

Danfoss



Руководство
для монтажников

20 Danfoss
1993 - 2013 лет в России



«Руководство для монтажников» предлагает практические советы по работе с устройствами автоматики (механическими) и компрессорами компании «Данфосс».

Для Вашего удобства содержание сопровождается гиперссылками на соответствующие разделы руководства.

Для получения более подробной информации о продукции «Данфосс», пожалуйста, обращайтесь к дистрибьюторам или в представительства «Данфосс». Также Вы можете найти различную полезную информацию на нашем сайте:

www.danfoss.ru

Глава 1	Терморегулирующие вентили	стр. 3
Глава 2	Соленоидные клапаны	стр. 13
Глава 3	Реле давления	стр. 19
Глава 4	Реле температуры	стр. 27
Глава 5	Регуляторы давления	стр. 35
Глава 6	Водорегуляторы	стр. 45
Глава 7	Фильтры-осушители и смотровые стекла	стр. 51
Глава 8	Компрессоры Данфосс	стр. 61
Глава 9	Практические советы	стр. 125
Глава 10	Поиск и устранение неисправностей	стр. 145

Терморегулирующие вентили

Соленоидные клапаны

Реле давления

Реле температуры

Регуляторы давления

Водорегуляторы

Фильтры-осушители и смотровые стекла

Компрессоры Данфосс

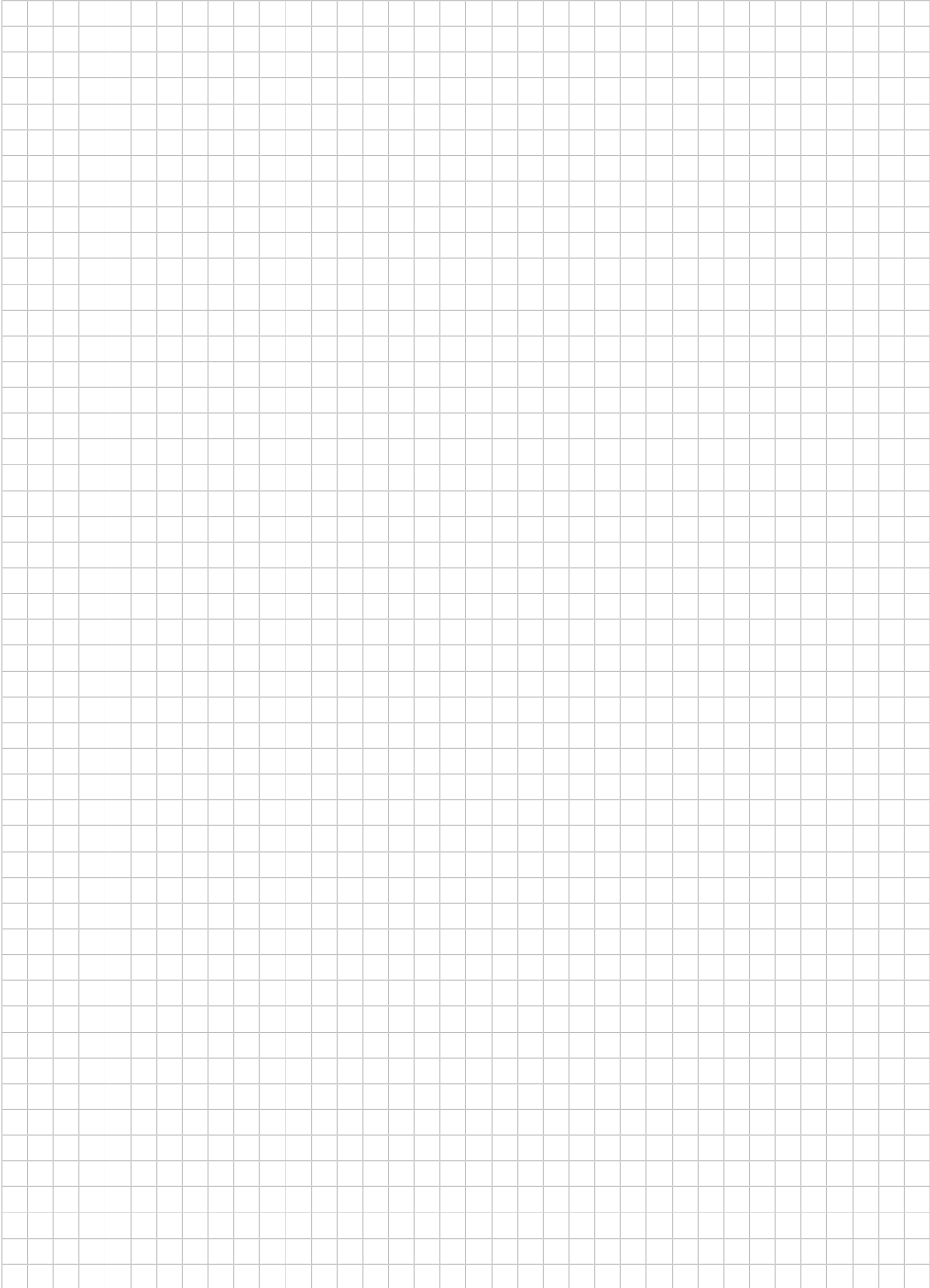
Практические советы

Поиск и устранение неисправностей

Содержание

	Стр.
Введение	5
Перегрев	5
Переохлаждение	5
Линия внешнего уравнивания	6
Наполнители	6
ТРВ с универсальным наполнителем	6
ТРВ с наполнителем МОР	6
ТРВ с наполнителем МОР и балластом	7
Выбор терморегулирующего вентиля	7
Маркировка	7
Монтаж ТРВ	8
Настройка ТРВ	9
Замена клапанных узлов	10
Семейство терморегулирующих вентилей производства компании Данфосс	11

Для заметок



Введение

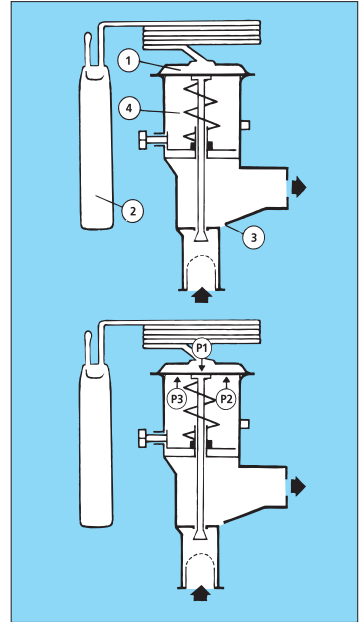
Терморегулирующий вентиль (ТРВ) состоит из термочувствительной системы (1), отделенной от корпуса вентиля мембраной, капиллярной трубки, соединяющей термочувствительную систему с термобаллоном (2), корпуса вентиля с седлом (3) и регулировочной пружины (4).

Принцип работы ТРВ

Работа ТРВ зависит от трех основных параметров:

- P1 — давления в термобаллоне, действующего на верхнюю поверхность мембраны (открытие вентиля);
- P2 — давления кипения, действующего на нижнюю поверхность мембраны (закрытие вентиля);
- P3 — давления регулировочной пружины, также действующего на нижнюю поверхность мембраны (закрытие вентиля).

Регулирование, выполняемое вентилем, достигается за счет поддержания равновесия между давлением в термобаллоне и суммой давлений кипения и пружины. Пружина обеспечивает регулировку перегрева.

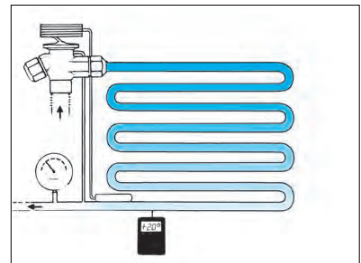


Ado-0001

Перегрев

Перегрев измеряется в месте крепления термобаллона на всасывающем трубопроводе: он равен разности между температурой термобаллона и температурой (или давлением) кипения в точке крепления термобаллона.

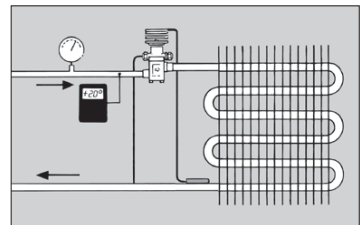
Выраженный в K, перегрев служит сигналом для регулировки впрыска жидкости в испаритель через ТРВ.



Ado-0012

Переохлаждение

Переохлаждение определяется как разность между температурой жидкого хладагента и температурой (или давлением) конденсации на входе в ТРВ. Переохлаждение выражается в K. Оно необходимо во избежание образования паровых пузырей в жидкости на входе в ТРВ, поскольку их наличие снижает производительность ТРВ и затрудняет подачу жидкости в испаритель. В большинстве случаев избежать паровых пузырей можно при переохлаждении 4-5 K.



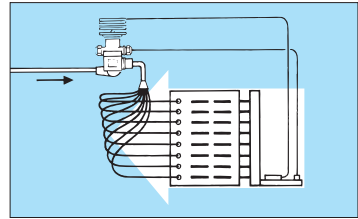
Ado-0015

Линия внешнего уравнивания

В установках с жидкостными распределителями всегда следует использовать ТРВ с линией внешнего уравнивания.

Потери давления в каналах распределителя и в самом распределителе, как правило, составляют около 1 бар.

ТРВ с внешней уравнивательной линией рекомендуются для установок с испарителями большой производительности или теплообменниками пластинчатого типа, где потери давления часто превышают давление, соответствующее 2 К.



Ad0-0016

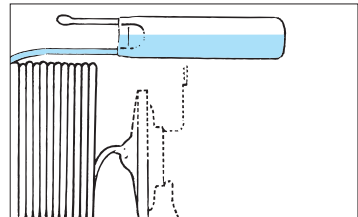
Наполнители

Термочувствительная система ТРВ обычно содержит наполнитель одного из трех типов:

1. Универсальный наполнитель.
2. Наполнитель МОР (Maximum Operating Pressure — максимальное рабочее давление).
3. Наполнитель МОР с балластом.

Универсальный наполнитель

ТРВ с универсальным наполнителем наиболее часто применяются в установках, где отсутствуют ограничения по давлению и температура термобаллона всегда выше температуры термочувствительной системы. Они также широко используются при высоких температурах и давлениях кипения.

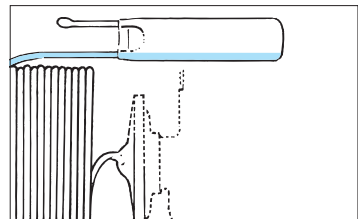


Ad0-0017

В ТРВ с универсальным наполнителем количество жидкости в термобаллоне таково, что какой бы ни была температура термобаллона по отношению к температуре термочувствительной системы, в термобаллоне всегда будет оставаться жидкость.

Наполнитель МОР

ТРВ с наполнителем МОР используются в моноблочных агрегатах, в которых при пуске установки желательно ограничивать давление всасывания (авторефрижераторы, воздушные кондиционеры).



Ad0-0018

ТРВ с заправкой МОР имеют небольшое количество жидкости в термобаллоне. Это означает, что вентиль или термочувствительная система всегда должны быть более теплыми, чем термобаллон. В противном случае начинается перетекание наполнителя из термобаллона в полость термочувствительной системы и ТРВ перестает работать.

В термобаллонах с наполнителем МОР

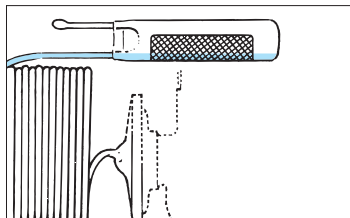
количество жидкости ограничено. МОР (максимальное рабочее давление) — это максимально допустимое в магистралях всасывания и/или кипения давление всасывания и/или кипения соответственно. При достижении МОР жидкость в термобаллоне испаряется. Когда давление всасывания повышается, вентиль начинает закрываться, как только это давление приблизится к давлению МОР менее, чем на 0,3—0,4 бар. При достижении давления МОР вентиль полностью закрывается.

Сокращение МОР часто переводят также как «Motor Overload Protection», т.е. «Защита двигателя от перегрузки».

Наполнитель MOP с балластом

ТРВ с наполнителем MOP и балластом предназначены для холодильных установок, имеющих высокودинамичные испарители, например, воздушных кондиционеров, или для пластинчатых теплообменников с высокой интенсивностью теплопередачи. ТРВ, заправленные наполнителем MOP с балластом, обеспечивают работу испарителя при перегреве на 2—4°K ниже, чем это достигается с другими типами наполнителя.

При использовании наполнителя с балластом внутри термобаллона содержится материал с высокой пористостью, т.е. с большим отношением площади поверхности к массе. Этот материал создает демпфирующий эффект при регулировке, обеспечивающий медленное открытие ТРВ при повышении температуры термобаллона и быстрое закрытие при ее понижении.



Ado-0021

Выбор терморегулирующего вентиля

При выборе ТРВ необходимо руководствоваться следующими исходными данными:

- тип хладагента;
- производительность испарителя;
- давление кипения;
- давление конденсации;
- степень переохлаждения;
- потери давления в вентиле;
- линия внутреннего или внешнего уравнивания давления.

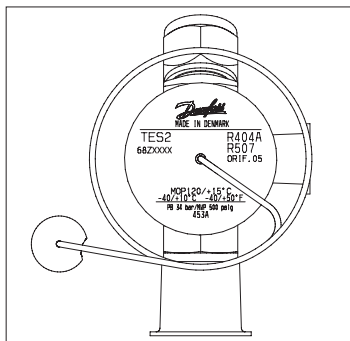
Маркировка

На мембранную головку термочувствительной системы ТРВ нанесена лазерная маркировка вентиля. Буква в маркировке означает тип хладагента, для работы с которым предназначен данный терморегулирующий вентиль:

- L — R410A
- N — R134a
- S — R404A/R507
- X — R22
- Z — R407C

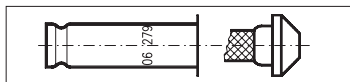
В маркировке указывается тип ТРВ (и его кодový номер), диапазон температуры кипения, точка MOP, тип хладагента, допустимое рабочее давление PB/MWP.

В вентилях TE20 и TE55 номинальная производительность ТРВ указывается на этикетке, прикрепленной к вентилю.



Ado-0019

На сменных клапанных узлах вентилей T2 и TE2 указывается размер этих узлов (например, 06), а также номер недели и последняя цифра года изготовления (например, 279).

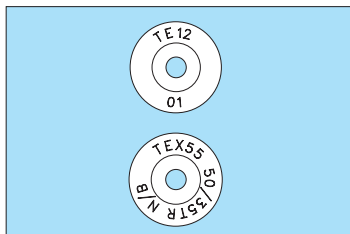


Ado-0023

Размер клапанного узла указывается также на крышке его пластикового контейнера.

Верхняя маркировка клапанного узла вентилей TE 5 и TE 12 указывает, для какого вентиля предназначен данный клапанный узел. Нижняя маркировка (на рисунке 01) указывает размер клапанного узла.

Нижняя маркировка клапанного узла вентилей TE 20 и TE 55 (50/35 TR N/B) указывает номинальные производительности данного узла в двух диапазонах температур кипения N и B в тип хладагента (50/35 TR соответствует 175 кВт в диапазоне N и 123 кВт в диапазоне B).



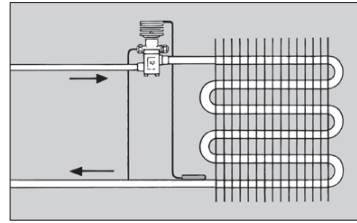
Верхняя маркировка клапанного узла (TEX 55) указывает, для какого вентиля предназначен данный клапанный узел.

Ado-0020

Монтаж ТРВ

ТРВ устанавливается перед испарителем на жидком трубопроводе, а термобаллон крепится на трубопроводе линии всасывания как можно ближе к испарителю.

При использовании линии внешнего уравнивания ее трубопровод врезается во всасывающую магистраль сразу после термобаллона.

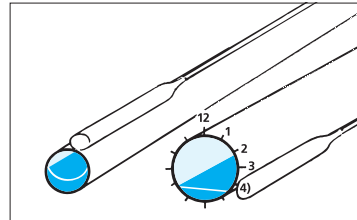


Ado-0002

Термобаллон рекомендуется устанавливать на горизонтальной части всасывающего трубопровода в зоне первой трети окружности трубопровода (см. рисунок).

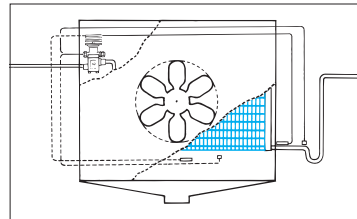
Размещение термобаллона зависит от размеров всасывающего трубопровода.

Примечание: Никогда не устанавливайте термобаллон в нижней части трубопровода, так как наличие масла на дне трубопровода может исказить показания термобаллона.



Ado-0003

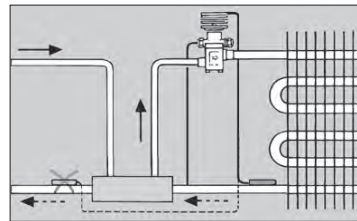
Термобаллон должен контролировать температуру перегретого пара на линии всасывания, поэтому устанавливать его нужно таким образом, чтобы избежать влияния посторонних источников тепла или холода. Если есть опасность попадания на термобаллон потока горячего воздуха, его нужно теплоизолировать.



Ado-0004

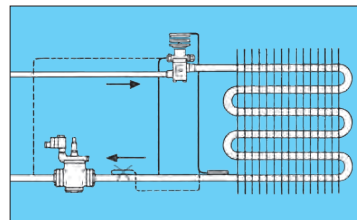
Крепежный хомут должен плотно и надежно фиксировать термобаллон на трубопроводе линии всасывания, обеспечивая хороший тепловой контакт термобаллона и трубопровода. Конструкция винта крепежного хомута позволяет монтажнику легко передавать момент кручения от отвертки на винт, не оказывая усилия на шлиц винта. Более того, конструкция шлица исключает опасность его повреждения.

