испарителю с выходом через капиллярную трубку, во втором — через компрессор и конденсатор с выходом через фильтр-осушитель, установленный после конденсатора. Продувку рекомендуется делать при высоком давлении газа, чтобы удалить все масло из компонентов системы.
- в) Замените фильтр-осушитель и удалите технологический отвод, как описано выше. Не забудьте, что фильтр-осушитель должен быть слегка переразмерен.
- г) После сборки системы проведите тщательное вакуумирование. Заправьте систему хладагентом и проведите необходимые испытания в соответствии с действующими инструкциями.

6.2 Системы с высоким содержанием влаги

Если в система разгерметизирована и давление в системе упало, в систему проникнет влага. Чем больше времени будет открыта система, тем более высокое содержание влаги окажется в системе. Если в это время будет работать компрессор, положение усугубится. Влага проникнет в компрессор, фильтр-осушитель и другие компоненты системы в зависимости от их способности поглощать воду.

В компрессоре воду поглощает, в основном, масло, находящееся в кожухе компрессора. В испарителе, конденсаторе и трубопроводах воду поглощает масло, распространившееся по системе.

Естественно, большая часть влаги остается в компрессоре и фильтре-осушителе, поэтому возникает опасность, что в клапанной доске компрессора начнется коксование, которое может привести к выходу компрессора из строя. Отсюда следует, что компрессор и фильтр-осушитель необходимо заменить:

- а) Удалите компрессор из системы, используя резчик труб.

- б) Разрежьте капиллярную трубку на выходе из конденсатора и продуйте через конденсатор сухой азот. Снимите фильтр-осушитель. Снова продуйте систему сухим азотом под давлением, чтобы удалить масло из конденсатора. Закройте вход и выход конденсатора.

- в) Продуйте линию всасывания и испаритель. Эффективность продувки увеличится, если разрезать капиллярную трубку на входе в испаритель. Продувку системы сухим азотом проводите в двух местах: сначала через трубопровод линии всасывания и испаритель, затем через капиллярную трубку. Если причиной ремонта является поврежденная капиллярная трубка, замените также весь теплообменник.
- г) Установите в систему новый компрессор и новый фильтр-осушитель заданной производительности.

6.2 Системы с высоким содержанием влаги (продолжение)

Вакуумирование, заправку и проверку системы проводите с особой тщательностью в соответствии с действующими правилами. Для простых систем охлаждения используйте обычную процедуру вакуумирования и заправки. Для труднодоступных систем сложной конструкции лучше использовать следующий порядок вакуумирования и заправки:

- д) Удалите компрессор из системы, используя резчик труб.
- е) Разрежьте капиллярную трубку на выходе из конденсатора. Продуйте трубопроводы линии всасывания и нагнетания сухим азотом.
- ж) Установите на выходе из конденсатора новый слегка переразмеренный фильтр-

осушитель. Соедините капиллярную трубку с фильтром-осушителем.

- з) Если система, за исключением компрессора, не повреждена, снова проведите ее осушение. Осушение проводите одновременно во всей системе: соедините трубопроводы всасывания и нагнетания с вакуумным насосом и откачивайте воздух до давления не более 10 мбар. Выровняйте давление в системе с помощью сухого азота. Повторите цикл вакуумирования и выравнивания давления.
- и) Установите новый компрессор. Отвакуумируйте, заправьте и испытайте систему охлаждения.

6.3 Осушение компрессора

В некоторых случаях возникает необходимость ремонта влажного компрессора в цеху и выбора способа ремонта.

Желаемый результат может дать способ, описанный ниже, при условии его строгого соблюдения:

- Удалите из компрессора масло.
- Залейте внутрь компрессора негорючий хладагент под низким давлением (0,5—1 л) или растворитель.
- Закройте компрессор с хладагентом (растворителем) и потрясите его во всех плоскостях, чтобы хладагент вошел в контакт со всеми внутренними поверхностями.
- Слейте хладагент, как положено.
- Повторите операцию еще раз или два раза и убедитесь, что в компрессоре не осталась масла.
- Продуйте компрессор сухим азотом.
- Соедините компрессор с вакуумным насосом и газовым баллоном, как показано на рисунке 20.
- Закройте нагнетательный патрубок.

Соединения трубопроводов с всасывающим патрубком компрессора должны быть герметичными. Герметизация достигается пайкой мест соединений или использованием подхо-

дящих вакуумных шлангов.

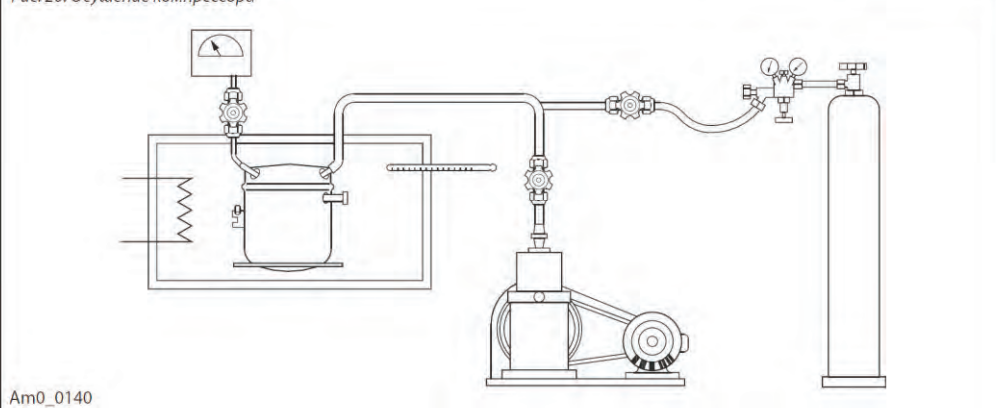
Перед вакуумированием доведите температуру компрессора до 115—130 °С. Начните вакуумирование и доведите давление в компрессоре до 0,2 мбар или ниже.

Требуемое разрежение достигается только при герметичных соединениях.

Содержание влаги в компрессоре зависит от времени вакуумирования. Если компрессор сильно загрязнен, заполнение системы сухим азотом при атмосферном давлении с последующей его откачкой, сделанное несколько раз, резко повысит эффективность осушения.

- Закройте патрубок, соединенный с вакуумным насосом, и выровняйте давление в системе.
- Поддерживайте вакуум при данной температуре приблизительно 4 часа.
- По окончании процесса осушения заполните компрессор сухим азотом под атмосферным давлением и загерметизируйте патрубки компрессора.
- Заправьте компрессор маслом заданного типа в заданном количестве и установите его в систему охлаждения.

Рис. 20. Осушение компрессора



6.4 Заправка компрессора маслом

Если уровень масла в компрессоре уменьшился, его необходимо дозаправить.

На некоторых компрессорах количество заправленного масла указывается на заводской табличке, однако далеко не на всех, поэтому тип и количество заправляемого масла необходимо

определять по технической документации.

Заправляйте компрессор только маслом разрешенного типа. При заправке компрессора маслом учитывайте, что при сливе через патрубок приблизительно 50 см³ масла остается в компрессоре.

7.0 Потеря хладагента

Термин «потеря хладагента» употребляется в случаях, когда холодильная установка не достигает номинальной производительности вследствие недостаточного количества хладагента в системе.

В результате ремонта системы давление в ней поддерживается на уровне, при котором проблемы, связанные с попаданием влаги в систему, не оказывают существенного влияния на работу установки.

Потеря заправки приводит к тому, что установка работает малоэффективно. Время работы установки увеличивается, и компрессор практически не отключается. Испаритель покрывается инеем лишь частично и, в основном, вблизи места впрыска хладагента. Компрессор работает при низком давлении кипения, в результате чего потребляемая мощность и потребляемый ток компрессора снижаются. Из-за пониженного расхода хладагента температура компрессора повышается.

Отличие между «потерей заправки» и «закупориванием капиллярной трубки» заключается в том, что в первом случае давление в конденсаторе выше, чем во втором, однако через некоторое время эти давления становятся одинаковыми. В результате закупоривания капиллярной трубки весь хладагент перекачивается в конденсатор, и давление в нем повышается. Как только испаритель становится пустым, конденсатор остывает.

Когда капиллярная трубка блокируется полностью, выравнивания давлений в отключенной системе не происходит.

При потере заправки давление в конденсаторе становится ниже, чем при нормальной заправке.

Значительная часть времени при ремонте установки затрачивается на поиск причины неисправности. Если причина не будет найдена, повторение дефекта будет только вопросом времени.

При закупоривании капиллярных трубок в небольших системах охлаждения их обычно выбрасывают за негодностью. В больших системах практикуют замену теплообменника на линии всасывания.

Ремонт систем при потере заправки заключается в следующем (для негорючих хладагентов):

- а) Установите сервисный вентиль на технологическом отводе компрессора. Установите манометр, который будет использоваться для поиска неисправности.
 - б) Поднимите давление в системе до 5 бар.
 - в) Проверьте все стыки и выявите места выделения масла. При поиске течи используйте течеискатель.
 - г) Сравните давление. Разрежьте капиллярную трубку у выхода из конденсатора. Продуйте систему сухим азотом.
 - д) Замените фильтр-осушитель, как было описано ранее.
- Закройте технологический отвод и устраните течь.
- е) Отвакуумируйте систему и заправьте ее хладагентом. Снова проверьте систему на отсутствие течи. После испытаний системы под давлением отвакуумируйте ее мощным вакуумным насосом.

8.0 Пережог электродвигателя

Пережог электродвигателя связан с разрушением электрической изоляции. Сгоревший электродвигатель — это двигатель с поврежденной изоляцией.

Пережог электродвигателя происходит из-за того, что электроизоляция обмоток длительное время находится под воздействием высокой температуры. Температура обмоток достигает критического значения при неблагоприятных условиях эксплуатации компрессора.

Такие условия могут возникнуть при снижении эффективности охлаждения компрессора (например, при выходе из строя вентилятора), при грязном конденсаторе или при высоком напряжении электропитания.

Такой же эффект может оказать потеря хладагента. Охлаждение электродвигателя осуществляется циркулирующим хладагентом. При потере хладагента давление кипения резко понижается, так же понижается расход хладагента и эффективность охлаждения падает.

Во многих случаях устройство защиты электродвигателя, установленное в клеммной коробке на корпусе компрессора, в таких условиях не действует. Устройство защиты срабатывает при превышении допустимого тока и температуры. При низком значении потребляемого тока для срабатывания устройства защиты необходимо, чтобы температура вокруг него была высокой.

При низкой температуре кипения с уменьшением эффективности теплопередачи разность температур между электродвигателем и корпусом компрессора увеличивается и внешнее устройство защиты не имеет возможности контролировать температуру электродвигателя.

Устройство защиты обмоток, установленное внутри электродвигателя, способно более эффективно защитить компрессор от перегрева, так как оно непосредственно контролирует температуру обмоток электродвигателя.

При нарушении электроизоляции и замыкании электрической цепи образуется электрический разряд с высокой температурой. При этой температуре происходит разложение хладагента и масла. По мере работы компрессора продукты разложения начинают циркулировать внутри контура и загрязняют систему.

При разрушении некоторых хладагентов образуется кислота. Если при замене компрессора не проведена очистка системы, следующая поломка остается делом времени.

В домашних холодильниках выход из строя электродвигателей герметичных компрессоров происходит довольно редко. Обычные неисправности в пусковых обмотках не приводят к загрязнению системы охлаждения, но короткие замыкания в основных обмотках загрязняют ее очень сильно.

8.1 Кислотность масла

Поскольку пережог электродвигателя приводит к загрязнению системы кислотными продуктами, в качестве критерия необходимости чистки системы принимают кислотность масла.

Наиболее сильно подвержены загрязнению компрессор и сторона нагнетания системы до фильтра-осушителя. При сливе масла из системы масло, взятое из компрессора, покажет степень загрязнения или кислотность системы.

Анализ состояния масла, помещенного в прозрачную испытательную колбу, делается очень просто. Если масло темного цвета, грязное, содержащее продукты разрушения изоляции электродвигателя, и имеет запах кислоты, значит, произошел пережог электродвигателя.

8.2 Система со сгоревшим компрессором

Ремонт системы, содержащей продукты разложения хладагента и масла, проводить не рекомендуется. Если же ремонт необходим, нужно обязательно удалить из системы продукты разложения, чтобы исключить загрязнение системы и выход из строя нового компрессора.

Порядок ремонта системы должен быть следующим:

- а) Снимите поврежденный компрессор. Продуйте систему сухим азотом и удалите из нее старое масло.
- б) Установите новый компрессор. В линии всасывания перед компрессором установите антикислотный фильтр типа DAS компании Данфосс, который будет защищать компрессор от продуктов разложения.
- в) Отвакуумируйте систему и заправьте ее хладагентом. Включите компрессор и дайте ему проработать не менее 6 часов.