Во избежание появления ложных команд в контуре регулирования не устанавливайте термобаллон за промежуточным теплообменником.



Ado-0005

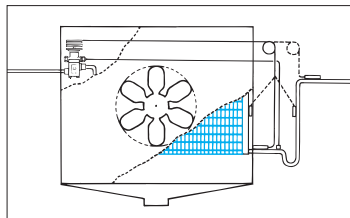
То же самое может быть, если термобаллон установлен вблизи агрегатов, имеющих значительную массу.



Ado-0006

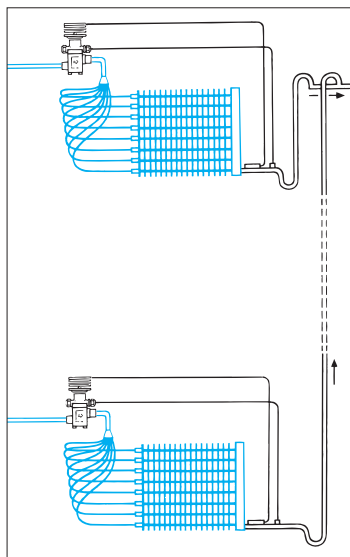
Монтаж TRV (продолжение)

Как уже отмечалось, термобаллон следует устанавливать на горизонтальном участке всасывающей магистрали сразу после испарителя. Не устанавливайте термобаллон на коллекторе или вертикальном участке трубопровода после масляной ловушки.



Ad0-0007

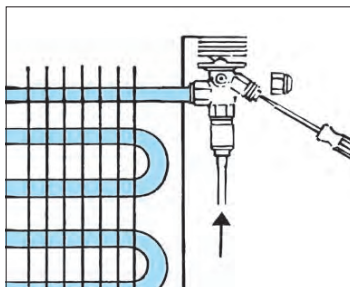
Термобаллон следует всегда монтировать перед любыми жидкостными ловушками.



Ad0-0008

Настройка TRV

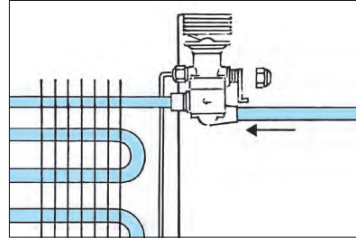
С настройками, выполненными при отправке с завода, TRV может работать практически во всех установках. Если возникает необходимость дополнительной регулировки, нужно использовать регулировочный винт. При вращении винта вправо (по часовой стрелке) перегрев повышается, при вращении влево (против часовой стрелки) — понижается. Для TRV типа T2/TE2 полный оборот винта изменяет температуру перегрева примерно на 4K при температуре кипения 0°C.



Ad0-0009

Настройка TRV
(продолжение)

Для вентиля TE5 полный оборот винта дает изменение перегрева примерно на 0,5 K при температуре кипения 0°C. Для вентилях TUA и TUB полный оборот винта дает изменение перегрева примерно на 3 K при температуре кипения 0°C.

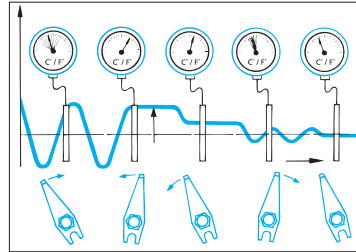


Ado-0010

Чтобы избежать колебаний перегрева, нужно действовать следующим образом: Вращая регулировочный винт вправо (по часовой стрелке), повышайте перегрев до прекращения колебаний. Затем понемногу вращайте винт влево до появления колебаний.

После этого поверните винт вправо примерно на 1 оборот (для вентилях T/TE2 на 1/4 оборота).

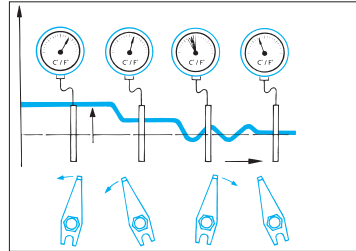
При такой настройке колебания перегрева прекращаются, и испаритель работает в оптимальном режиме. Изменения перегрева в диапазоне ± 1 K не рассматриваются как колебания.



Ado-0011

Если хладагент в испарителе сильно перегревается, это может быть следствием его недостаточной подпитки жидкостью.

Снизить перегрев можно, вращая регулировочный винт влево (против часовой стрелки), постепенно выходя установку на режим с колебаниями перегрева. После этого поверните винт вправо на один оборот (для TRV типа T/TE2 на 1/4 оборота). При такой настройке колебания перегрева прекращаются, и испаритель работает в оптимальном режиме. Изменения перегрева в диапазоне ± 1 K не рассматриваются как колебания.



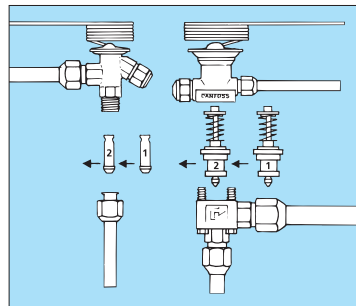
Ado-0013

Замена клапанных узлов

Если не удастся настроить TRV так, чтобы пульсации перегрева отсутствовали, не исключено, что производительность TRV слишком велика. В этом случае, чтобы снизить расход хладагента, нужно заменить TRV или сменить клапанный узел.

Если перегрев в испарителе слишком большой, значит, производительность TRV слишком мала. Тогда, чтобы повысить расход хладагента, также следует заменить клапанный узел.

Терморегулирующие вентили компании Danfoss типа TE, T2, TUA, TCAE поставляются с комплектом сменных клапанных узлов.



Ado-0014

Семейство терморегулирующих вентилей производства компании Данфосс

Компания Данфосс предлагает потребителям терморегулирующие вентили с различными техническими характеристиками производительностью от 0,4 до 1083 кВт (R134a)

Вентили T/TE2 с латунным корпусом и штуцерами под отбортовку/отбортовку или пайку/отбортовку.
Номинальная производительность: от 0,4 до 10,5 кВт (R134a).

Вентили TUA, TUB, TUC с корпусом из нержавеющей стали и штуцерами из нержавеющей стали / меди под пайку.
Номинальная производительность: от 0,5 до 12 кВт (R134a).

Эти вентили поставляются с линией внешнего уравнивания или без нее.

- Вентили TUA оснащены сменными клапанными узлами и имеют регулируемый перегрев.
- Вентили TUB оснащены фиксированными клапанными узлами и имеют регулируемый перегрев.
- Вентили TUC оснащены фиксированными клапанными узлами и имеют нерегулируемый перегрев, установленный на заводе-производителе.

Вентили TUB и TUC предназначены, в основном, для производителей холодильного оборудования. Они могут быть заменены вентилями TUA.

Вентили TCAE, TCBE, TCCE с корпусом из нержавеющей стали и штуцерами из нержавеющей стали / меди под пайку.

Номинальная производительность: от 12 до 18 кВт (R134a).

Эти вентили работают, как вентили TU, но имеют большую производительность.

Вентили поставляются с линией внешнего уравнивания.

Вентили TRE с корпусом из латуни и штуцерами из нержавеющей стали / меди.
Номинальная производительность: от 18 до 196 кВт (R134a).

Вентили TRE оснащены фиксированными клапанными узлами и имеют регулируемый перегрев.

Вентили TDE с корпусом из латуни и медными штуцерами под пайку.
Номинальная производительность: от 10,5 до 140 кВт (R407C).

Вентили TDE оснащены фиксированными клапанными узлами и имеют регулируемый перегрев.

Вентили TE 5 — TE 55 с корпусом из латуни. Вентили TE 5 — TE 55 поставляются в комплектации, включающей корпус, клапанный узел и термочувствительную систему.

Корпус вентиля в прямом или угловом исполнении со штуцерами под пайку, отбортовку или под фланцы.
Номинальная производительность: от 12,9 до 220 кВт (R134a).

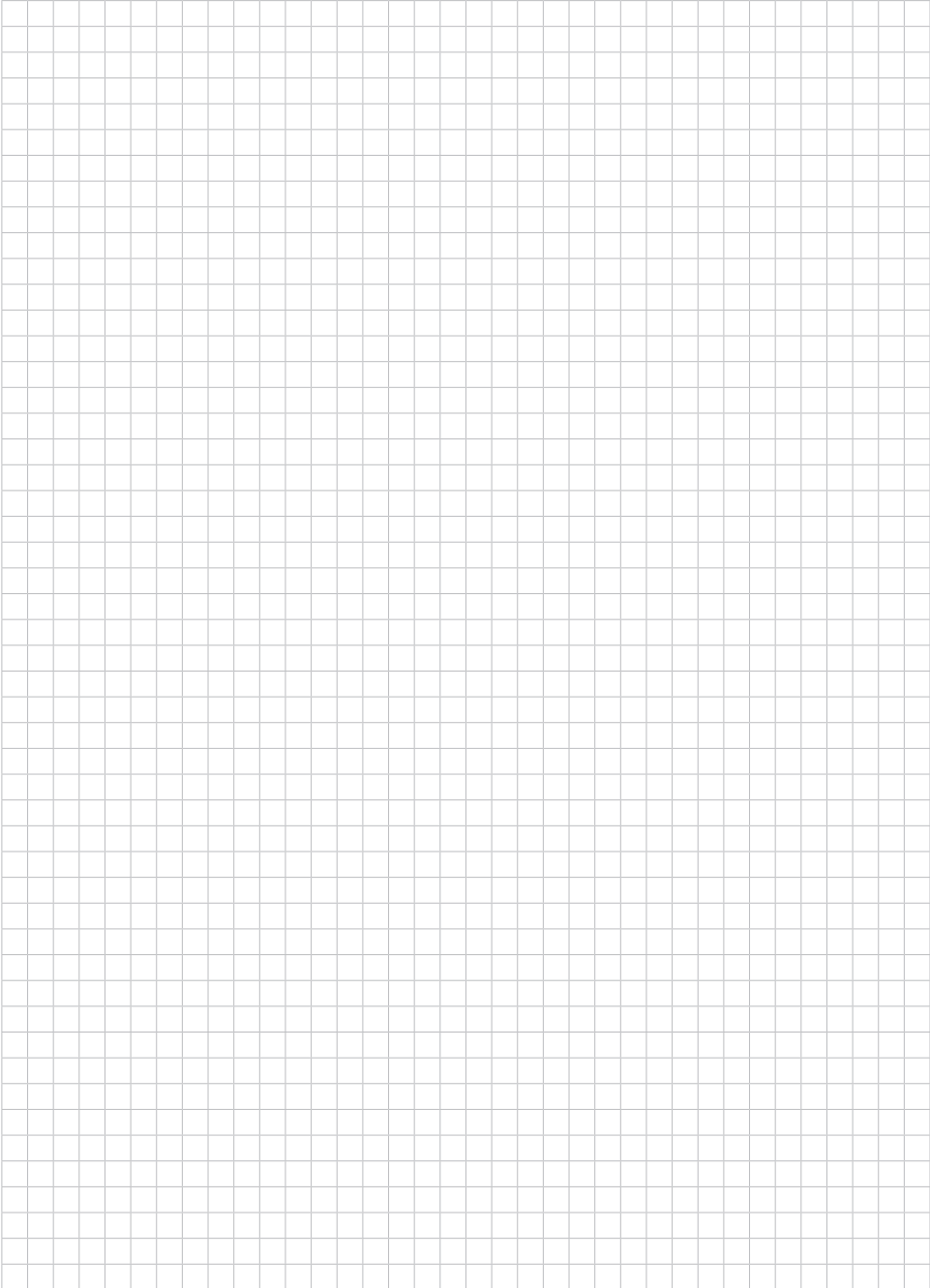
Вентили поставляются с линией внешнего уравнивания.

Вентили PHT 85—300 поставляются в комплектации, включающей корпус, фланцы, клапанный узел и термочувствительную систему.
Номинальная производительность: от 55 до 1083 кВт (R134a).

Более подробную информацию можно получить в Интернете www.danfoss.ru или в каталогах.

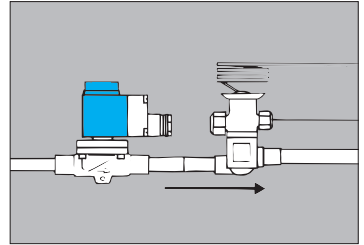
Содержание	Стр.
Монтаж	15
Меры предосторожности при монтаже клапанов EVRA 32 и 40	15
Испытания под давлением	16
Катушка электромагнита	17
Выбор катушек	18

Для заметок



Монтаж

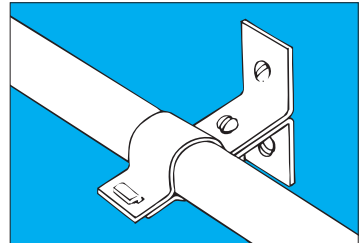
Все соленоидные клапаны типа EVR, EVRA и EVH работают только при правильной установке с учетом направления потока хладагента, указанного стрелкой на корпусе клапана. Соленоидный клапан, устанавливаемый перед ТРВ, должен находиться как можно ближе к нему. Такое положение клапана позволяет избежать гидравлического удара при его открытии.



Af0_0001

Соленоидные клапаны

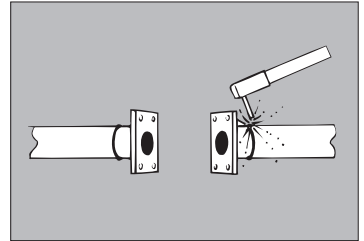
Убедитесь в правильности монтажа труб около клапана во избежание их повреждения.



Af0_0003

При пайке и сварке соленоидных клапанов EVR/ EVRA и EVH демонтаж клапанов не обязателен. Избегайте прямого нагрева клапана!

Примечание: Не допускайте попадания брызг металла на трубку сердечника в процессе сварки.



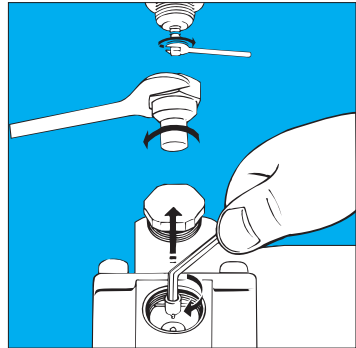
Af0_0004

Меры предосторожности при монтаже клапанов EVRA 32 и 40

После закрепления клапана на трубопроводе во избежание повреждения кольцевых уплотнений и прокладок от нагрева при пайке/сварке удалите из корпуса клапанный конус. При монтаже со сваркой стальных труб рекомендуется перед соленоидным клапаном установить сетчатый фильтр типа FA или аналогичный ему. (На новых установках перед их пуском рекомендуется промыть систему).

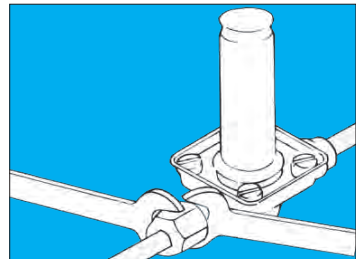
Испытания под давлением

При испытании на прочность под давлением все соленоидные клапаны в системе должны быть открыты либо подачей напряжения на катушки клапанов, либо вручную (установкой шпинделя в соответствующее положение). Не забывайте вернуть шпиндель в исходное положение перед началом работы установки, иначе клапан не будет закрываться.



Af0_0005

При окончательном затягивании крепежных гаек всегда используйте компенсирующее усилие, например, удерживая клапан вторым гаечным ключом.



Af0_0006

Катушка электромагнита

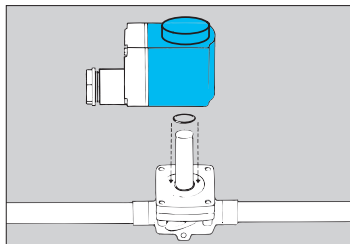
Устанавливая катушку электромагнита, просто наденьте ее на трубку сердечника и надавите вниз до щелчка. Это означает, что катушка встала на место.

Примечание: Не забудьте установить кольцевое уплотнение между корпусом клапана и катушкой.

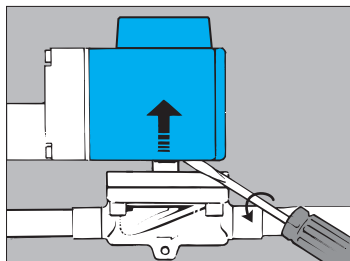
Убедитесь, что кольцевое уплотнение эластичное, не имеет повреждений, а поверхность уплотнения свободна от краски или постороннего материала.

Примечание: При проведении планового технического обслуживания клапана замените кольцевое уплотнение.

Для снятия катушки используйте отвертку, как рычаг, вставив ее между корпусом клапана и катушкой.

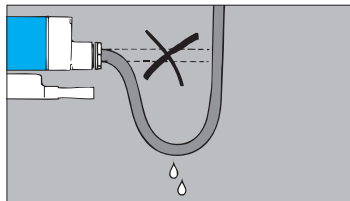


Afo_0018



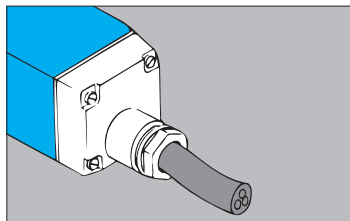
Afo_0019

Будьте осторожны с кабельным вводом! Вода не должна проникать в клеммную коробку. Кабель необходимо монтировать с образованием петли для стекания капель жидкости.



Afo_0009

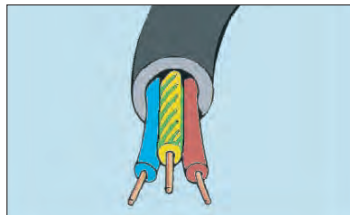
Кабельный ввод катушки должен крепко удерживать кабель. Поэтому всегда применяйте кабели круглого сечения (поскольку только с этим типом кабеля можно осуществить эффективное уплотнение кабельного ввода).



Afo_0010

Определите значение цвета проводов. Провод желто-зеленого цвета относится к цепи заземления.

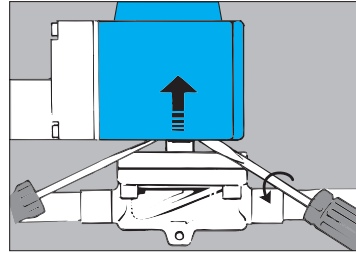
Провода другого цвета являются фазовыми или нейтральными (нулевыми).



Afo_0011

Катушка
(продолжение)

Снять катушку можно с помощью ручного инструмента, например, двух отверток.



Afo_0012

Выбор катушек
(катушки старого типа)

Убедитесь, что рабочие характеристики катушки (по напряжению и частоте тока) соответствуют характеристикам сети электропитания. Если они отличаются, катушка может сгореть. Убедитесь, что катушка электромагнита и клапан соответствуют друг другу.

При замене катушки клапана EVR 20 NC (NC — нормально закрытый) убедитесь, что:

- на клапане с катушкой переменного тока установлен сердечник квадратного сечения;
- на клапане с катушкой постоянного тока установлен сердечник круглого сечения.

Установка несоответствующей катушки приведет к снижению MOPD (значению максимального рабочего перепада давления).

Характеристики катушки указаны на ее верхней гайке. По возможности, старайтесь применять одночастотные катушки. Тепловые потери этих катушек значительно меньше по сравнению с двухчастотными катушками.

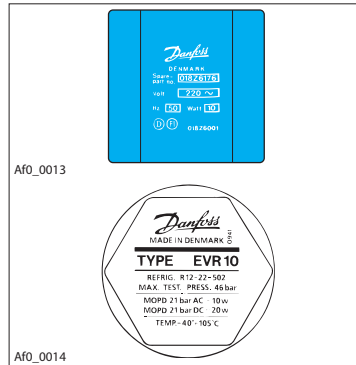
В системах, в которых клапаны в течение всего рабочего цикла остаются в основном закрытыми (при обесточенной катушке) применяйте соленоидные клапаны типа NC (нормально закрытые). В системах, в которых клапаны должны оставаться в основном открытыми (при обесточенной катушке) применяйте соленоидные клапаны типа NO (нормально открытые).

Никогда не заменяйте соленоидные клапаны типа NO на клапаны типа NC, и наоборот.

(катушки нового типа с фиксатором)

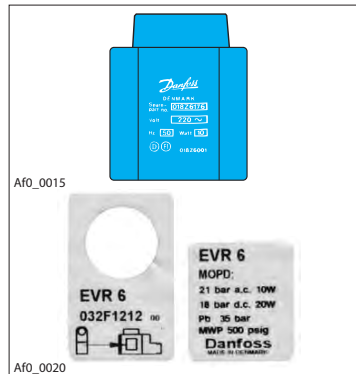
Каждая катушка с фиксатором поставляется с двумя этикетками (см. рисунок).

Одна этикетка с клеящим слоем прикрепляется к боковой поверхности катушки. Другая этикетка с отверстием прикрепляется к трубке сердечника перед тем, как катушка будет установлена в рабочее положение.



Afo_0013

Afo_0014

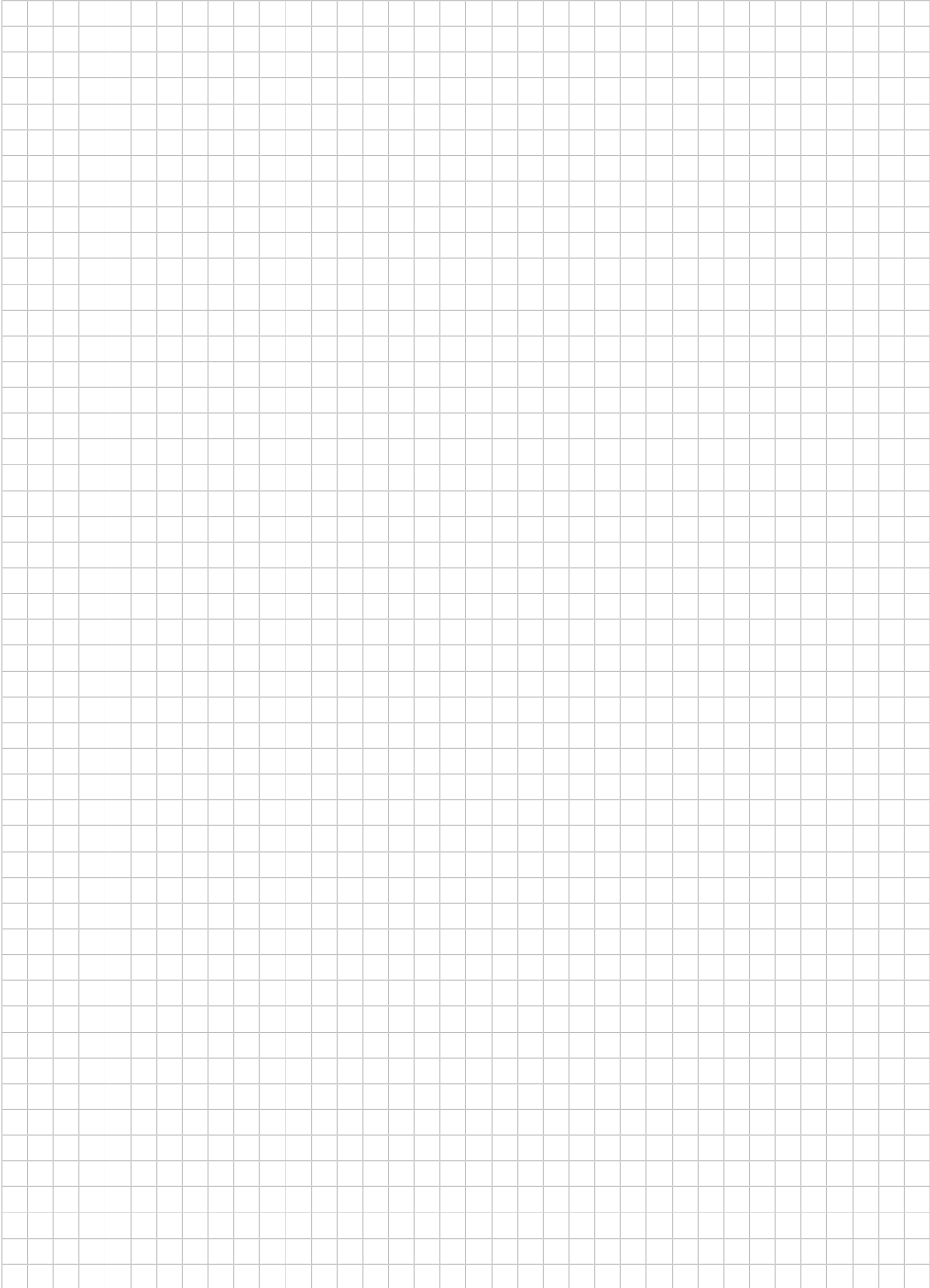


Afo_0015

Afo_0020

Содержание	Стр.
Монтаж	21
Крепление длинных капиллярных трубок	22
Настройка	22
Реле низкого давления	22
Реле высокого давления	22
Пример: 4 компрессора с хладагентом R404A, установленные параллельно	23
Настройка реле низкого давления (LP) при наружном монтаже агрегатов	23
Давления кипения (ре) в системах различных типов	23
Проверка контактов	24
Выбор реле давления	25

Для заметок



Монтаж

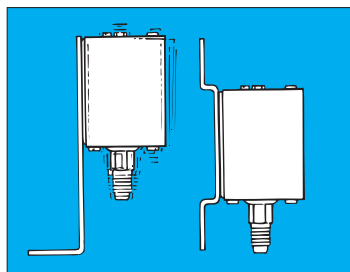
Реле давления серии КР устанавливаются на кронштейнах или плоских поверхностях. Можно также устанавливать их непосредственно на компрессоре. При неблагоприятных условиях эксплуатации существует опасность того, что угловые кронштейны будут усиливать вибрации в плоскости монтажа. Поэтому при наличии сильных вибраций для монтажа реле давлений используйте плоские настенные кронштейны.

Если в помещениях, где устанавливаются реле давления, имеется опасность стекания воды или попадания капель воды на корпус реле, закрывайте их крышками. Крышки увеличивают степень защиты корпуса от влаги до IP44 и могут устанавливаться на все реле давления типа КР. Для обеспечения этой степени защиты необходимо закрыть отверстия на задних стенках корпусов при их креплении к угловым (кодový номер 060-105666) или настенным (060-105566) кронштейнам.

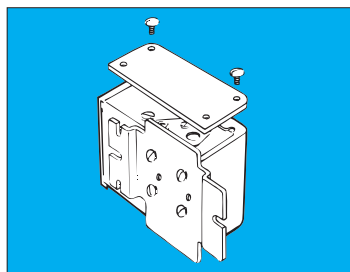
Для приборов с автоматическим возвратом в исходное положение верхняя крышка входит в комплект поставки. Для приборов, приводимых в рабочее положение вручную, ее нужно заказывать отдельно (кодový номер 060-109766 для одноблочных реле и 060-109866 для двухблочных).

В случае установки реле давления в сильно загрязненных или чересчур влажных помещениях (при наличии брызг воды сверху или со всех сторон), они защищаются специальными кожухами, которые приспособлены для крепления на угловой и настенный кронштейны.

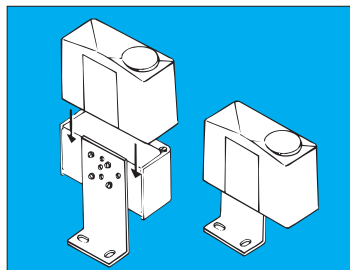
В случае постоянного и сильного воздействия воды на реле следует использовать корпус со степенью защиты IP 55, который выпускается как для одноблочных, так и двухблочных реле (кодový номер 060-033066 для одноблочных реле и 060-035066 для двухблочных).



A10_001



A10_007



A10_008



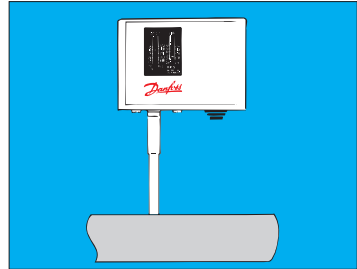
A10_0020

Монтаж
(продолжение)

Реле давления следует монтировать таким образом, чтобы исключить попадание жидкости в сильфон. Такая опасность особенно велика, если:

- прибор установлен в помещении с холодным воздухом, например, в потоке холодного воздуха;
- соединение прибора с трубопроводом выполнено в нижней части трубопровода.

Скопление жидкости в сильфоне может нарушить работу реле высокого давления. Кроме того, пульсации давления, создаваемые компрессором, не будут гаситься, и реле начнет вибрировать.



A10_0009

Крепление длинных капиллярных трубок

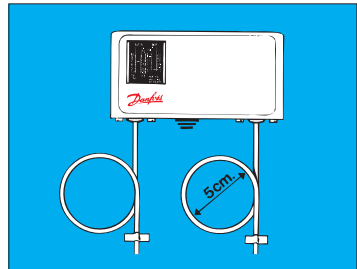
В случае вибрации слишком длинная капиллярная трубка может разрушиться, в результате чего произойдет утечка хладагента. Поэтому при креплении капиллярных трубок нужно строго соблюдать следующие правила:

- При монтаже непосредственно на компрессоре закрепляйте трубку таким образом, чтобы она вибрировала вместе с ним. Излишек трубки сверните в кольцо.

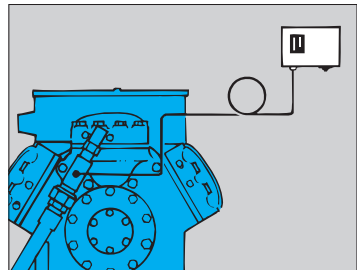
Примечание:
В соответствии с требованиями стандартов EN для подсоединения предохранительных реле к системе охлаждения использование капиллярных трубок не допускается. В таких случаях следует применять трубы диаметром 1/4 дюйма (6 мм).

- При других способах монтажа сверните излишек трубки в свободную петлю. На компрессоре закрепите ту часть трубки, которая подключается к компрессору. Другую часть трубки вместе с петлей закрепите на опоре реле давления.

При особенно сильной вибрации рекомендуется использовать стальные капиллярные трубки компании Danfoss следующих типов: 0,5 м — кодовый номер 060-016666; 1,0 м — кодовый номер 060-016766; 1,5 м — кодовый номер 060-016866.



A10_0010



A10_0011

Настройка

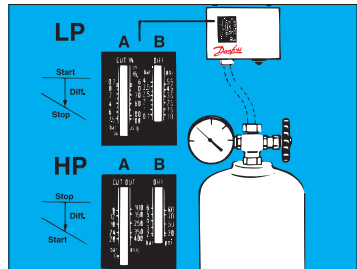
Реле низкого давления (LP)

Вначале следует проверить работу реле давления с использованием баллона со сжатым газом. Убедитесь, что контакты реле при заданном функционировании переключаются правильно.

С помощью шкалы настройки давления (A) задайте давление замыкания контакта (CUT IN). С помощью шкалы настройки дифференциала (B) задайте дифференциал. Давление размыкания будет равно давлению замыкания (CUT IN) минус дифференциал (DIFF).

Реле высокого давления (HP)

С помощью шкалы настройки давления (A) задайте давление размыкания контакта (CUT OUT). С помощью шкалы настройки дифференциала (B) задайте дифференциал. Давление замыкания будет равно давлению размыкания (CUT OUT) минус дифференциал (DIFF).



A10_0012

Не забывайте, что деления на шкалах носят ориентировочный характер.

Пример: 4 компрессора с хладагентом R404A, установленные параллельно

Продукт, подлежащий охлаждению: мороженое при температуре -25°C , температура кипения $t_{\text{к}} = -37^{\circ}\text{C}$, давление кипения $p_{\text{к}} = 0,5$ бар, перепад давления во всасывающем трубопроводе Δp соответствует 0,1 бар.

Каждое реле давления настраивается индивидуально согласно таблице.

Настройка реле низкого давления (LP) при наружном монтаже агрегатов

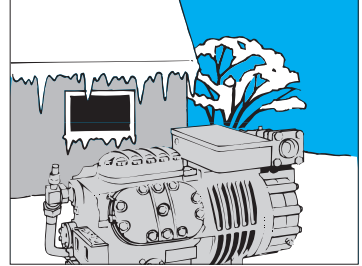
Если компрессор, конденсатор и ресивер установлены снаружи помещения, в зимнее время давление замыкания (CUT IN) реле низкого давления может быть ниже минимально возможного давления (соответствующего температуре окружающего воздуха). В этом случае давление в магистрали всасывания после длительного простоя установки определяется давлением в ресивере.

Пример:

Наиболее низкая температура воздуха, окружающего компрессор, составляет -20°C , что для хладагента R404A соответствует давлению 1 бар. В этом случае давление замыкания (CUT IN) должно соответствовать -24°C , т.е. должно быть равно 1,6 бар.

Компрессор	Давление размыкания, бар	Давление замыкания, бар
1	-0.05	0.35
2	0.1	0.5
3	0.2	0.6
4	0.35	0.75

Устанавливайте реле давления таким образом, чтобы жидкость не попала в сиффон



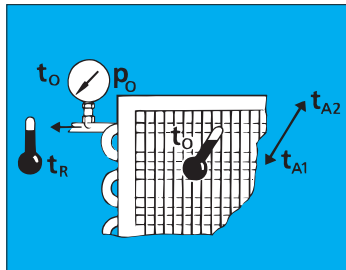
AI0_0013

Давления кипения ($P_{\text{к}}$) в системах различных типов

Температура воздуха в помещении (t)	Тип холодильной установки	Разность между темп. кипения $t_{\text{к}}$ и темп. воздуха $t_{\text{в}}$	Давление кипения ($p_{\text{к}}$)	Относительная влажность воздуха HR, %	Настройка реле KP2/ KP1 (замыкание-размыкание)
$+0.5^{\circ}/+2^{\circ}\text{C}$	Холодильная камера для мяса с принудительной циркуляцией воздуха	10K	От 1,0 до 1,1 бар (R134a)	85	0.9 - 2.1 бар (D)
$+0.5^{\circ}/+2^{\circ}\text{C}$	Холодильная камера для мяса с естественной циркуляцией воздуха	12K	От 0,8 до 0,9 бар (R134a)	85	0.7 - 2.1 бар (D)
$-1^{\circ}/0^{\circ}\text{C}$	Витрина для мяса (открытая)	14K	0.6 бар (R134a)	85	0.5 - 1.8 бар (D)
$+2^{\circ}/+6^{\circ}\text{C}$	Холодильная камера для молока	14K	1.0 бар (R134a)	85	0.7 - 2.1 бар (D)
$0^{\circ}/+2^{\circ}\text{C}$	Холодильная камера для овощей и фруктов	6K	От 1,3 до 1,5 бар (R134a)	90	1.2 - 2.1 бар (D)
-24°C	Морозильный шкаф	10K	1.6 бар (R404A)	90	0.7 - 2.2 бар (S)
-30°C	Морозильная камера глубокого охлаждения	10K	1 бар (R404A)	90	0.3 - 2.7 бар (S)
-26°C	Фризер для изготовления мороженого	10K	1.4 бар (R404A)	90	0.5 - 2.0 бар (S)

Примечание:

D=Рабочее реле; S=Предохранительное реле.