г) Проверьте масло на кислотность.

Если качество масла хорошее, дальнейшую очистку системы можно не проводить. Снимите фильтр в линии всасывания. Продуйте капиллярную трубку. Установите на выходе из конденсатора новый фильтр-осушитель, например, фильтр типа DML компании Данфосс. Отвакуумируйте систему и заправьте ее хладагентом.

д) Если при проверке кислотность масла окажется высокой, замените фильтр на линии всасывания, дайте возможность установке проработать еще 48 часов и снова проверьте качество масла. Если качество масла окажется удовлетворительным, продолжайте работы по пункту г).

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	42
РЕЖИМ ОТКАЧКИ	42
МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ	42
ПОДГОТОВКА TX200 К ОТКАЧКЕ ХЛАДАГЕНТА	43
НЕ ВЫКЛЮЧАЙТЕ TX200 И НЕ ОТСОЕДИНЯЙТЕ ШЛАНГИ.	43
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:	43
ПОРЯДОК БЫСТРОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ХЛАДАГЕНТА	43
ОТКАЧКА ВОЗДУХА ИЗ БАЛЛОНА ERC	44
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПРЕССОРА КАЖДЫЙ РАЗ ДО НАЧАЛА РАБОТЫ	45
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКА	45
ЗАМЕНА ВНЕШНЕГО ОДНОРАЗОВОГО ФИЛЬТРА	45
НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ВСАСЫВАНИЯ	46
НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	46
НЕИСПРАВНОСТЬ:	46
РЕКОМЕНДАЦИЯ:	46
СПИСОК КОМПЛЕКТУЮЩИХ	47
СХЕМА ПОТОКОВ МОДЕЛИ 200	47
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА МОДЕЛИ 200	47

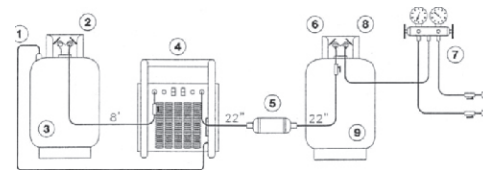
МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Допускается производить откачку только хладагентов R12, R22 или R502.
 - Используйте защитные перчатки и очки. Возможно обморожение, поскольку температура кипения хладагента очень низка.
 - Выполняйте операции с TX200 последовательно во избежание преждевременного отсоединения шлангов или открывания клапанов, приводящих к выбросу хладагента в атмосферу.
 - Не подвергайте TX200 воздействию влаги и не эксплуатируйте в местах с повышенной влажностью.
 - Используйте TX200 только при наличии механической вентиляции, гарантирующей, как минимум, четырехкратный обмен воздуха за час.
 - Для того, чтобы при отсоединении свести к минимуму выброс хладагента наружу, шланги снабжены запорными устройствами, расположенными на расстоянии 30 мм от точки соединения с обслуживаемой системой.
 - Отключите электропитание аппарата перед выполнением любых операций по его обслуживанию.
 - Избегайте использования удлинителей. При необходимости используйте исправный трехжильный заземленный провод сечением 2,5 мм² и минимальной длины.
 - Соедините аппарат с правильно защищенной и заземленной розеткой. Не перегружайте электрическую цепь.
 - При подсоединении устройства защиты от переполнения отсоедините от розетки кабель электропитания во избежание поражения электрическим током. Не применяйте силу при подключении устройства защиты от переполнения. Внимательно посмотрите на расположение штырей на вилке и совместите их с гнездами на устройстве защиты от переполнения.
- НЕ СОЕДИНЯЙТЕ НАПРЯМУЮ TX200 И ТРУБКИ ДЛЯ ЖИДКОСТИ ЛЮБОЙ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА. ВСЕГДА СОЕДИНЯЙТЕ TX200 И СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ БАЛЛОН. НЕВЫПОЛНЕНИЕ ЭТОГО ТРЕБОВАНИЯ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОЛОМКЕ КОМПРЕССОРА АППАРАТА TX200.

РЕЖИМ ОТКАЧКИ

На рис.1 представлена схема рекомендуемого соединения TX200 и системы кондиционирования воздуха.

1 - защита от переполнения; 2 - клапан для жидкости; 3 - баллон ERC; 4 - аппарат MaxLiteTX200 компании RTI; 5 - внешний одноразовый фильтр; 6 - клапан для паров; 7 - коллектор манометров, ведущий к системе кондиционирования воздуха (предоставляется заказчиком); 8 - клапан для жидкости; 9 - баллон DOT (предоставляется заказчиком).



200Ru88lan.DWG

Рис. 1. Подсоединение аппарата TX200 для откачки

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

Шланг от системы кондиционирования воздуха должен подсоединяться к клапану для жидкости баллона DOT. Шланг, соединяющий баллон DOT с внешним одноразовым фильтром, должен подсоединяться к клапану для паров баллона DOT. Это предотвратит проникновение больших количеств жидкого хладагента, масла и кислоты внутрь TX200, что могло бы привести к повреждению компрессора. Для того, чтобы отличить клапан для жидкости от клапана для пара, не руководствуйтесь цветами рукояток на клапанах. Всегда проверяйте надписи, выдавленные на рукоятках. Баллон ERC всегда должен быть оснащен устройством защиты от переполнения. При подсоединении устройства защиты от

переполнения, отсоедините от розетки кабель электропитания во избежание поражения электрическим током. Подсоедините желтый провод от TX200 к устройству защиты от переполнения на баллоне ERC. Не применяйте силу при подключении устройства защиты от переполнения. Внимательно посмотрите на расположение штырей на вилке и совместите их с гнездами на устройстве защиты от переполнения. Подсоедините шнур питания TX200 к правильно защищенной заземленной розетке. Избегайте использования удлинителя. При необходимости используйте исправный трехжильный заземленный провод сечением 2,5 мм² и минимальной длины.

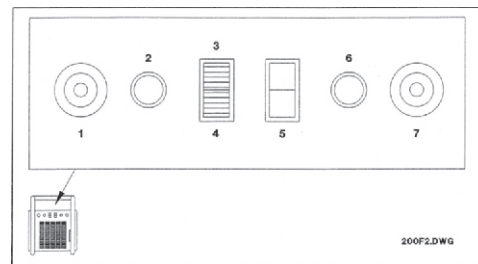
ПОДГОТОВКА TX200 К ОТКАЧКЕ ХЛАДАГЕНТА

1 - выход, 2 - баллон заполнен; 3 - включено; 4 - выключено; 5 - глубокий вакуум; 6 - компрессор включен; 7 - вход
Рис. 2. Панель управления TX200.

Нажмите на верхнюю часть переключателя ВКЛ/ВЫКЛ. (поз. 3/4 на рис. 2). В переключателе загорится лампочка, указывающая, что TX200 включен. Загорится индикатор КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2) и TX200 начнет откачку хладагента.

При заполнении баллона ERC загорится индикатор БАЛЛОН ЗАПОЛНЕН (поз. 2 на рис. 2).

TX200 будет откачивать хладагент до тех пор, пока тот не кончится. Затем компрессор



выключится и индикатор КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2) погаснет.

НЕ ВЫКЛЮЧАЙТЕ TX200 И НЕ ОТСОЕДИНЯЙТЕ ШЛАНГИ.

Небольшое количество жидкого хладагента может остаться в системе кондиционирования воздуха. При возрастании температуры компонентов системы до температуры окружающего воздуха эта жидкость испарится (выкипит) и увеличит давление в системе. Если давление возрастет до заранее установленного уровня, TX200 снова начнет откачку хладагента. Компрессор включится и загорится индикатор КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2).

Это может продолжаться до тех пор, пока индикатор КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2) не останется погасшим в течение, как минимум, двух минут.

При необходимости можно нажать переключатель ГЛУБОКИМ ВАКУУМ (поз. 5 на рис. 2) для получения глубокого вакуума. Для того, чтобы выключить TX200, нажмите на нижнюю часть главного выключателя ВКЛ/ВЫКЛ. (поз. 3/4 на рис. 2).

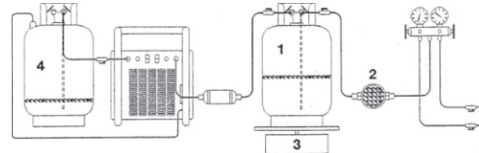
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ІА НЕААОАД ІДІЕЧАІАЕОД ІОБАХЕО
ЕЕАЕІНОЕ
ЕЧ НЕНОАІ ЕІІАЕОЕІЕБІААІЕБ
АІЧАООА, АІАНДІІНОД ЕІОІБУО
ІБААУОААД 20 ООІОІА (9 ЕА), ЧА
ЕНЕЕХАІЕАІ ОАО НЕОХААА, ЕІААА
ААААОНБ ІААЕХАІЕА ЧА ААНІІ

ААЕЕІІА ДОТ, ІІАЕЕХАІІІАІ НІ
НОІБІІУ АОІАА АІІАДАОА.
ДОБІАІАНОАОБНУ ІІЕІАЕУІУІ
СІАХАІЕАІ АІАНДІІНОЕ ААЕЕІІА, ІА
ІАІІЕІБЕОА ААІ АІЕАА, ХАІ ІА 80%.
АЕБ ЕІІОДІЕБ ААНА ІДІАІБЕОА
ААНУ.

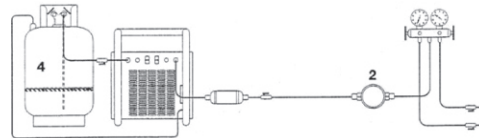
ПОРЯДОК БЫСТРОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ХЛАДАГЕНТА

Задача каждого техника - извлечь весь хладагент из установки кондиционирования воздуха за кратчайшее время. Как правило, этот хладагент будет как в жидком, так и в парообразном виде. TX200 ни в коем случае нельзя подключать напрямую к источнику жидкого хладагента, так как это может привести к порче агрегата. Ниже показано, как Цилиндр 1 подсоединен между установкой кондиционирования и TX200. Во избежание переполнения Цилиндра 1 необходимо пользоваться Шкалой 3. Жидкость из системы кондиционирования

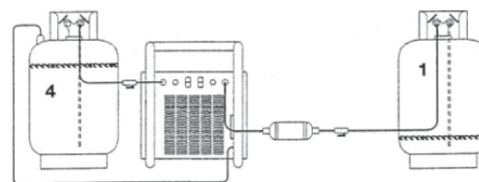


будет быстро втягиваться в Цилиндр 1, а тем временем TX200 улавливает только пары и помещает их в Цилиндр 4. Жидкость можно наблюдать через Смотровое Стекло 2, подсоединенное так, что оно расположено на той же линии.

После завершения извлечения всей жидкости необходимо снять Цилиндр 1 и подсоединить TX200 напрямую, как показано на следующей иллюстрации. Тогда TX200 быстро вытянет весь оставшийся парообразный хладагент из установки кондиционирования.



После опорожнения системы кондиционирования, можно вновь подсоединить TX200 к Цилиндру 1 и извлечь оставшийся хладагент (это может быть сделано за то время, пока техник производит техобслуживание установки кондиционирования).



ОТКАЧКА ВОЗДУХА ИЗ БАЛЛОНА ERC

Откачанный хладагент, находящийся в баллоне ERC, может содержать воздух. Этот воздух увеличит давление в баллоне ERC и замедлит откачку. Наличие слишком большого количества воздуха может даже привести к остановке ведущегося с помощью TX200 процесса откачки ввиду отключения из-за высокого давления.

Для выявления необходимости сброса воздуха проверьте давление в баллоне ERC следующим образом:

Соедините манометр высокого давления, находящийся на коллекторе для манометров, с клапаном для пара баллона ERC. Определите температуру воздуха и сравните показания манометра с давлением, указанным справа в таблице давления для откачки воздуха. Если давление в баллоне ERC превышает указанное в таблице, медленно откройте клапан коллектора манометров, чтобы воздух медленно выходил наружу до тех пор, пока показания манометра не совпадут со значением, указанным в таблице.

Сброс воздуха можно производить в любой момент как в ходе откачки, так и после откачки, до тех пор, пока температура баллона ERC остается выше температуры окружающего воздуха. После того, как баллон ERC состыл до температуры воздуха, можно производить сброс до давления, определяемого по стандартной таблице зависимости давления от температуры.

ПРИМЕЧАНИЯ:

Отключение из-за высокого давления можно определить по погасшему индикатору КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2) и положительному давлению на входе TX200. Вентилятор холодильника будет продолжать работать и компрессор аппарата TX200 может включаться и выключаться в соответствии с увеличением или уменьшением выходного давления.