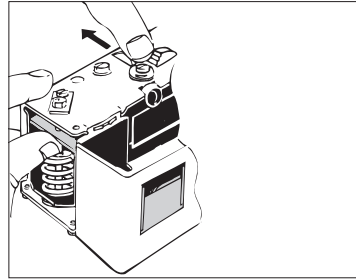
AI0_0015

Проверка контактов

После того как электрические цепи собраны и установка находится под номинальным рабочим давлением, можно вручную проверить работу контактной группы. В зависимости от давления в сильфоне и настройки реле контрольное устройство реле давления необходимо отжать вверх или вниз. При этом механизм возврата в исходное состояние (сброс) отключается.

Одноблочные реле давления

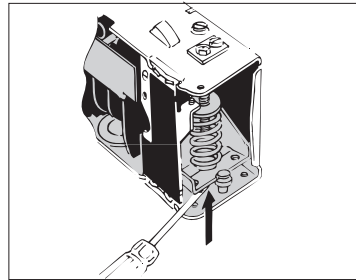
В этих реле при проверках используется контрольное устройство, расположенное слева сверху.



A10_0018

Двухблочные реле давления

В этих реле контрольное устройство для проверки реле низкого давления расположено слева, а для проверки реле высокого давления — справа внизу.



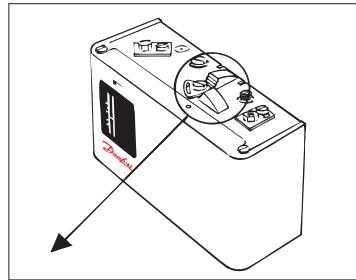
A10_0019



Внимание!

Для проверки работы контактной группы реле давления серии КР никогда не используйте контрольное устройство, расположенное справа сверху: это приведет к нарушению настройки прибора или его повреждению.

В двухблочных реле КР 15 с возможностью выбора автоматического или ручного возврата в исходное состояние как в блоках низкого, так и высокого давления, автоматический сброс настраивается при проведении технического обслуживания прибора. После этого реле давления может автоматически осуществлять повторный пуск. Не забывайте после технического обслуживания установить начальную функцию сброса.



A10_0020

Реле давления можно защитить от автоматического возврата в исходное состояние. Для этого достаточно снять кулачок, задающий функцию сброса. Для того чтобы защитить прибор от изменения функции сброса, покройте кулачок красным лаком.

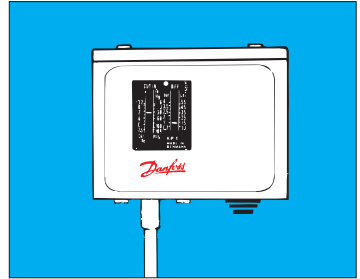
<p>LP — блок низкого давления, HP — блок высокого давления</p>				
<p>Блок низкого давления</p>	<p>Ручной возврат в исходное состояние*</p>	<p>Автоматический возврат в исходное состояние</p>	<p>Автоматический возврат в исходное состояние</p>	<p>Ручной возврат в исходное состояние</p>
<p>Блок высокого давления</p>	<p>Ручной возврат в исходное состояние*</p>	<p>Ручной возврат в исходное состояние</p>	<p>Автоматический возврат в исходное состояние</p>	<p>Автоматический возврат в исходное состояние</p>

* Заводская настройка

A10_0021

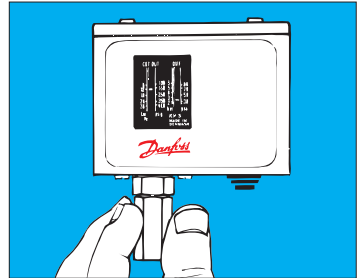
Выбор реле давления

В герметичных установках используйте реле давления КР со штуцерами под пайку.



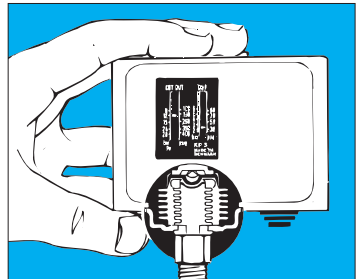
AIO_0006

В установках с аммиаком используйте реле давления типа КР-А. Для подсоединения капиллярной трубки используйте переходник M10x0,75 (1/4-18NPT), кодовый номер 060-014166.



AIO_0002

В холодильных установках, содержащих большое количество хладагента и требующих дополнительных мер безопасности, используйте реле давления типа КР7/17 с двумя сильфонами: если один сильфон разрушится, утечек хладагента удастся избежать.



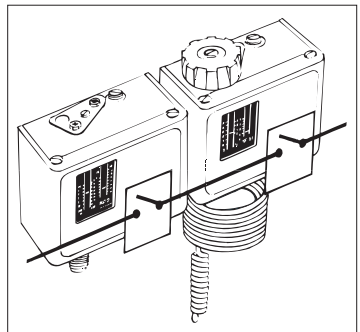
AIO_0003

В установках, работающих при низком давлении кипения, реле давления должно не только контролировать, но и регулировать заданное давление. В этом случае используйте реле КР2 с небольшим дифференциалом.

Пример с реле давления и реле температуры, соединенными последовательно:
 Реле температуры КР 61 регулирует температуру испарителя путем включения/отключения компрессора.
 Реле давления КР 2 останавливает компрессор при чрезмерном понижении давления всасывания.

Реле температуры КР 61:
 Замыкание (CUT IN) происходит при 5 °С (2,6 бар)
 Размыкание (CUT OUT) происходит при 1 °С (2,2 бар)

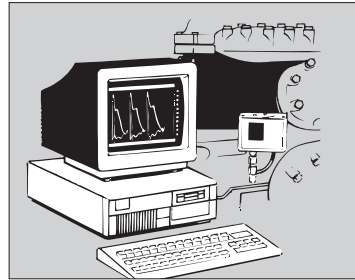
Реле низкого давления КР 2:
 Замыкание (CUT IN) происходит при 2,3 бар
 Размыкание (CUT OUT) происходит при 1,8 бар



AIO_0004

Выбор реле давления
(продолжение)

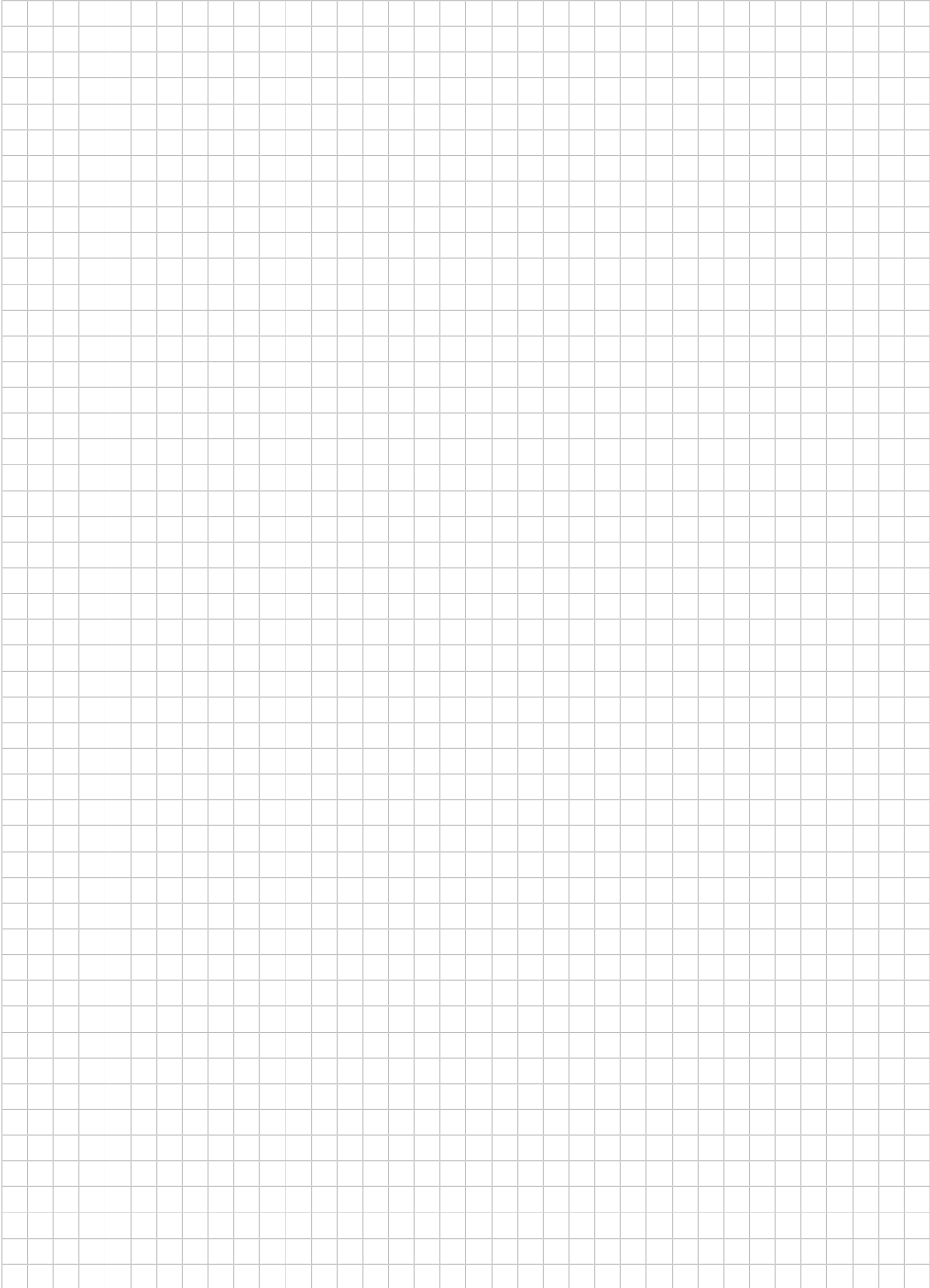
В установках, в которых реле давления типа КР срабатывают очень редко (например, для выдачи аварийного сигнала) или выполняют функции датчиков для программируемых автоматов типа PLC или им подобных, мы рекомендуем использовать реле с позолоченными контактами. Они обеспечивают надежное сцепление даже при очень низких контактных нагрузках.



A10_0005

Содержание	Стр.
Монтаж	29
Реле температуры с датчиком температуры воздуха	29
Настройка реле температуры	30
Реле температуры с автоматическим возвратом в исходное состояние (сбросом)	30
Реле температуры с возвратом в исходное состояние по максимальной температуре	30
Реле температуры с возвратом в исходное состояние по минимальной температуре	30
Пример настройки	31
Проверка контактов	31
Двухблочные термореле типа KP 98	31
Выбор реле температуры	32
Паровые наполнители	32
Адсорбционные наполнители	32
Низкие контактные нагрузки	32
Крепление длинных капиллярных трубок	33
Реле температуры с паровым наполнителем	33

Для заметок

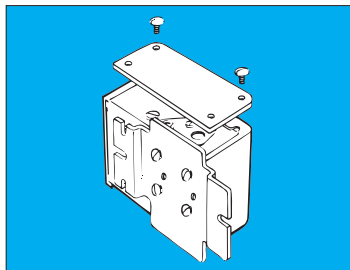


Монтаж

*Реле температуры
с датчиком
температуры воздуха*

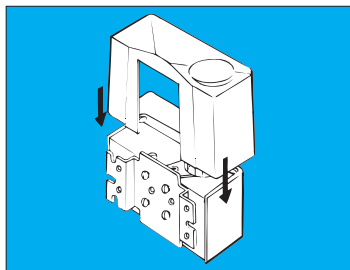
Если в помещениях, где устанавливаются реле температуры, возможно намокание воды или попадание капель воды на корпус реле, закройте их крышками. Крышки увеличивают степень защиты корпуса от влаги до IP44 и могут устанавливаться на все реле типа KP. Крышки приобретаются отдельно (кодированный номер 060-109766 для одноблочных реле и 060-109866 для двухблочных).

Для обеспечения степени защиты IP 44 необходимо закрыть все отверстия на задних стенках корпусов.



AJO_0001

В случае установки реле температуры в сильно загрязненных или чересчур влажных помещениях (при наличии брызг воды сверху или со всех сторон), защитите их специальными кожухами, которые приспособлены для крепления на угловой (кодированный номер 060-105666) или настенный (060-105666) кронштейны.



AJO_0002

Реле температуры

В случае постоянного и сильного воздействия воды на реле следует использовать корпус со степенью защиты IP 55, который выпускается как для одноблочных, так и для двухблочных реле (кодированный номер 060-033066 для одноблочных реле и 060-035066 для двухблочных).

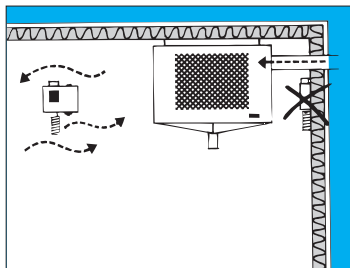


AKO_0020

Следует помнить, что точность поддержания температуры в пределах заданного диапазона зависит от характера циркуляции воздуха вблизи чувствительного элемента реле температуры. Если циркуляция слишком слабая, диапазон регулирования температуры увеличивается на 2—3°C.

Реле температуры должно быть размещено в таком месте, в котором обеспечивается свободная циркуляция воздуха вблизи чувствительного элемента. Не устанавливайте датчик температуры на сквозняке (например, около двери) или в зоне действия излучения поверхности испарителя.

Никогда не размещайте термостат на холодной стенке, поскольку это ведет к увеличению дифференциала регулирования. В этом случае прибор должен быть установлен на теплоизолированном кронштейне.



AJO_0003

Реле температуры с датчиком температуры воздуха (продолжение)

При выборе места для установки датчика нужно следить за тем, чтобы воздух имел возможность свободно циркулировать вблизи чувствительного элемента. Например, при регулировании температуры возвратного воздуха датчик не должен иметь контакта с испарителем.



Ah0_0006

Реле температуры с датчиком температуры поверхности

Датчики температуры поверхности можно устанавливать:

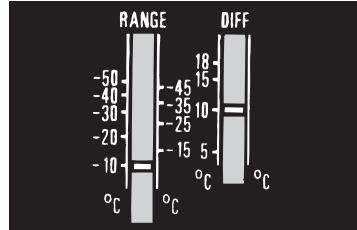
- 1) На трубопроводе;
- 2) Между ребрами испарителя;
- 3) В погруженной трубке (гильзе).

В обеспечение надежного контакта между средой и чувствительным элементом при установке датчика в гильзу следует использовать теплопроводящую пасту (кодированный номер 041E0110).

Настройка реле температуры

Реле температуры с автоматическим возвратом в исходное состояние (сбросом)

По шкале настройки контролируемого параметра (шкала диапазона RANGE) задайте максимальную температуру, при которой компрессор должен включаться (уставку температуры). По шкале настройки дифференциала (шкала дифференциала DIFF) задайте необходимый дифференциал.

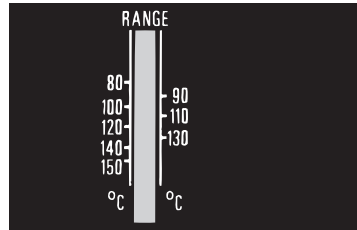


Aj0_0004

Уставка температуры соответствует температуре, при которой компрессор включится при повышении контролируемой температуры. Компрессор отключится при понижении температуры на величину заданного дифференциала.

Для настройки реле температуры с паровым наполнителем термочувствительной системы руководствуйтесь графиками, приведенными в руководстве по эксплуатации.

Если компрессор не отключается при низких температурах, проверьте настройку дифференциала, который может быть слишком большим.



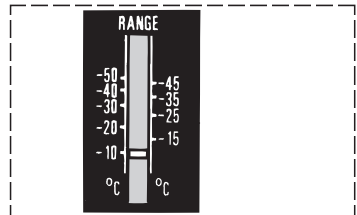
Aj0_0005

Реле температуры с возвратом в исходное состояние по максимальной температуре

По шкале настройки контролируемого параметра (шкала диапазона RANGE) задайте максимальную температуру, при которой компрессор должен отключаться. Это реле температуры имеет нерегулируемый дифференциал. Когда температура датчика опустится на величину дифференциала, компрессор можно включить нажатием кнопки RESET (СБРОС).

Реле температуры с возвратом в исходное состояние по минимальной температуре

По шкале настройки контролируемого параметра (шкала диапазона RANGE) задайте минимальную температуру, при которой компрессор должен отключаться. Это реле температуры имеет нерегулируемый дифференциал. Когда температура датчика поднимется на величину дифференциала, компрессор можно включить нажатием кнопки RESET (СБРОС).



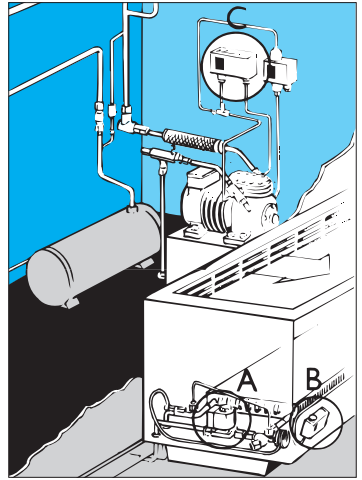
Aj0_0006

Пример настройки

Температура морозильной камеры регулируется с помощью термореле, закрывающего соленоидный клапан. Система охлаждения работает с циклом перекачивания хладагента со стороны низкого давления в ресивер или конденсатор и отключается по сигналу реле низкого давления. Реле низкого давления нельзя настраивать на срабатывание (размыкание контактов) при давлении ниже допустимого значения. С другой стороны, контакты реле давления должны замыкаться при давлении, соответствующем температуре замыкания контактов термореле.