ТАБЛИЦА ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОТКАЧКИ ВОЗДУХА

ТАБЛИЦА ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОТКАЧКИ ВОЗДУХА				
°C	R12	R22	R502	R134a
0	3,03	5,45	6,34	2,90
1	3,15	5,63	6,59	3,01
2	3,28	5,79	6,76	3,10
3	3,38	6,00	6,97	3,28
4	3,52	6,34	7,24	3,45
5	3,66	6,55	7,52	3,66
6	3,79	6,76	7,76	3,81
7	3,93	6,97	8,00	3,97
8	4,07	7,18	8,22	4,12
9	4,24	7,40	8,43	4,28
10	4,41	7,66	8,76	4,41
11	4,57	7,91	9,02	4,57
12	4,73	8,17	9,28	4,73
13	4,89	8,43	9,54	4,89
14	5,05	8,69	9,80	5,05
15	5,22	8,95	10,06	5,24
16	5,38	9,21	10,33	5,42
17	5,54	9,47	10,60	5,60
18	5,70	9,73	10,88	5,79
19	5,87	9,99	11,17	5,97
20	6,07	10,34	11,66	6,34
21	6,28	10,64	11,95	6,59
22	6,48	10,94	12,25	6,83
23	6,69	11,24	12,55	7,07
24	6,90	11,59	12,90	7,31
25	7,11	11,93	13,24	7,56
26	7,31	12,28	13,59	7,80
27	7,52	12,63	13,94	8,04
28	7,73	12,98	14,29	8,28
29	7,94	13,32	14,63	8,52
30	8,14	13,79	15,10	8,76
31	8,35	14,12	15,48	9,04
32	8,55	14,44	15,86	9,32
33	8,80	14,76	16,27	9,59
34	9,05	15,14	16,67	9,87
35	9,30	15,52	17,08	10,15
36	9,55	15,89	17,49	10,43
37	9,79	16,27	17,90	10,71
38	10,04	16,65	18,31	10,99
39	10,29	17,03	18,71	11,26
40	10,62	17,59	19,24	11,52
41	10,83	18,03	19,65	11,81
42	11,08	18,47	20,06	12,09
43	11,32	18,92	20,47	12,42
44	11,60	19,38	20,91	12,77
45	11,88	19,83	21,38	13,12
46	12,16	20,29	21,85	13,47
47	12,44	20,75	22,32	13,82
48	12,73	21,20	22,80	14,16
49	13,01	21,66	23,27	14,51
50	13,29	22,12	23,74	14,86

**ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ
КОМПРЕССОРА
КАЖДЫЙ РАЗ ДО
НАЧАЛА РАБОТЫ**

Проверьте уровень масла в компрессоре перед каждой откачкой. Указатель уровня масла виден через прорезь сбоку аппарата. Уровень масла должен находиться в нижней половине смотрового стекла. Избыток масла вызовет шум при работе компрессора; недостаток масла приведет к перегреву и может вызвать повреждение поршня или подшипника.

ДОБАВЬТЕ МАСЛО В КОМПРЕССОР
Запустите TX200 и дайте ему работать с закрытым шаровым клапаном входного шланга до тех пор, пока не погаснет индикатор КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2). Нажмите и держите нажатым переключатель высокого вакуума в течение

примерно 30 секунд для создания более глубокого вакуума. Оставьте электропитание TX200 включенным. Налейте в мерную емкость масло для компрессора 3GS. Погрузите конец входного шланга в масло и приоткройте шаровой клапан. Масло будет поступать в TX200 из-за разрежения в шланге. Залейте около 30 мл масла и закройте клапан. После завершения откачки опять проверьте уровень масла в TX200.
СМЕНИТЕ МАСЛО В КОМПРЕССОРЕ
Необходимо менять масло в компрессоре каждые 90 дней (или примерно через каждые 100 рабочих циклов или 50 рабочих часов). Замените масло в компрессоре следующим образом:

1. Отключите электропитание и снимите крышку.
2. Снимите крышки с отверстия для вентиляции (верхнее) и отверстия для слива масла (нижнее), имеющих в компрессоре.
3. Снимите золотники с обоих отверстий и наклоните TX200 примерно под 45 градусов таким образом, чтобы отверстие для стока оказалось как можно ниже.
4. Подставьте подпорку и дайте маслу стечь в течение примерно 15 минут.
5. Наклоните TX200 в другую сторону так, чтобы оба отверстия (для вентиляции и слива масла) оказались как можно выше.
6. Используя шприц или масленку, залейте в отверстие для стока 175 мл компрессорного масла. Не превышайте предела в 225 мл.
7. Поставьте на место на обоих отверстиях золотники и крышки. Поставьте на место крышку TX200.
8. Оставьте TX200 в нормальном положении (на горизонтальной поверхности) на 30 минут для того, чтобы масло устоялось.
9. Добавляйте масло согласно приведенной выше инструкции до тех пор, пока уровень масла не дойдет до нижней половины смотрового стекла указателя уровня масла.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ
ХОЛОДИЛЬНИКА**

Производите очистку холодильника для обеспечения эффективности его работы. Отключите источник электропитания и снимите крышку холодильника. Продуйте сжатым воздухом охлаждающие ребра с целью удаления из них мусора. Поставьте крышку холодильника на место, а затем подключите источник электропитания.

**ЗАМЕНА ВНЕШНЕГО
ОДНОРАЗОВОГО
ФИЛЬТРА**

Заменяйте внешний одноразовый фильтр по следующему регламенту:
В автоматическом режиме: После 100 рабочих циклов.
В коммерческом режиме: После каждого рабочего цикла, в котором произошло перегорание компрессора.
После 20 рабочих циклов с обычным обслуживанием. Информация о порядке заказа комплектующих приведена в конце данного руководства.

НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ВСАСЫВАНИЯ

TX200 был настроен и испытан у изготовителя для обеспечения наиболее эффективного функционирования при температурах в диапазоне 10 - 49° С. Настройка клапана регулятора давления всасывания оптимизирована для предотвращения отключения из-за высокого давления при более высоких температурах. Повышенная скорость откачки может при обычной рабочей температуре (около 21° С) быть достигнута путем перенастройки клапана регулятора давления всасывания. Ниже описано, как перенастраивать клапан регулятора давления всасывания: Снимите крышку с TX200. Снимите крышку с вентиляционного отверстия компрессора. Подсоедините к этому отверстию манометр коллектора низкого давления. Используемый для этого шланг должен быть оснащен золотниковым устройством для сброса давления. Найдите клапан регулятора давления всасывания серебряного цвета, находящийся непосредственно во входном отверстии TX200. Снимите с помощью отвертки пластиковую крышку с клапана регулятора давления всасывания для того, чтобы получить доступ к винту настройки регулятора давления всасывания. Соедините вход TX200 с баллоном для

хладагента R12 или R22 и действуйте в соответствии с разделом "Режим откачки" данного руководства. С помощью отвертки поверните винт настройки регулятора давления всасывания на один оборот по часовой стрелке. Отключите TX200 и проследите за ростом показаний давления на манометре, подсоединенном к компрессору. Включите TX200 и проследите за падением давления. Давление стабилизируется на новом значении давления, установленном клапаном регулятора давления всасывания. Повторяйте эти действия до тех пор, пока давление, установленное клапаном регулятора давления всасывания, не достигнет значения 1,7 бар. Поставьте на место пластиковую крышку клапана регулятора давления всасывания, крышку вентиляционного отверстия компрессора и крышку TX200. ПРИМЕЧАНИЯ: При работе TX200 при высоких температурах индикатор КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2) гаснет при отключении из-за высокого давления даже в тех случаях, когда на входе TX200 есть давление. Вентилятор холодильника будет продолжать работать. Другой способ предотвратить выключение TX200 заключается в том, чтобы уменьшить давление на входе, прикрывая шаровой клапан на входном шланге.

НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Иногда может казаться, что TX200 работает странно или вообще не работает. Опыт показывает, что изменение рабочих условий может влиять на характеристики TX200. В частности, температура системы кондиционирования воздуха автомобиля влияет на работу TX200. Ниже описаны типовые неисправности, их причины и способы устранения.

НЕИСПРАВНОСТЬ:

При откачке хладагента индикатор КОМПРЕССОР ВКЛЮЧЕН (поз. 6 на рис. 2) погас, что указывает на наличие вакуума в системе кондиционирования воздуха. Тем не менее, манометр продолжает показывать давление.

РЕКОМЕНДАЦИЯ:

Проверьте, работает ли вентилятор охлаждения холодильника. Можно услышать его и почувствовать поток воздуха сквозь TX200. Если вентилятор работает, то это означает, что выключатель высокого давления отключил TX200 из-за избыточного давления. Выключите, а затем снова включите электропитание. Неисправность может устраниться сама по себе. Избыточное давление обычно возникает во внешнем баллоне из-за неконденсируемого газа (воздуха). Проверьте давление в баллоне ERSi выпускайте воздух до тех пор, пока давление не дойдет до значения, равного давлению насыщения при данной температуре воздуха.

НЕИСПРАВНОСТЬ: Мой TX200 отлично работал все прошлое лето. Я сегодня первый раз за весну запустил его и обнаружил, что откачка системы идет очень медленно.

РЕКОМЕНДАЦИЯ: Температура воздуха весной может быть гораздо ниже средней летней температуры. При более низкой температуре хладагент в системе кондиционирования может находиться под более низким давлением, поэтому откачка может занять больше времени. Для полной откачки хладагента может понадобиться большее количество циклов.

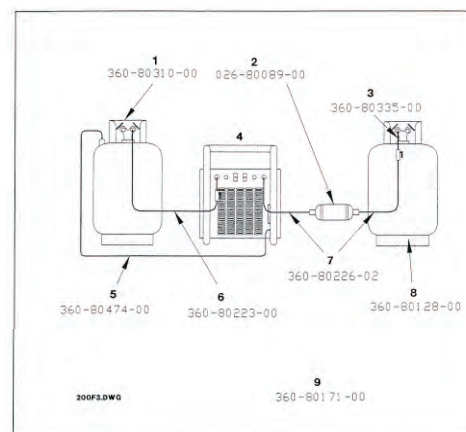
НЕИСПРАВНОСТЬ: Я не могу добиться получения вакуума.

РЕКОМЕНДАЦИЯ: Убедитесь в том, что манометр на коллекторе и шланги не перекрыты.

Если приведенные выше рекомендации не позволяют вам избавиться от неисправности, позвоните изготовителю и один из наших специалистов поможет вам установить причину неисправности. Звоня изготовителю, заранее узнайте серийный номер аппарата

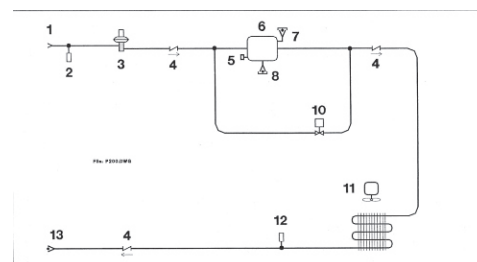
СПИСОК КОМПЛЕКТУЮЩИХ

1 - баллон ERC, 2 - внешний одноразовый фильтр; 3 - шланг диаметром 6 дюймов с шаровым клапаном; 4 - аппарат TX200 MaxiLite компании RTI; 5 - кабель защиты от переполнения; 6 - шланг диаметром 8 дюймов с шаровым клапаном; 7 - шланг диаметром 22 дюйма; 8 - баллон DOT; 9 - компрессорное масло (1 кварта или ~ 0.95 литра)



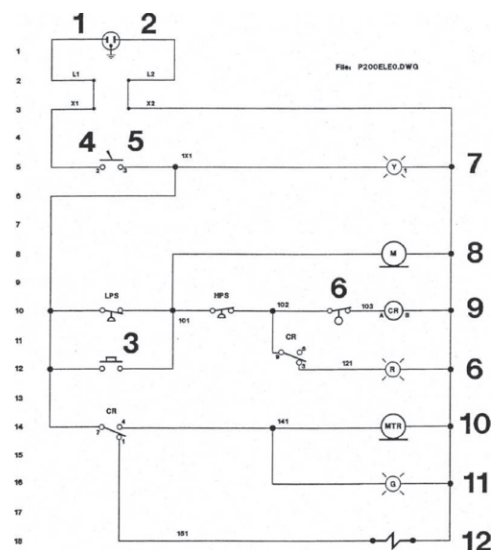
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА TX 200

1 - вход; 2 - выключатель низкого давления; 3 - регулятор давления всасывания; 4 - контрольный клапан; 5 - смотровое стекло для наблюдения за уровнем масла; 6 - компрессор; 7 - отверстия для заливки масла; 8 - отверстие для слива масла; 9 - контрольный клапан; 10 - соленоид для компенсации действия компрессора; 11 - вентилятор холодильника; 12 - выключатель высокого давления; 13 - выход.



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА TX 200

1 - черный; 2 - белый; 3 - глубокий вакуум; 4 - выключено; 5 - включено; 6 - баллон заполнен; 7 - готов; 8 - вентилятор холодильника; 9 - реле; 10 - компрессор; 11 - компрессор включен; 12 - компенсация действия компрессора.



Перевод единиц измерения

Длина	Масса
1 дюйм (in) = 0,0254 м	1 унция (oz) = 28,35 г
1 фут (ft) = 12 дюймов = 0,3048 м	1 фунт (lb) = 16 унций = 0,44359 кг
1 ярд = 3 фута = 0,9143 м	1 квинта США=100 фунтов
1 миля = 1,760 ярда = 1609 м	1 короткая тонна (США) = 2000 фунтов = 907,18 кг
1 морская миля = 1852 м	1 длинная тонна (Великобр.) = 2240 фунтов = 1016,04 кг
Объем	Вязкость
1 куб. дюйм = 16,387064 см ³	1 кгс·с/м ² (kG s / m ²) = 0,9807 × 10 Н с/м ²
1 куб. фут = 0,028317 м ³	1 фунт·с/фут ² (lb fs / ft ²) = 4,788 × 10 Н с/м ²
1 куб. ярд = 0,76455 м ³	1 пуаз (Poise) = 10 ⁻¹ Н с/м ²
1 пинта = 0,568 л	1 стокс (Stokes) = 10 ⁻⁴ м ² /с
1 галлон = 4,546 л	1 дюйм ² /с (in ² / s) = 6,452 × 10 ⁻⁴ м ² /с
1 галлон США = 3,785 л	1 фут ² /с (ft ² / s) = 9,290 × 10 ⁻² м ² /с
Удельный объем	Температура
1 куб. фут/фунт = 62,43 дм ³ /кг	°Фаренгейт = °C × 9/5 + 32
1 галлон/фунт = 8,3 дм ³ /кг	°Цельсий = (°F - 32) × 5/9
Мощность	Энергия – количество тепла
1 л.с. = 745,7 Вт	1 кал. = 4,18 Дж
1 л.с. (метрическая) = 735,5 Вт	1 В.Т.У. = 0,252 ккал
1 ккал/ч = 1,163 Вт	1 В.Т.У. = 1053 Дж
1 ВТУ/ч = 0,293 Вт	1 В.Т.У. / фунт °F = 1 ккал/кг °C
1 тонна холода = 3514,5 Вт	1 ккал = 1 миллитерма
1 тонна холода = 12000 ВТУ/ч	1 fg/h = -1 ккал / час
1 тонна холода = 3022,5 Ккал/ч	1 ккал/ч = 1,163 Вт
1 тонна холода = 2516,9 Вт	1 тонна (США) = 3024 ккал/ч
	1 тонна (Великобр.) = 3340 ккал/ч
Площадь	Давление
1 кв. дюйм = 6,4516 см ²	1 бар = 100 кПа = 750,06 мм.рт.ст.
1 кв. фут = 0,0929 м ²	1 бар = 1,0197 кг/см ³
1 кв. ярд = 0,8361 м ²	1 атм. = 760 мм.рт.ст. = 1,013 бар
	1 PSI = 0,06895 бар = 0,06805 атм.
Плотность	
1 фунт / куб. фут = 0,016 кг/дм ³	