Пример

Морозильная камера с системой охлаждения, заправленной хладагентом R404A.	
Температура в камере:	-20°C
Температура размыкания контактов термореле:	-20°C
Температура замыкания контактов термореле:	-18°C
Давление размыкания контактов реле давления:	0,9 бар (-32°C)
Давление замыкания контактов реле давления:	2,2 бар (-18°C)



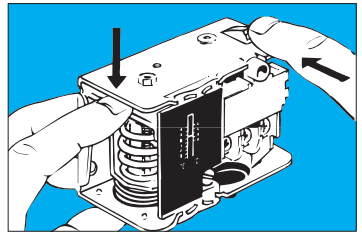
AJO_0007

Реле температуры

Проверка контактов

После завершения монтажа электрической цепи термореле можно вручную проверить работу его контактов. Для этого нужно в зависимости от температуры датчика и настройки реле нажать на контрольное устройство вверх или вниз. При тестировании контактов механизм возвратит в исходное состояние (сброс) отключается.

Контрольное устройство реле температуры расположено сверху слева.



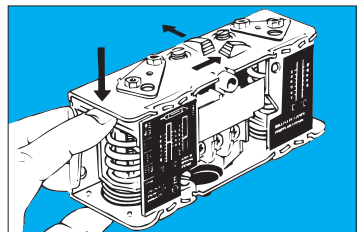
AJO_0009



Внимание!

Никогда не используйте для проверки контактов одноблочных термореле контрольное устройство, расположенное с правой стороны прибора. Это может привести к нарушению настройки или повреждению реле температуры.

В двухблочных термореле типа KP 98 для проверки срабатывания контакта при повышении температуры масла используйте контрольное устройство, расположенное с левой стороны прибора, а для проверки срабатывания контакта при повышении температуры сжатого газа — внизу с правой стороны.



AJO_0010

Выбор реле температуры

Реле температуры с паровым наполнителем

Термочувствительная система реле температуры должна быть заправлена соответствующим наполнителем и в соответствующем виде.

Такие реле работают при низких температурах, сильфон термочувствительной системы должен быть холоднее датчика, показания реле не зависят от температуры корпуса.

Термореле с датчиком температуры воздуха, выполненным в виде змеевика:
Для контроля медленно изменяющейся температуры (со скоростью изменения не более 0,2 К/мин) в больших холодильных камерах, содержащих много оборудования, рекомендуется использовать реле температуры типа КР 62 с паровым наполнителем.

Реле температуры с адсорбционным наполнителем




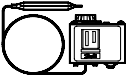


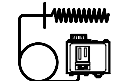
Такие реле работают при высоких температурах, сильфон термочувствительной системы может быть холоднее или теплее датчика, показания реле не зависят от температуры корпуса.

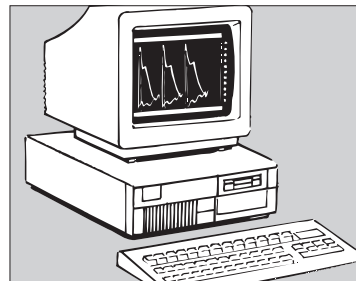
Термореле с датчиком температуры воздуха, выполненным в виде змеевика:
Для контроля быстро изменяющейся температуры (со скоростью изменения более 0,2 К/мин) в малых холодильных камерах с большой оборачиваемостью загрузки рекомендуется использовать реле температуры типа КР 62 с адсорбционным наполнителем.
Реле с низкими контактными нагрузками

В установках, в которых реле температуры КР срабатывают очень редко (например, для выдачи аварийного сигнала) или выполняют функции датчиков для программируемых автоматов типа PLC или им подобных, мы рекомендуем использовать реле с позолоченными контактами. Они обеспечивают надежное сцепление даже при очень низких контактных нагрузках.

Реле с низкими контактными нагрузками

В установках, в которых реле температуры КР срабатывают очень редко (например, для выдачи аварийного сигнала) или выполняют функции датчиков для программируемых автоматов типа PLC или им подобных, мы рекомендуем использовать реле с позолоченными контактами. Они обеспечивают надежное сцепление даже при очень низких контактных нагрузках.

Паровой наполнитель	 6018012	Датчик температуры в виде прямой капиллярной трубки
	 6018032	Дистанционный датчик температуры в виде змеевика
	 6018013	Датчик температуры в виде змеевика, совмещенного с корпусом термореле
Адсорбционный наполнитель	 6018017	Дистанционный датчик температуры в виде термобаллона с двойным контактом
	 6018008	Дистанционный датчик температуры в виде цилиндрического термобаллона
	 6018013	Датчик температуры в виде змеевика, совмещенного с корпусом термореле
	 6018018	Дистанционный датчик температуры в виде змеевика (для установки в воздуховодах)



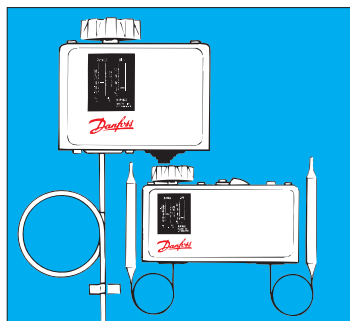
Aj0_0012

Крепление длинных капиллярных трубок

Крепление капиллярных трубок при использовании двухблочных реле температуры типа КР 98

В случае вибрации слишком длинная капиллярная трубка может разрушиться, в результате чего произойдет утечка хладагента. Поэтому при креплении капиллярных трубок нужно строго соблюдать следующие правила:

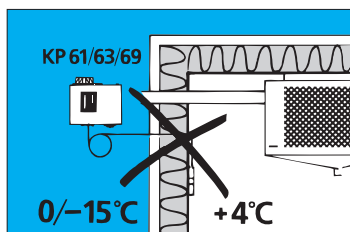
- При монтаже непосредственно на компрессоре закрепляйте трубку таким образом, чтобы она вибрировала вместе с ним. Излишек трубки сверните в кольцо.
- При других способах монтажа сверните излишек трубки в свободную петлю. На компрессоре закрепите ту часть трубки, которая подсоединяется к компрессору. Другую часть трубки вместе с петлей закрепите на опоре реле температуры.



AJO_0017

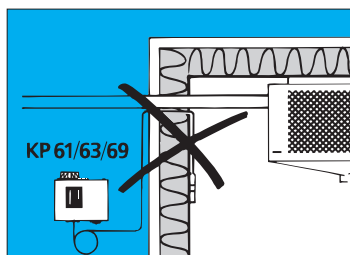
Размещение реле температуры с паровым наполнителем

Никогда не устанавливайте термореле типа КР с паровым наполнителем в помещениях, температура в которых может опускаться ниже температуры в холодильной камере!



AJO_0014

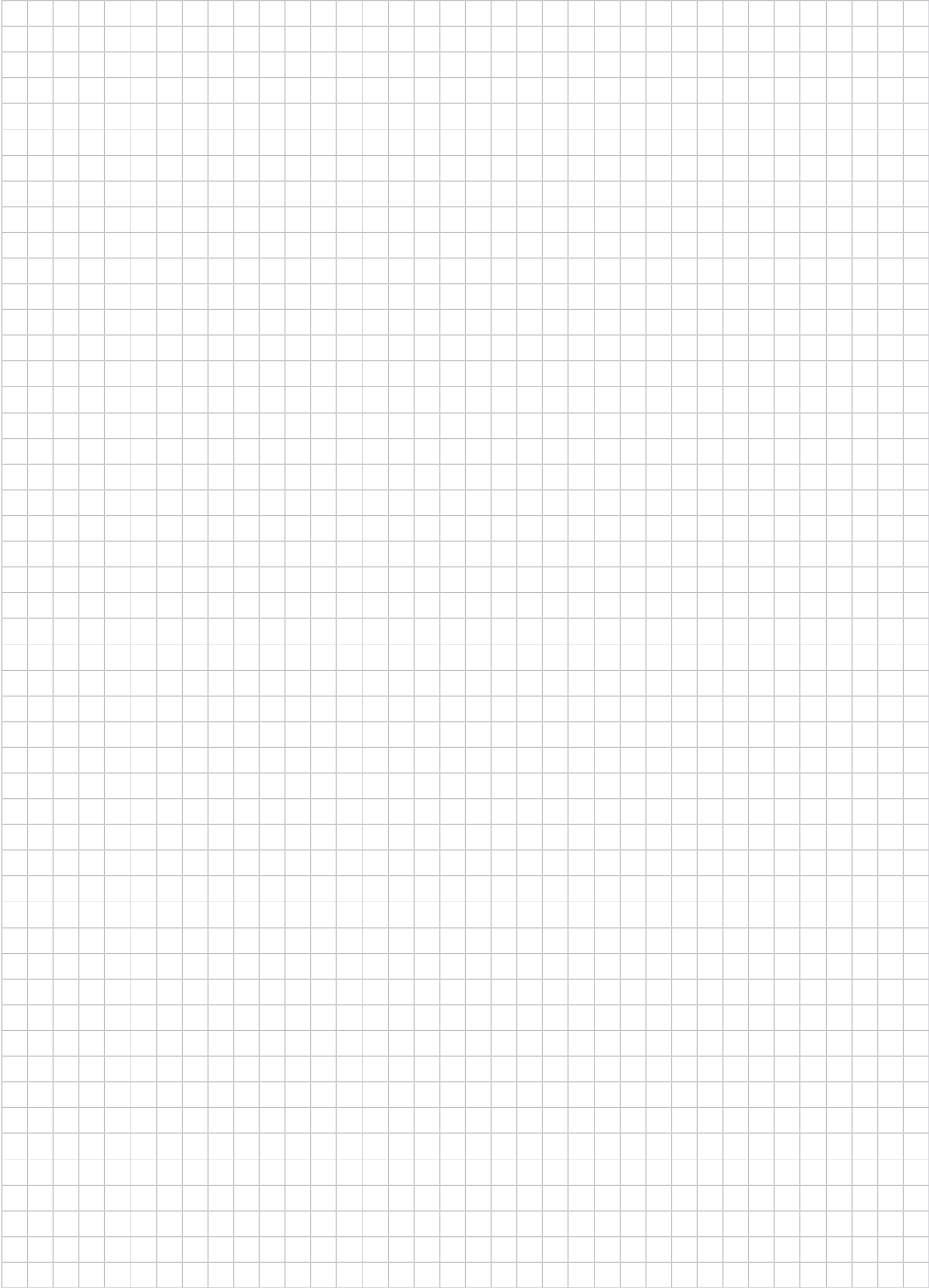
Капиллярные трубки термореле с паровым наполнителем и трубопроводы линии всасывания не должны проходить сквозь стены рядом!



AJO_0015

Содержание	Стр.
Область эксплуатации	37
Регулятор давления кипения типа KVP	37
Регулятор давления конденсации типа KVR	38
Регулятор давления в картере компрессора типа KVL	38
Регулятор производительности типа KVC	39
Регулятор давления в ресивере типа KVD	39
Маркировка	40
Монтаж	40
Пайка	40
Испытания под давлением	41
Вакуумирование	41
Настройка	42
Настройка регуляторов давления кипения типа KVP	42
Настройка регуляторов давления в картере компрессора типа KVL	42
Настройка регуляторов давления конденсации типа KVR + NRD	42
Настройка регуляторов давления конденсации типа KVR + KVD	43
Регуляторы давления производства компании Данфосс	43

Для заметок



Область применения

Регуляторы давления типа KV устанавливаются в магистралях высокого и низкого давления и предназначены для поддержания постоянного давления в условиях переменной тепловой нагрузки. По своему назначению они подразделяются на:

- KVP регулятор давления кипения
- KVR регулятор давления конденсации
- KVL регулятор давления в картере компрессора
- KVC регулятор производительности
- NRD регулятор разности давлений, а также регулятор давления в ресивере
- KVD регулятор давления в ресивере
- CPCE регулятор производительности



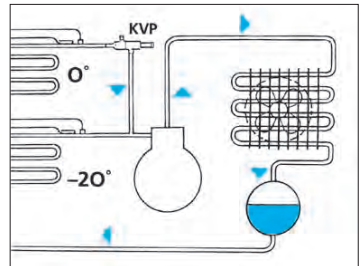
Ako_0031

Регулятор давления кипения типа KVP

Регулятор давления кипения типа KVP устанавливается на линии всасывания за испарителем для регулирования давления кипения в системах охлаждения с одним или несколькими испарителями и одним компрессором.

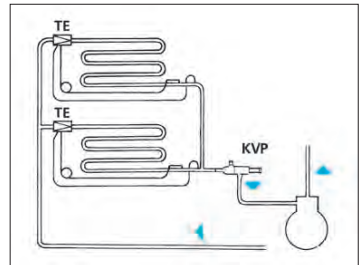
В системах с несколькими испарителями (работающими при различных давлениях кипения), регулятор KVP устанавливается за испарителем с наибольшим давлением кипения.

Каждый испаритель подпитывается с помощью соленоидного клапана, установленного на линии жидкости. Компрессор управляется с помощью реле давления. Максимальное давление на стороне всасывания соответствует наименьшей температуре в камере охлаждения.



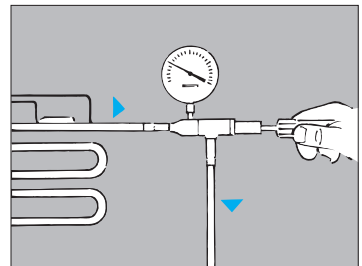
Ako_0025

В установках с запараллеленными испарителями и общим компрессором регулятор KVP устанавливают в общей линии всасывания, чтобы поддерживать в испарителях одинаковое давление.



Ako_0019

Регулятор давления кипения снабжен штуцером для подсоединения манометра, который служит для настройки давления кипения. Регулятор KVP поддерживает постоянное давление в испарителе. Когда давление на входе в регулятор (давление кипения) возрастает, он открывается.



Ako_0023

Регулятор давления конденсации типа KVR

В общем случае регулятор давления конденсации типа KVR устанавливается между конденсатором с воздушным охлаждением и ресивером. Регулятор KVR поддерживает постоянное давление в конденсаторах с воздушным охлаждением. Когда давление на входе в KVR (давление конденсации) возрастает, он открывается.

В комплекте с регулятором KVD или клапаном NRD регулятор KVR обеспечивает достаточно высокое давление жидкости в ресивере при любых изменениях условий эксплуатации. Регулятор давления конденсации KVR имеет штуцер для подсоединения манометра, который служит для настройки давления конденсации.

Если конденсатор с воздушным охлаждением и ресивер размещены снаружи помещения и работают при низкой температуре окружающего воздуха, могут возникнуть трудности с пуском системы после продолжительной остановки. В этом случае регулятор KVR устанавливают перед конденсатором с воздушным охлаждением, а сам конденсатор обводят байпасным трубопроводом с установленным на нем обратным клапаном типа NRD. Обратный клапан предотвращает обратное течение хладагента в процессе пуска установки.

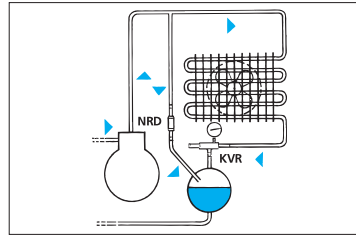
Регуляторы KVR используются также в системах с регенерацией тепла. В этом случае регуляторы KVR устанавливают между теплообменником-утилизатором и конденсатором. Во избежание заброса жидкости в конденсатор, между конденсатором и ресивером устанавливается обратный клапан NRV.

Регулятор KVR может использоваться в качестве перепускного клапана в холодильных установках с автоматическим оттаиванием. В этом случае он устанавливается на специальном трубопроводе между испарителем и ресивером.

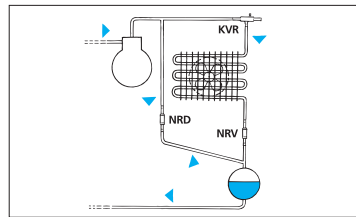
Примечание!
Никогда не используйте регулятор KVR как предохранительный клапан.

Регулятор давления в картере компрессора типа KVL

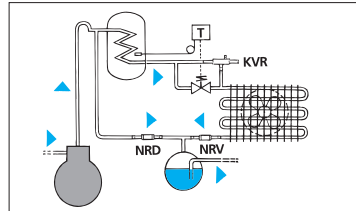
Регуляторы типа KVL позволяют избежать пуска и эксплуатации компрессора при слишком высоких значениях давления всасывания. Они устанавливаются непосредственно перед компрессором на линии всасывания. Регуляторы KVL часто используются в холодильных установках с герметичными или полугерметичными компрессорами, предназначенными для работы при низких температурах. Регуляторы KVL открываются при понижении давления на выходе (на линии всасывания).



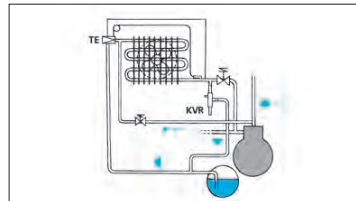
Ak0_0026



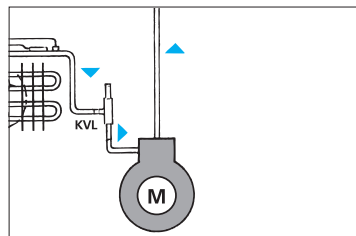
Ak0_0027



Ak0_0028



Ak0_0029

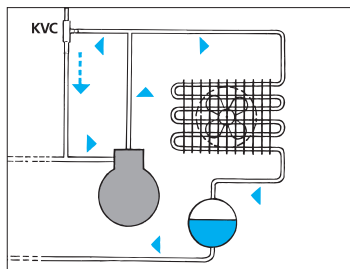


Ak0_0024

Регулятор производительности типа KVC

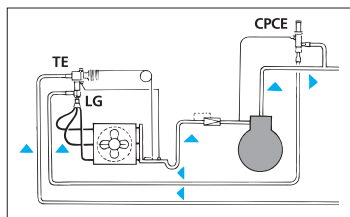
Регуляторы типа KVC используются для регулировки производительности холодильных установок при низкой тепловой нагрузке, где необходимо избежать понижения давления всасывания и частого включения/отключения компрессора.