Перевод единиц температуры

°C	°F	K	°C	°F	K	°C	°F	K	°C	°F	K
-273,15	-469,67	0	+100	+212,0	373,15	+475	887,0	748,15	+850	1562,0	1123,15
-273	-459,4	0,15	+105	+221,0	378,15	+480	896,0	753,15	+855	1571,0	1128,15
-270	-454,0	3,15	+110	+230,0	383,15	+485	905,0	758,15	+860	1580,0	1133,15
-265	-445,0	8,15	+115	+239,0	388,15	+490	914,0	763,15	+865	1589,0	1138,15
-260	-436,0	13,15	+120	+248,0	393,15	+495	923,0	768,15	+870	1598,0	1143,15
-255	-427,0	18,15	+125	+257,0	398,15	+500	932,0	773,15	+875	1607,0	1148,15
-250	-418,0	23,15	+130	+266,0	403,15	+505	941,0	778,15	+880	1616,0	1153,15
-245	-409,0	28,15	+135	+275,0	408,15	+510	950,0	783,15	+885	1625,0	1158,15
-240	-400,0	33,15	+140	+284,0	413,15	+515	959,0	788,15	+890	1634,0	1163,15
-235	-391,0	38,15	+145	+293,0	418,15	+520	968,0	793,15	+895	1643,0	1168,15
-230	-382,0	43,15	+150	+302,0	423,15	+525	977,0	798,15	+900	1652,0	1173,15
-225	-373,0	48,15	+155	+311,0	428,15	+530	986,0	803,15	+905	1661,0	1178,15
-220	-364,0	53,15	+160	+320,0	433,15	+535	995,0	808,15	+910	1670,0	1183,15
-215	-355,0	58,15	+165	+329,0	438,15	+540	1004,0	813,15	+915	1679,0	1188,15
-210	-346,0	63,15	+170	+338,0	443,15	+545	1013,0	818,15	+920	1688,0	1193,15
-205	-337,0	68,15	+175	+347,0	448,15	+550	1022,0	823,15	+925	1697,0	1198,15
-200	-328,0	73,15	+180	+356,0	453,15	+555	1031,0	828,15	+930	1706,0	1203,15
-195	-319,0	78,15	+185	+365,0	458,15	+560	1040,0	833,15	+935	1715,0	1208,15
-190	-310,0	83,15	+190	+374,0	463,15	+565	1049,0	838,15	+940	1724,0	1213,15
-185	-301,0	88,15	+195	+383,0	468,15	+570	1058,0	843,15	+945	1733,0	1218,15
-180	-292,0	93,15	+200	+392,0	473,15	+575	1067,0	848,15	+950	1742,0	1223,15
-175	-283,0	98,15	+205	+401,0	478,15	+580	1076,0	853,15	+955	1751,0	1228,15
-170	-274,0	103,15	+210	+410,0	483,15	+585	1085,0	858,15	+960	1760,0	1233,15
-165	-265,0	108,15	+215	+419,0	488,15	+590	1094,0	863,15	+965	1769,0	1238,15
-160	-256,0	113,15	+220	+428,0	493,15	+595	1103,0	868,15	+970	1778,0	1243,15
-155	-247,0	118,15	+225	+437,0	498,15	+600	1112,0	873,15	+975	1787,0	1248,15
-150	-238,0	123,15	+230	+446,0	503,15	+605	1121,0	878,15	+980	1796,0	1253,15
-145	-229,0	128,15	+235	+455,0	508,15	+610	1130,0	883,15	+985	1805,0	1258,15
-140	-220,0	133,15	+240	+464,0	513,15	+615	1139,0	888,15	+990	1814,0	1263,15
-135	-211,0	138,15	+245	+473,0	518,15	+620	1148,0	893,15	+995	1823,0	1268,15
-130	-202,0	143,15	+250	+482,0	523,15	+625	1157,0	898,15	+1000	1832,0	1273,15
-125	-193,0	148,15	+255	+491,0	528,15	+630	1166,0	903,15	+1005	1841,0	1278,15
-120	-184,0	153,15	+260	+500,0	533,15	+635	1175,0	908,15	+1010	1850,0	1283,15
-115	-175,0	158,15	+265	+509,0	538,15	+640	1184,0	913,15	+1015	1859,0	1288,15
-110	-166,0	163,15	+270	+518,0	543,15	+645	1193,0	918,15	+1020	1868,0	1293,15
-105	-157,0	168,15	+275	+527,0	548,15	+650	1202,0	923,15	+1025	1877,0	1298,15
-100	-148,0	173,15	+280	+536,0	553,15	+655	1211,0	928,15	+1030	1886,0	1303,15
-95	-139,0	178,15	+285	+545,0	558,15	+660	1220,0	933,15	+1035	1895,0	1308,15
-90	-130,0	183,15	+290	+554,0	563,15	+665	1229,0	938,15	+1040	1904,0	1313,15
-85	-121,0	188,15	+295	+563,0	568,15	+670	1238,0	943,15	+1045	1913,0	1318,15
-80	-112,0	193,15	+300	+572,0	573,15	+675	1247,0	948,15	+1050	1922,0	1323,15
-75	-103,0	198,15	+305	+581,0	578,15	+680	1256,0	953,15	+1055	1931,0	1328,15
-70	-94,0	203,15	+310	+590,0	583,15	+685	1265,0	958,15	+1060	1940,0	1333,15
-65	-85,0	208,15	+315	+599,0	588,15	+690	1274,0	963,15	+1065	1949,0	1338,15
-60	-76,0	213,15	+320	+608,0	593,15	+695	1283,0	968,15	+1070	1958,0	1343,15
-55	-67,0	218,15	+325	+617,0	598,15	+700	1292,0	973,15	+1075	1967,0	1348,15
-50	-58,0	223,15	+330	+626,0	603,15	+705	1301,0	978,15	+1080	1976,0	1353,15
-45	-49,0	228,15	+335	+635,0	608,15	+710	1310,0	983,15	+1085	1985,0	1358,15
-40	-40,0	233,15	+340	+644,0	613,15	+715	1319,0	988,15	+1090	1994,0	1363,15
-35	-31,0	238,15	+345	+653,0	618,15	+720	1328,0	993,15	+1095	2003,0	1368,15
-30	-22,0	243,15	+350	+662,0	623,15	+725	1337,0	998,15	+1100	2012,0	1373,15
-25	-13,0	248,15	+355	+671,0	628,15	+730	1346,0	1003,15	+1105	2021,0	1378,15
-20	-4,0	253,15	+360	+680,0	633,15	+735	1355,0	1008,15	+1110	2030,0	1383,15
-15	+5,0	258,15	+365	+689,0	638,15	+740	1364,0	1013,15	+1115	2039,0	1388,15
-10	+14,0	263,15	+370	+698,0	643,15	+745	1373,0	1018,15	+1120	2048,0	1393,15
-5	+23,0	268,15	+375	+707,0	648,15	+750	1382,0	1023,15	+1125	2057,0	1398,15
0	+32,0	273,15	+380	+716,0	653,15	+755	1391,0	1028,15	+1130	2066,0	1403,15
+5	+41,0	278,15	+385	+725,0	658,15	+760	1400,0	1033,15	+1135	2075,0	1408,15
+10	+50,0	283,15	+390	+734,0	663,15	+765	1409,0	1038,15	+1140	2084,0	1413,15
+15	+59,0	288,15	+395	+743,0	668,15	+770	1418,0	1043,15	+1145	2093,0	1418,15
+20	+68,0	293,15	+400	+752,0	673,15	+775	1427,0	1048,15	+1150	2102,0	1423,15
+25	+77,0	298,15	+405	+761,0	678,15	+780	1436,0	1053,15	+1155	2111,0	1428,15
+30	+86,0	303,15	+410	+770,0	683,15	+785	1445,0	1058,15	+1160	2120,0	1433,15
+35	+95,0	308,15	+415	+779,0	688,15	+790	1454,0	1063,15	+1165	2129,0	1438,15
+40	+104,0	313,15	+420	+788,0	693,15	+795	1463,0	1068,15	+1170	2138,0	1443,15
+45	+113,0	318,15	+425	+797,0	698,15	+800	1472,0	1073,15	+1175	2147,0	1448,15
+50	+122,0	323,15	+430	+806,0	703,15	+805	1481,0	1078,15	+1180	2156,0	1453,15
+55	+131,0	328,15	+435	+815,0	708,15	+810	1490,0	1083,15	+1185	2165,0	1458,15
+60	+140,0	333,15	+440	+824,0	713,15	+815	1499,0	1088,15	+1190	2174,0	1463,15
+65	+149,0	338,15	+445	+833,0	718,15	+820	1508,0	1093,15	+1195	2183,0	1468,15
+70	+158,0	343,15	+450	+842,0	723,15	+825	1517,0	1098,15	+1200	2192,0	1473,15
+75	+167,0	348,15	+455	+851,0	728,15	+830	1526,0	1103,15			
+80	+176,0	353,15	+460	+860,0	733,15	+835	1535,0	1108,15			
+85	+185,0	358,15	+465	+869,0	738,15	+840	1544,0	1113,15			
+90	+194,0	363,15	+470	+878,0	743,15	+845	1553,0	1118,15			
+95	+203,0	368,15									

РОО «ЭКОХОЛОД»

**г. Бишкек, ул. Горького, 142, каб. 122, тел./факс: (0312) 54-88-53
www.ecoholod.com.kg**