Слишком низкое давление всасывания вызывает появление вакуума в контуре, что приводит к опасности проникновения влаги в установку при негерметичном компрессоре. В общем случае регуляторы KVC устанавливаются на байпасной линии между всасывающим и нагнетающим патрубками компрессора. Регулятор KVC открывается при понижении давления на выходе (на линии всасывания).



Ako_0030

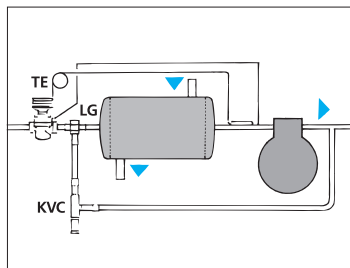
Вместо регулятора KVC можно использовать регулятор производительности CPCE. Он устанавливается, если требуется более высокая точность регулирования при низких давлениях всасывания или при большом гидравлическом сопротивлении между выходом из регулятора и линией всасывания.



Ako_0002

Регулятор KVC можно также установить на байпасной магистрали, выходящей из нагнетающего трубопровода, так чтобы выход регулятора подсоединялся к контуру между ТРВ и испарителем.

Этот способ применяется в охладителях жидкости с несколькими параллельно соединенными компрессорами, но без жидкостного распределителя.

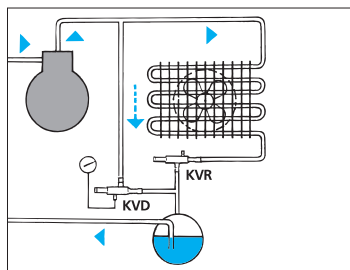


Ako_0003

Регулятор давления в ресивере типа KVD

Регулятор давления типа KVD предназначен для поддержания достаточно высокого давления в ресивере холодильных установок как с регенерацией тепла, так и без нее. KVD используется совместно с регулятором давления конденсации KVR.

Регулятор давления KVD имеет штуцер для подсоединения манометра, который служит для настройки давления в ресивере. Регулятор KVD открывается при понижении давления на выходе (в ресивере).



Ako_0004

Маркировка регуляторов давления

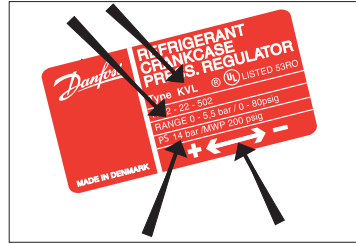
Все регуляторы типа KV снабжены маркировочной этикеткой, содержащей сведения о назначении и типе регулятора, например CRANKCASE PRESS. REGULATOR типа KVL (РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ В КАРТЕРЕ КОМПРЕССОРА ТИПА KVL).

Там указаны также рабочий диапазон давлений (RANGE) регулятора и максимально допустимое рабочее давление (PB/MWP).

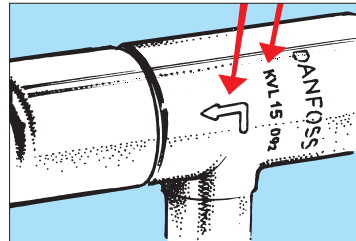
Внизу этикетки двойная стрелка указывает на направления вращения регулировочного винта при настройке регулятора: + (плюс) — увеличение давления; — (минус) — уменьшение давления.

Регуляторы KV используются со всеми существующими хладагентами, кроме аммиака (NH₃), при условии соблюдения указанного для каждого регулятора диапазона рабочего давления.

На корпусе регуляторов нанесены обозначение их типоразмера, например, KVL 15, и стрелка, указывающая направление потока хладагента в регуляторе.



Ak0_0032

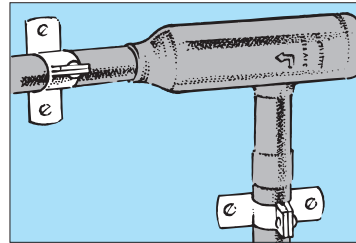


Ak0_0005

Монтаж

Убедитесь, что трубопроводы, на которых будут установлены регуляторы KV, чистые, закреплены надлежащим образом и защищены от воздействия вибраций. При монтаже регуляторов необходимо соблюдать направление течения, указанное стрелкой.

Ориентация регуляторов в пространстве не имеет значения при условии, что их расположение не приводит к образованию застойных зон для масла или жидкости.



Ak0_0006

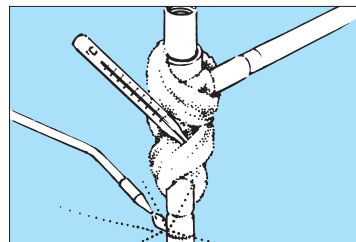
Пайка

При проведении пайки регулятор нужно обернуть влажной тканью.

Пламя горелки должно быть направлено в сторону от регулятора. Избегайте прямого нагрева вентиля регулятора.

При пайке внимательно следя за тем, чтобы в вентиль не попали посторонние частицы, которые могут нарушить его работу.

Перед пайкой регуляторов KV убедитесь, что вентриальный узел манометрического штуцера снят. При пайке всегда используйте инертный газ.



Ak0_0007



Внимание!

Сплавы, содержащиеся в припое, и флюс могут выделять токсичные пары, опасные для здоровья. Внимательно ознакомьтесь с инструкциями поставщика и неукоснительно соблюдайте правила техники безопасности. Не держите голову над дымом. Организуйте вентиляцию

помещения с удалением паров и не вдыхайте дым. Пайку производите в защитных очках. Операции, связанные с пайкой, не рекомендуются производить на заправленной хладагентом установке: выделяющиеся при этом агрессивные газы могут, например, повредить сиффон регулятора или другие элементы холодильного контура.

Испытания под давлением

После монтажа регуляторы KV следует подвергнуть испытаниям под давлением, следя за тем, чтобы испытательное давление не превышало максимально допустимого для каждого из регуляторов давления. Значения максимально допустимых давлений для регуляторов KV приведены в таблице.

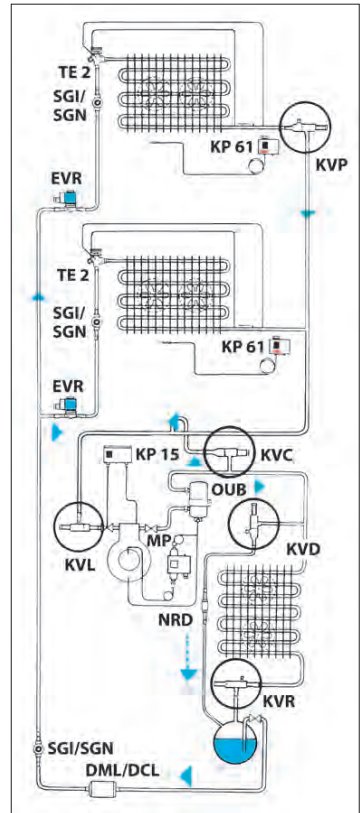
Тип регулятора	Испытательное давление, бар
KVP 12 - 15 - 22	28
KVP 28 - 35	25
KVL 12 - 15 - 22	28
KVL 28 - 35	25
KVR 12 - 15 - 22	31
KVR 28 - 35	31
KVD 12 - 15	31
KVC 12 - 15 - 22	31

Вакуумирование

Перед вакуумированием убедитесь, что все регуляторы, входящие в состав установки, открыты.

Положение регуляторов в состоянии заводской поставки следующее:
 KVP — закрыт
 KVR — закрыт
 KVL — открыт
 KVC — открыт
 KVD — открыт.

Отсюда следует, что перед вакуумированием регулировочные винты регуляторов KVP и KVR должны быть повернуты до отказа влево. В некоторых случаях может возникнуть необходимость вакуумирования одновременно магистралей высокого и низкого давлений. Мы не рекомендуем проводить вакуумирование системы через манометрические штуцеры регуляторов KVP, KVR и KVD. Проходные отверстия этих штуцеров слишком малы.



Ako_0009

Регуляторы Давления

Настройка

В качестве основы для настройки регуляторов давления KV следует использовать их заводскую настройку.

Заводская настройка каждого регулятора определяется по расстоянию от среза регулировочной втулки до головки регулировочного винта (см. рисунок).

В таблице указано давление заводской настройки каждого типа и расстояние X до головки регулировочного винта, которому это давление соответствует, а также изменение давления настройки при повороте винта на один полный оборот.

Тип регулятора	Давление заводской настройки, бар	Расстояние X, мм	Изменение давления на 1 оборот винта, бар/об.
KVP 12 - 15 - 22	2 bar	13	0.45
KVR 28 - 35	2 bar	19	0.30
KVL 12 - 15 - 22	2 bar	22	0.45
KVL 28 - 35	2 bar	32	0.30
KVR 12 - 15 - 22	10 bar	13	2.5
KVR 28 - 35	10 bar	15	1.5
KVD 12 - 15	10 bar	21	2.5
KVC 12 - 15 - 22	2 bar	13	0.45

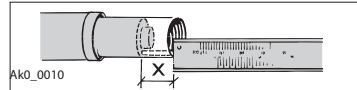
Настройка регуляторов давления кипения типа KVPs

В состоянии поставки регулятор KVP настроен на давление 2 бара. Чтобы увеличить давление, регулировочный винт нужно вращать вправо, чтобы уменьшить — влево.

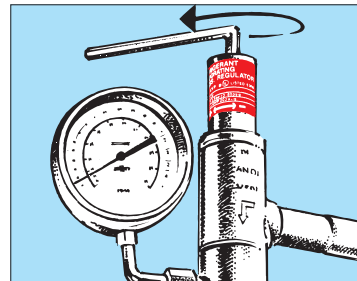
После некоторого периода работы регулятора в составе установки требуется выполнить его точную подстройку. Для проведения данной операции необходимо использовать манометр.

Если регулятор KVP используется для проведения оттаивания испарителя, точная подстройка проводится при минимальной тепловой нагрузке на систему.

После каждой подстройки не забывайте устанавливать на регулировочную втулку защитный колпачок.



Ak0_0010



Ak0_0011

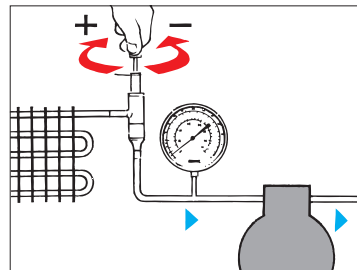
Настройка регуляторов давления в камере компрессора типа KVL

В состоянии поставки регулятор KVL настроен на давление 2 бара.

Для увеличения давления настройки регулировочный винт нужно вращать вправо, для уменьшения — влево.

Заводская настройка регулятора соответствует давлению начала открытия клапана или давлению, при котором он полностью закрыт. Чтобы защитить компрессор, регулятор должен быть настроен на максимальное допустимое давление всасывания компрессора.

Эту настройку необходимо осуществлять по показаниям манометра, установленного на всасывающей магистрали компрессора.



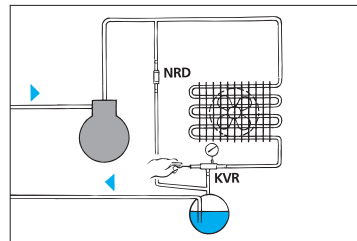
Ak0_0012

Регулятор давления конденсации KVR + обратный клапан NRD

В холодильных установках, оснащенных регуляторами KVR + NRD, настройка KVR должна обеспечивать соответствующее давление в ресивере.

Давление в конденсаторе обычно на 1,4-3,0 бар (перепад давления на клапане NRD) выше давления в ресивере. Если эта разность неприемлема, необходимо использовать регулятор KVR с KVD — клапаном давления в ресивере.

Настройку регуляторов желательно проводить в холодное время года.



Ak0_0013

Регулятор давления конденсации KVR + регулятор KVD

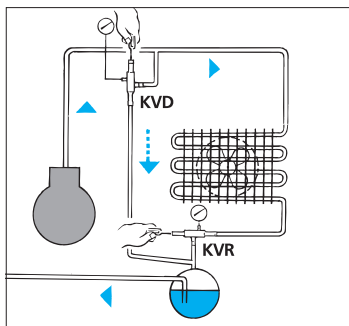
В холодильных установках, оснащенных регуляторами KVR+KVD, давление конденсации вначале настраивается с помощью регулятора KVR при закрытом регуляторе KVD (регулирующий винт регулятора KVD завернут влево до упора).

Затем регулятор KVD настраивается на давление в ресивере, например, чтобы давление в ресивере было примерно на 1 бар ниже давления конденсации.

Данная настройка проводится с использованием манометра. Настройку желательно проводить в холодное время года.

Чтобы настроить регулятор давления конденсации в теплое время года, предлагается один из следующих способов:

1. Во вновь монтируемой установке при использовании KVR и KVD с заводской настройкой (10 бар) нужно принять это давление за базовое и, принимая во внимание зависимость давления настройки от числа оборотов регулировочного винта, отрегулировать давление до требуемой величины.
2. В действующей установке (давление настройки регуляторов KVR и KVD неизвестно) вначале с помощью манометра следует найти точку отсчета, а затем поворотом регулировочного винта установить нужное давление настройки.



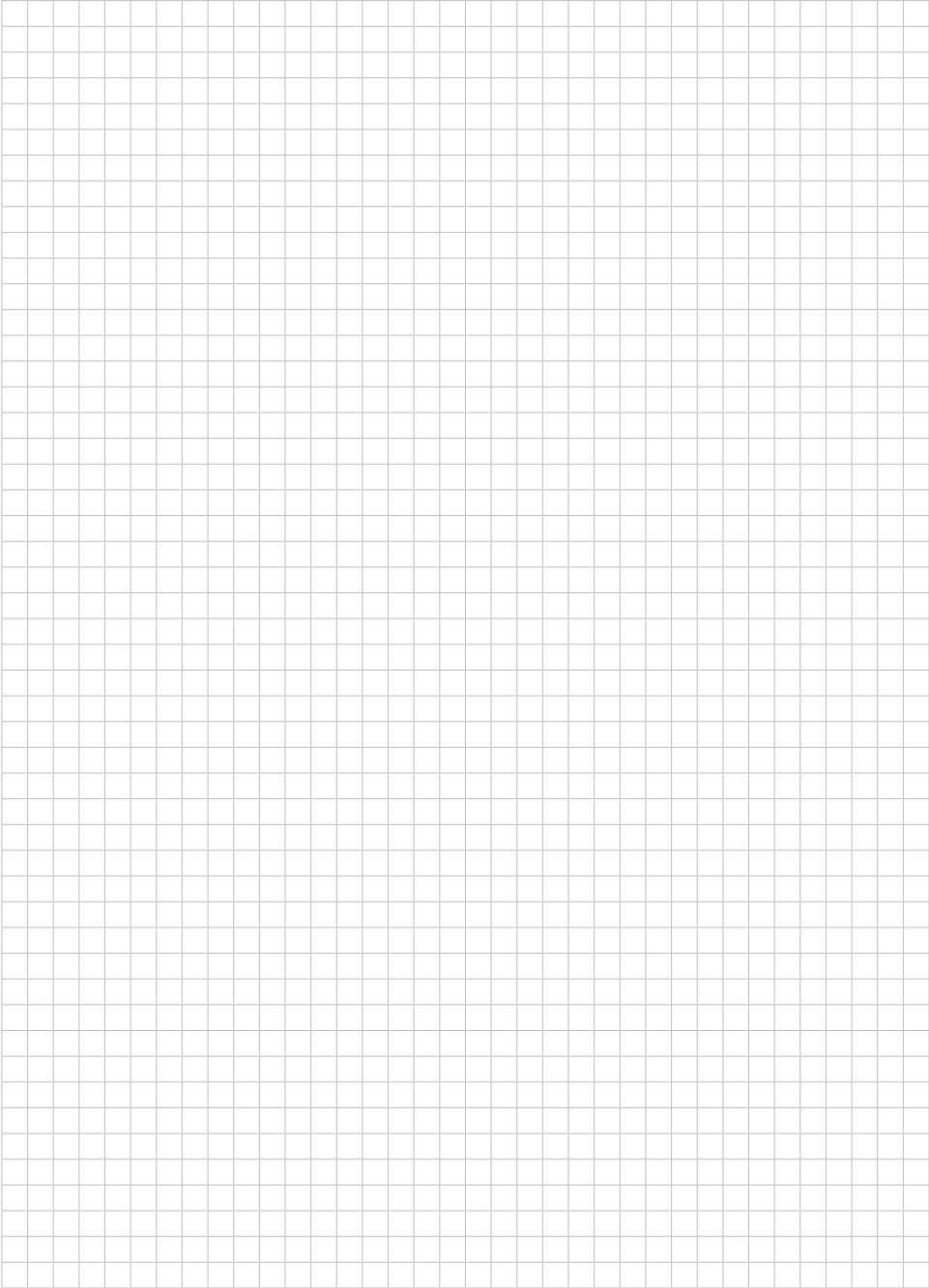
AKO_0014

Регуляторы давления производства компании Данфосс

Тип	Назначение	Открытие	Диапазон давления
KVP	Регулятор давления кипения	При повышении давления на входе в регулятор	От 0 до 5,5 бар
KVR	Регулятор давления конденсации	При повышении давления на входе в регулятор	От 5 до 17,5 бар
KVL	Регулятор давления в картере компрессора	При понижении давления на выходе из регулятора	От 0,2 до 6 бар
KVC	Регулятор производительности	При понижении давления на выходе из регулятора	От 0,2 до 6 бар
CPCE	Регулятор производительности	При понижении давления на выходе из регулятора	От 0 до 6 бар
NRD	Регулятор разности давлений	Начинает открываться при перепаде давления на вентиле 1,4 бар и полностью открывается при перепаде давления 3 бар	От 3 до 20 бар
KVD	Регулятор давления в ресивере	При понижении давления на выходе из регулятора	От 3 до 20 бар

Содержание	Стр.
Область применения	47
Маркировка	47
Монтаж	48
Настройка	48
Техническое обслуживание	49
Запасные части	50

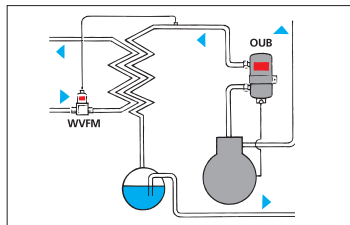
Для заметок



Область применения

Регуляторы давления конденсации (водорегуляторы) типа WV используются в холодильных установках, оборудованных конденсаторами с водяным охлаждением. Они поддерживают постоянным давление конденсации при любых изменениях тепловой нагрузки.

Водорегуляторы типа WV могут применяться со всеми обычными хладагентами в заданном рабочем диапазоне. Регуляторы типа WVS могут работать с аммиаком (R717).

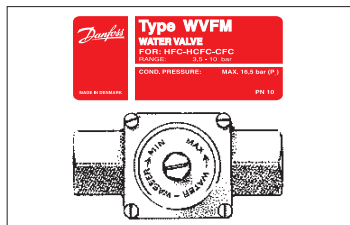


Ag0_0001

Маркировка

Регулятор давления производства компании Danfoss типа WVFM состоит из вентиля и сильфонной коробки. На сильфонной коробке имеется табличка с указанием типа регулятора, рабочего диапазона давлений (RANGE) и максимально допустимого давления.

На табличке указано также максимальное рабочее давление воды (например, PN10 согласно IEC534-4). В нижней части вентиля указано направление, в котором следует вращать регулировочный винт, чтобы повышать или снижать расход воды.



Ag0_0002

Регулятор давления типа WVFX состоит из вентиля, сильфонной коробки, расположенной на одной стороне регулятора, и регулирующего элемента, расположенного на другой его стороне.

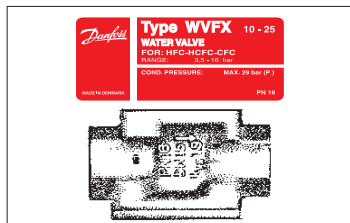
На сильфонной коробке имеется табличка, на которой указан тип регулятора, диапазон рабочих давлений и максимально допустимое давление воды.

Все давления относятся к гидравлическому контуру со стороны конденсатора.

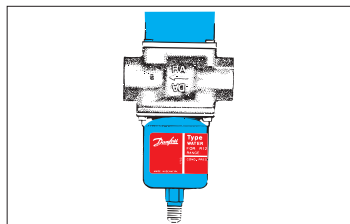
На корпусе вентиля указываются номинальное давление воды (например, PN16), номинальный диаметр (например, DN15) и расход воды через клапан в м³/ч при перепаде давления на вентиле в 1 бар (коэффициент расхода K_{vs} , например, K_{vs} 1,9).

С другой стороны корпуса имеется маркировка в виде стрелки и аббревиатур RA и DA. Аббревиатура RA означает "обратное действие" (reverse action), т.е. обратное направление расхода; DA — "прямое действие" (direct action), т.е. прямое направление расхода.

Если регулятор WVFX используется в качестве регулятора давления конденсации, коробка сильфона должна быть расположена со стороны аббревиатуры DA.



Ag0_0003



Ag0_0004

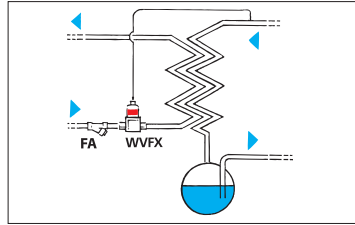
Монтаж

Клапаны WVFM и WVFX устанавливаются на водяных трубопроводах перед конденсатором. Направление течения воды должно совпадать со стрелкой на корпусе регулятора.

На входе в регулятор давления рекомендуется устанавливать фильтр, например, фильтр типа FV, для защиты от грязи подвижных деталей клапанов.

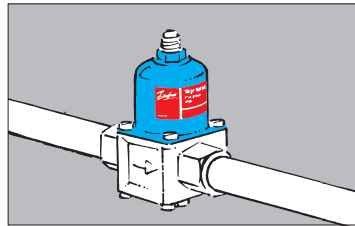
Во избежание вибрации сильфонной коробки сильфон следует соединять капиллярной трубкой с линией нагнетания за маслоотделителем.

Во избежание попадания в сильфон масла и грязи капиллярная трубка подсоединяется к верхней части трубопровода линии нагнетания.



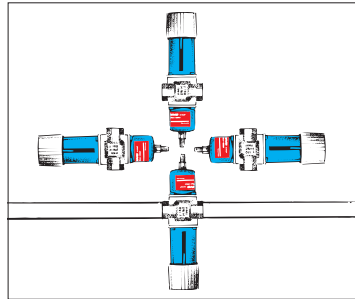
Ag0_0005

Водорегуляторы WVFM и WVFX 32-40 обычно устанавливаются сильфонной коробкой вверх.



Ag0_0006

Пространственная ориентация регуляторов WVFX10-25 значения не имеет.



Ag0_0007

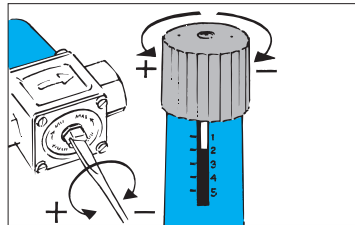
Настройка

Регуляторы WVFM и WVFX настраивают так, чтобы обеспечить желаемое давление конденсации. При вращении регулировочного винта вправо давление конденсации понижается, при вращении влево — повышается.

Для грубой настройки регуляторов можно использовать шкалу с метками от 1 до 5. Метка 1 соответствует примерно 2 барам, метка 5 — примерно 17 барам.

Заметим, что указанные величины диапазона настройки соответствуют началу открытия.

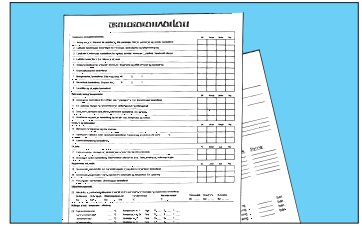
При полном открытии регулятора давление конденсации увеличивается на 3 бара.



Ag0_0008

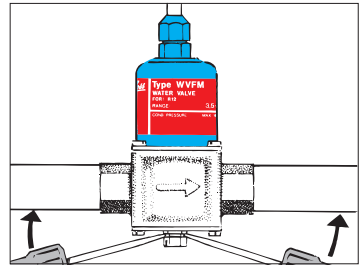
Техническое обслуживание Водорегуляторы должны проходить обязательное планово-предупредительное обслуживание, поскольку вблизи подвижных деталей могут скапливаться грязь и различные отложения.

Плановое обслуживание заключается в промывке клапанов регуляторов, позволяющей одновременно удалить загрязнения и проверить степень их инерционности.



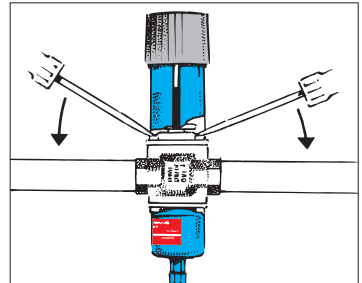
Ag0_0009

Для промывки клапанов WVFM используйте две отвертки: подведите их под головку регулировочного винта и откните вверх. В этом положении клапан становится максимально открытым, позволяя пропустить наибольший расход жидкости.



Ag0_0010

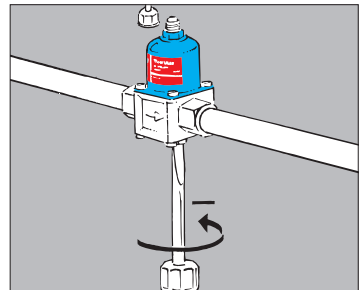
Для промывки клапанов WVFX вставьте две отвертки в щель с каждой стороны регулировочного узла под основание пружины и отожмите их книзу (к трубам), чтобы увеличить отверстие для прохода воды.



Ag0_0011

Если в работе регуляторов замечены неполадки или образовалась течь, их следует разобрать и почистить.

Перед разборкой необходимо стравить давление в корпусе сильфона, для чего нужно отсоединить от него трубу, ведущую к конденсатору холодильной установки. После этого следует повернуть вправо до отказа регулировочный винт, чтобы снизить давление настройки до минимального значения. При разборке регулятора необходимо менять кольцевые прокладки и другие узлы уплотнения.



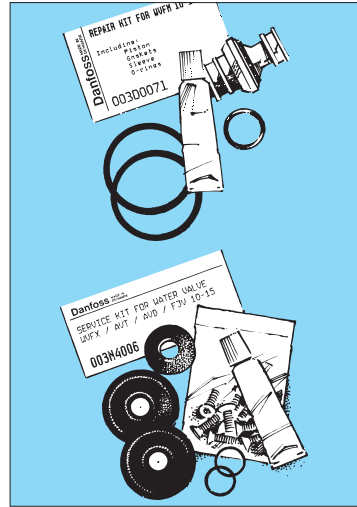
Ag0_0012

Запасные части

Для регуляторов WVFM и WVFX производства компании Danfoss можно заказать следующие запасные части (сменные детали):

- сильфонную коробку,
- комплект деталей для технического обслуживания регуляторов с запасными частями, прокладками, смазкой водяной части клапанов,
- комплект прокладок для регулятора WVFM.

Кодовые номера запасных частей и прокладок для этих регуляторов приведены в каталоге запасных частей*.

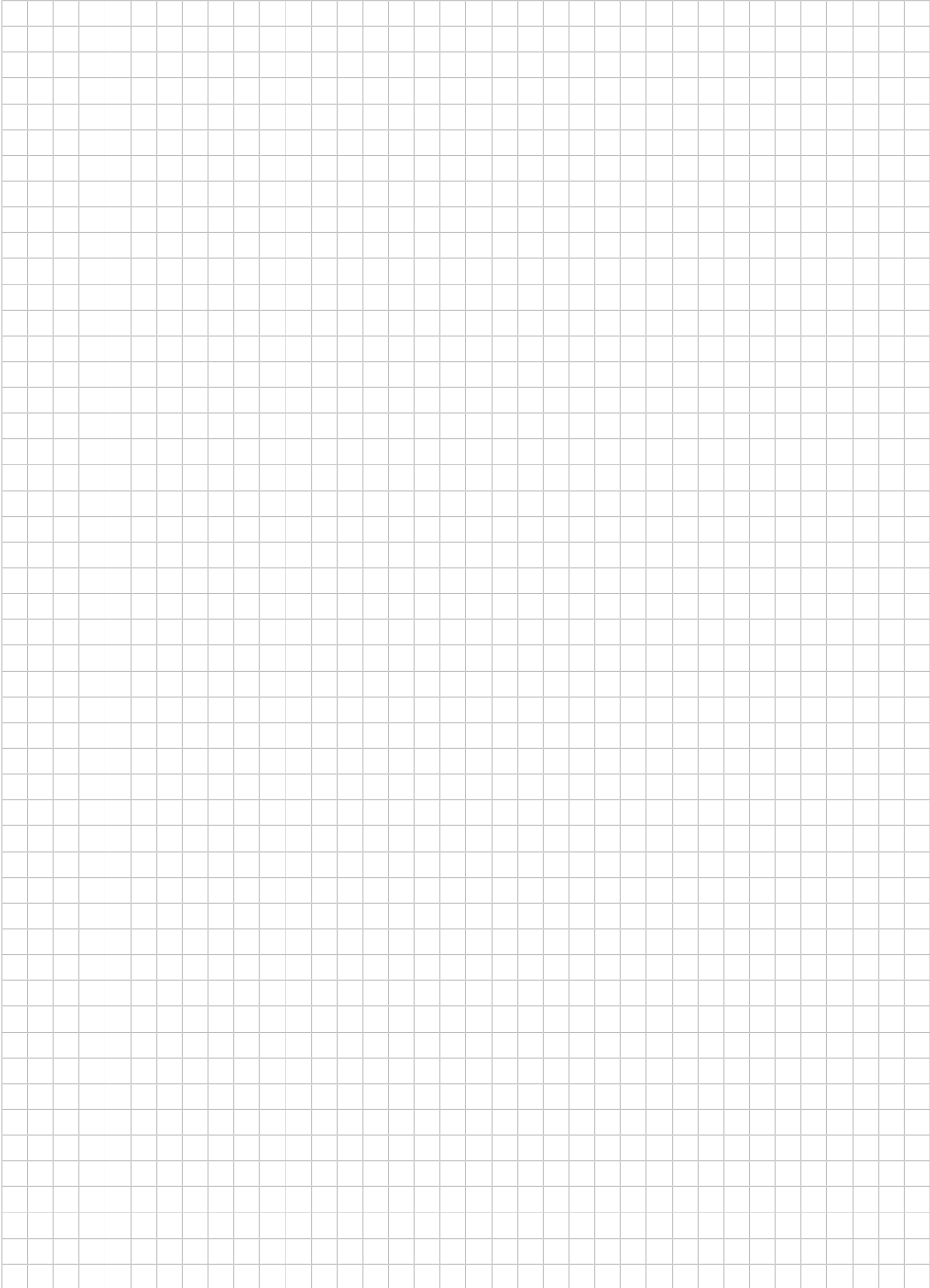


Ag0_0013

* Документация по запасным частям приведена также на сайте <http://www.danfoss.com>

Содержание	Стр.
Назначение	53
Выбор фильтра-осушителя	53
Место установки фильтра в холодильной системе	54
Монтаж	55
Пайка	56
Техническое обслуживание	56
Заменяйте фильтр-осушитель, если	56
Фильтр с заменяемым сердечником типа DCR	57
Установка прокладок	57
Монтаж прокладок	57
Утилизация фильтров-осушителей	57
Замена фильтров-осушителей	57
Фильтры специального назначения производства компании Данфосс	58
Комбинированные фильтры-осушители типа DCC и DMC	58
Антикислотный фильтр типа 48-DA	58
Фильтры специального назначения	58
Фильтры-осушители типа DCL/DML	58
Производительность	59
EPD (степень осушения)	59
Производительность фильтра по осушению	59
Производительность фильтра по жидкости	59
Рекомендуемая производительность системы	60
Фильтры-осушители производства компании Данфосс	60

Для заметок



Назначение

Оптимальным условием функционирования холодильной системы является чистота и отсутствие влаги внутри установки.

Перед запуском системы влага должна быть удалена вакуумированием холодильного контура до давления не более 0,05 мбар абс.

В процессе работы грязь и влага должны быть собраны и удалены из системы. Данную функцию выполняет фильтр-осушитель с твердым сердечником, состоящий из:

- материала типа молекулярного сита;
- силиконового геля (ввиду малой эффективности силиконовый гель в фильтрах компании Данфосс не используется);
- активированной окиси алюминия и полиэфирной сетки А, расположенной на выходе фильтра.

Сердечники типа DML полностью состоят из материала типа молекулярное сито.

Сердечники типа DCL на 80% состоят из материала типа молекулярное сито и на 20% из активированной окиси алюминия

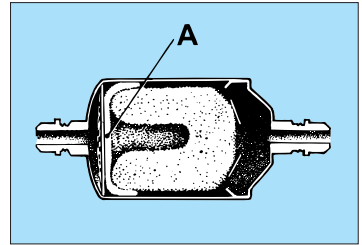
Твердый сердечник обладает большими возможностями для поглощения воды и сохранения накопленной влаги.

Молекулярное сито задерживает воду, а активированная окись алюминия — воду и кислоты.

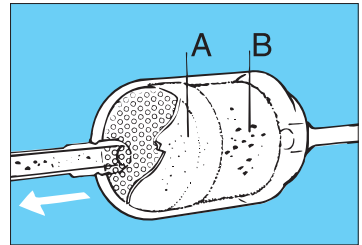
Твердый сердечник В совместно с полиэфирной сеткой А действуют как фильтр для задержки грязи.

В твердом сердечнике задерживаются крупные частицы грязи, в полиэфирной сетке — более мелкие частицы.

Фильтр-осушитель способен задерживать все частицы, размеры которых превышают 25 микрон.



Ah0_0001

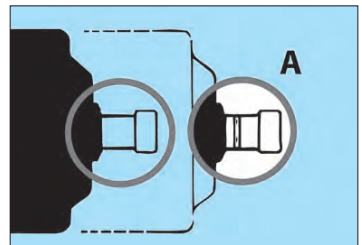


Ah0_0011

Выбор фильтра-осушителя

Выбор фильтра-осушителя определяется присоединительными размерами и производительностью холодильной установки.

Наиболее подходящим фильтром со штуцерами под пайку является фильтр компании Данфосс типа DCL/DML. Он обладает очень высокой производительностью, позволяя увеличивать интервалы между заменами. Буртик на штуцере А означает, что присоединительные размеры указаны в миллиметрах. Если штуцер А гладкий, без буртика, размеры соединения даны в дюймах. Фильтр типа DCL может использоваться с ХФУ- и ГХФУ-хладагентами (хлорфторуглеродными и гидрохлорфторуглеродными хладагентами). Фильтр типа DML может использоваться с ГФУ-хладагентами (гидрофторуглеродными хладагентами). Более подробная информация приведена на стр. 60.

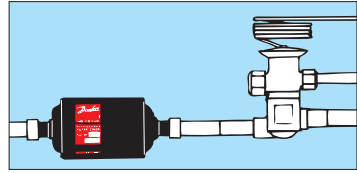


Ah0_0018

Фильтры-осушители и смотровые стекла

Место установки фильтра в холодильной системе

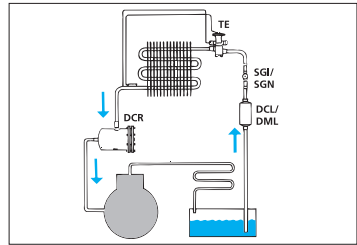
Фильтр-осушитель обычно устанавливают на линии жидкости перед терморегулирующим вентилем для защиты его от воды и грязи. Скорость хладагента в жидкостной линии невысока, и поэтому контакт между хладагентом и твердым сердечником фильтра-осушителя достаточно хороший. В то же время гидравлическое сопротивление фильтра незначительно.



Ah0_0019

Фильтр-осушитель может быть также установлен во всасывающей магистрали, где его задачей является защита компрессора от грязи и влаги, имеющейся в хладагенте.

Фильтры, устанавливаемые во всасывающем трубопроводе, так называемые «антикислотные» фильтры, применяются для удаления кислот из системы после выхода двигателя компрессора из строя в результате пережога. Для того, чтобы падение давления на фильтре было небольшим, фильтр, устанавливаемый линии всасывания, должен быть больше фильтра, устанавливаемого в жидкостной линии.



Ah0_0020

Фильтр на линии всасывания должен заменяться новым при падении давления на фильтре, превышающем следующие значения:

- В системах кондиционирования (A/C): 0,50 бар
- В холодильных установках: 0,25 бар
- В морозильных установках: 0,15 бар.

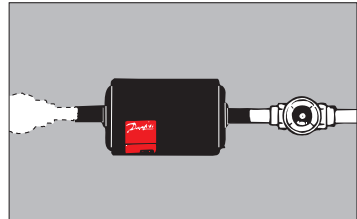
Смотровые стекла с индикатором влажности обычно устанавливаются после фильтра-осушителя. По цвету индикатора можно определить наличие влаги в хладагенте:

Зеленый цвет: Содержание влаги в хладагенте не превышает опасной концентрации.

Желтый цвет: Содержание влаги в хладагенте, поступающем на терморегулирующий вентиль, слишком высокое.

По наличию пузырей в смотровом стекле можно определить:

- 1) Падение давления на фильтре-осушителе очень велико
- 2) Отсутствует переохлаждение хладагента
- 3) Недостаточное количество хладагента в системе.



Ah0_0032

Если смотровое стекло установлено перед фильтром-осушителем, по цвету его индикатора влажности можно определить следующее:

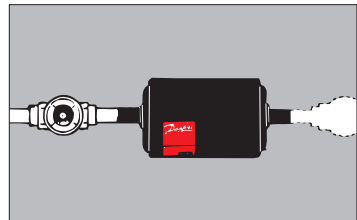
Зеленый цвет: Содержание влаги не превышает опасной концентрации.

Желтый цвет: Содержание влаги в хладагенте, направленном в систему, слишком высокое.

Точка перехода от зеленого к желтому цвету в индикаторе влажности зависит от растворимости воды в хладагенте.

Примечание:

Точки перехода в смотровых стеклах производства компании Данфосс носят кратковременный характер. Это означает, что переход от желтого к зеленому цвету происходит при сухом хладагенте.



Ah0_0031

Место установки фильтра в холодильной системе

(продолжение)

По наличию пузырей в смотровом стекле можно определить:

- 1) Отсутствует переохлаждение хладагента.
- 2) Недостаточное количество хладагента в системе.

Примечание:

Не добавляйте в систему хладагент только из-за наличия пузырей в смотровом стекле. Сначала найдите причину образования пузырей!



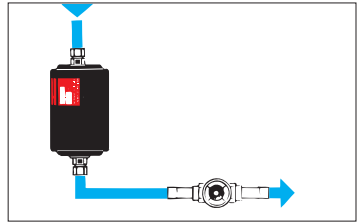
Ah0_0006

Монтаж

При установке фильтра направление стрелки на его этикетке должно совпадать с направлением течения хладагента в магистрали. Фильтр-осушитель может иметь различную ориентацию в пространстве, но при этом необходимо учитывать следующее:

вертикальный монтаж с нисходящим потоком хладагента позволяет осуществлять быстрое опорожнение/вакуумирование холодильной системы;

вертикальный монтаж с восходящим потоком хладагента увеличивает время опорожнения/вакуумирования холодильной системы, поскольку хладагент должен испариться из фильтра-осушителя.

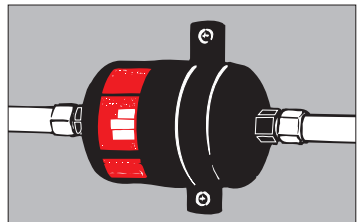


Ah0_0022

Сердечник фильтра прочно закреплен в корпусе фильтра. Фильтры-осушители компании Данфосс способны противостоять вибрациям до 10 g*.

Убедитесь, что трубы достаточно прочно удерживают фильтр и защищают его от воздействия вибрации. В противном случае закрепите фильтр хомутом или просто установите его в более безопасное место.

*10 g — десятикратное значение силы притяжения Земли.

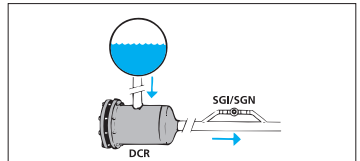


Ah0_0028

Фильтры типа DCR (с заменяемым твердым сердечником) устанавливаются таким образом, чтобы входной штуцер был направлен вверх или горизонтально.

Такой монтаж позволяет легко удалять грязь из кожуха при замене сердечника.

При монтаже нового фильтра DCR оставляйте место, достаточное для замены сердечника.

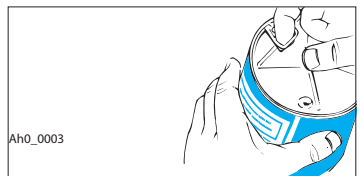


Ah0_0002

Не распаковывайте фильтры-осушители или сердечники, если они не предназначены для непосредственного монтажа. Запакованные фильтры лучше сохраняются.

Не вакуумируйте и не храните фильтры при избыточном давлении.

Пластиковые гайки, установленные на соединительных штуцерах, обеспечивают полную герметичность и гарантируют сухость содержимого фильтра.

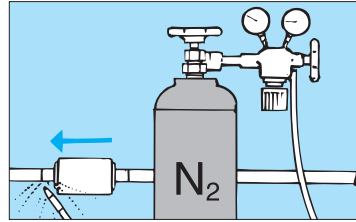


Ah0_0003

Фильтры-осушители и смотровые стекла

Пайка

При пайке фильтра-осушителя используйте защитный газ, например, азот N₂. Убедитесь, что поток защитного газа совпадает с направлением потока хладагента, указанном на фильтре. В этом случае тепло отводится от места пайки, что предотвращает разрушение полиэфирной сетки фильтра.



Ah0_0004



Внимание!

Сплавы, содержащиеся в припое, и флюс могут выделять токсичные пары, опасные для здоровья. Внимательно ознакомьтесь с инструкциями поставщика и неукоснительно соблюдайте правила техники безопасности.

Не держите голову над дымом. Организуйте вентиляцию помещения с удалением паров и не вдыхайте дым. Пайку производите в защитных очках.

Фильтры-осушители с медными штуцерами при пайке обматывайте влажной тканью.

Техническое обслуживание

Влага проникает в систему в следующих случаях:

- 1) Во время монтажа холодильной системы.
- 2) Во время вскрытия холодильной установки для обслуживания.
- 3) Если возникла течь в магистрали всасывания, находящейся под вакуумом.
- 4) Когда система заполнена маслом или хладагентом, содержащим влагу.
- 5) Если возникла течь в конденсаторе с водяным охлаждением.

Влага, находящаяся в холодильной системе, может привести к следующим последствиям:

- a) блокировке TRV из-за замерзания воды;
- b) коррозии металлических узлов;
- в) химическому разрушению изоляции в герметичных и полугерметичных компрессорах;
- г) расслоению масла (из-за образования кислот).

Фильтр-осушитель удаляет влагу, которая остается после вакуумирования холодильной системы или попавшую в систему каким-либо способом.



Ah0_0005



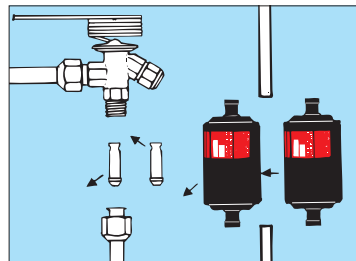
Внимание!

Никогда не применяйте в холодильных установках с фильтром-осушителем «незамерзающие жидкости» типа метилового спирта. Подобные жидкости выводят фильтр из строя, и он теряет способность поглощать воду и кислоту.

Замените фильтр-осушитель, если:

- 1) индикатор смотрового стекла показывает высокое содержание влаги (желтый цвет);
- 2) падение давления на фильтре слишком большое (в процессе обычной работы наблюдаются пузырьки в смотровом стекле);
- 3) заменен основной агрегат холодильной системы, например, компрессор;
- 4) при каждом открытии холодильного контура, например, в случае замены клапанного узла терморегулирующего вентиля.

Никогда не устанавливайте в систему использованный фильтр-осушитель! Влага из фильтра поступит в холодильную систему, если там (в системе) содержалась мало влаги, или при нагреве фильтра.



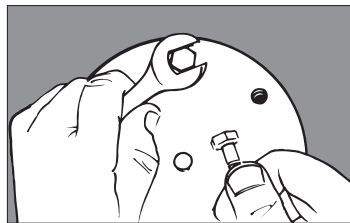
Ah0_0008

Фильтр с заменяемым сердечником типа DCR

Внимание! В фильтре может быть избыточное давление. Будьте осторожны при открывании фильтра.

Никогда не применяйте использованные фланцевые прокладки.

Установите новые прокладки и смажьте их перед затягиванием небольшим количеством холодильного масла.



Ah0_0009

Установка прокладок

- Используйте только неповрежденные прокладки.
- Поверхности фланцев перед установкой прокладок должны быть тщательно очищены и просушены.
- Не используйте клейкие уплотнения, растворители и другие аналогичные химические вещества.
- Используйте масло для смазывания болтов в процессе монтажа.
- Не используйте болты без смазки, ржавые и бракованные болты (поврежденные болты создают ненормированные усилия сжатия, которые могут привести к возникновению течи в местах соединения фланцев).

Монтаж прокладок

1. Смочите поверхность прокладки небольшим количеством холодильного масла.
 2. Установите прокладку на место.
 3. Вставьте болты и слегка затяните их.
 4. Заверните болты крест-на-крест. Заворачивать болты следует в 3—4 этапа:
 - Этап 1: примерно на 10% от необходимого количества оборотов;
 - Этап 2: примерно на 30% от необходимого количества оборотов;
 - Этап 3: примерно на 60% от необходимого количества оборотов;
 - Этап 4: на 100% от необходимого количества оборотов.
- Убедитесь, что усилие затяжки соответствует заданному усилию.

Утилизация фильтров-осушителей

Всегда помечайте использованные фильтры-осушители. Они содержат небольшое количество хладагента и остатки масла.

Изучите рекомендации изготовителя по утилизации фильтров.



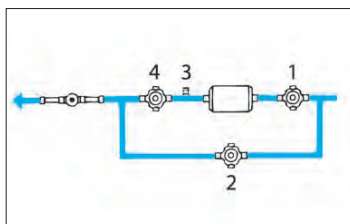
Ah0_0023

Замена фильтра-осушителя

- Закройте вентиль 1.
- Закройте вентиль 4.
- Полностью откачайте содержимое фильтра.
- Откройте вентиль 2.

Теперь система работает без фильтра.

- Замените фильтр или сердечник фильтра.
- Отвакуумируйте фильтр через клапан Шредера (3).
- Восстановите систему, открывая и закрывая вентили в обратном порядке.
- Удалите с вентилей ручки и маховики управления.



Ah0_0014

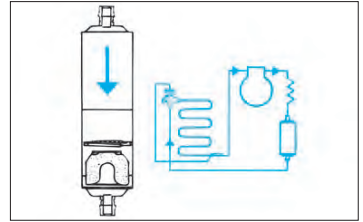
Фильтры специального назначения производства компании Данфосс

Комбинированные фильтры-осушители типа DCC и DMC

Комбинированные фильтры-осушители типа DCC и DMC применяются в небольших системах с ТРВ, в которых объем конденсаторов не позволяет вместить достаточное количество хладагента.

Ресивер, входящий в состав комбинированного фильтра-осушителя, увеличивает количество переохлажденной жидкости, создавая возможность автоматического оттаивания испарителя. Ресивер компенсирует изменение объема хладагента (в зависимости от изменения температуры конденсации) и должен сохранять весь объем хладагента в процессе обслуживания и ремонта установки.

Для надежности работы установки объем ресивера должен быть, по крайней мере, на 15% больше, чем объем хладагента.



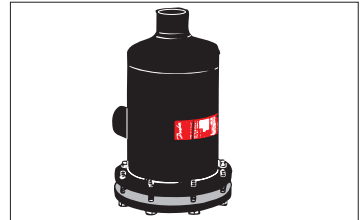
Ah0_0012

Антикислотный фильтр типа 48-DA

Антикислотный фильтр типа 48-DA применяют после выхода из строя (пережога) герметичных и полугерметичных компрессоров.

При разрушении компрессора в хладагенте увеличивается содержание кислоты, проявляющееся в изменении запаха и цвета масла. Выход компрессора из строя может произойти вследствие:

- наличия в системе влаги, грязи или воздуха;
- дефектного пускового устройства двигателя;
- отказа холодильной системы из-за малого содержания хладагента;
- если температура горячего газа выше 175°C.

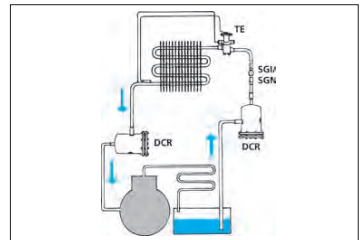


Ah0_0013

После замены компрессора и очистки системы установите два антикислотных фильтра: один — в жидкостной магистрали, другой — во всасывающей.

Регулярно проверяйте содержание кислоты в системе и, при необходимости, замените фильтры.

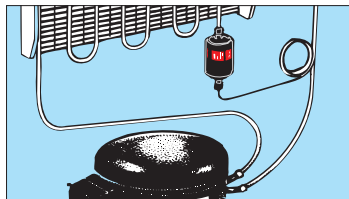
Если проверка качества масла указывает на то, что в системе больше не содержится кислоты, антикислотный фильтр в жидкостной линии можно заменить обычным фильтром-осушителем. В магистрали всасывания можно удалить сердечник антикислотного фильтра.



Ah0_0010

Фильтры специального назначения
Фильтры-осушители типа DCL/DML

Фильтры-осушители типа DCL/DML 032s, DCL/DML 032.5s и DCL/DML 033s предназначены для систем с дросселированием через капиллярную трубку.

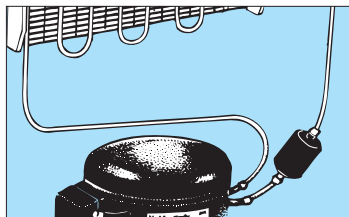


Ah0_0017

Фильтры-осушители типа DCL/DML применяются также при ремонте систем охлаждения и замораживания. Можно сэкономить время и деньги, устанавливая DCL/DML фильтр в магистрали всасывания.

Преимущества применения фильтров типа DCL/DML, обладающих отличными характеристиками в части поглощения влаги, кислот и грязи, проявляются, например, при ремонте неисправного компрессора.

Примечание: Ремонт с использованием фильтров DCL/DML можно применять лишь в тех случаях, если масло не изменило цвет и обычный стержневой фильтр не засорен.



Ah0_0015

Преимущества установки фильтра DCL/DML в магистрали всасывания:

- 1) быстрый ремонт;
- 2) высокая производительность осушения и поглощения кислот;
- 3) защита компрессора от любых загрязнений;
- 4) высокое качество ремонта,
- 5) более чистые условия работы.

Фильтр DCL/DML поглощает кислоту и влагу, содержащиеся в старом масле, поэтому сливать масло из холодильной установки не обязательно.

Последовательность действий при замене компрессора с использованием обычного стержневого фильтра	Последовательность действий при замене компрессора с использованием фильтра типа DCL/DML
Слив хладагента и оценка возможности его использования	Слив хладагента и оценка возможности его использования
Замена компрессора и стержневого фильтра	Замена компрессора
Удаление масла из системы	Не требуется
Осушение системы с помощью азота	Не требуется
Подключение нового компрессора и установка нового стержневого фильтра	Подключение нового компрессора и установка фильтра DCL/DML на линии всасывания
Замена хладагента	Замена хладагента

Фильтры-осушители и смотровые стекла

Фильтры DCL/DML, установленные во всасывающей магистрали, поглощают грязь от конденсатора, испарителя, трубопроводов и т.д. и, следовательно, увеличивают срок службы нового компрессора.

Фильтры DCL/DML могут иметь те же присоединительные размеры, что и компрессор. При замене компрессоров рекомендуется использовать герметичные компрессоры производства компании Данфосс.

Пример:

Тип компрессора	Диаметр всасывающего патрубка, мм	Тип фильтра
TL	Ø6.2	DCL/DML 032s
NL 6-7	Ø6.2	DCL/DML 032s

Производительность Имеется несколько критериев, каждый из которых может быть основой для выбора фильтра-осушителя.

EPD (степень осушения)

Степень осушения указывает содержание воды в жидкой фазе в хладагенте после его прохождения через фильтр-осушитель.

EPD для R22	=60 ppmW*
EPD для R410A	=50 ppmW
EPD для R134a	=50 ppmW
EPD для R404A/R507/R407C	=50 ppmW



Ah0_0025

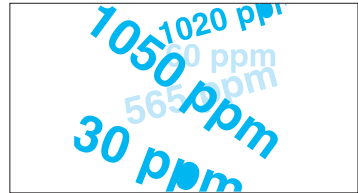
*Размерность в соответствии со стандартом ARI 710 (ppmW — миллиграмм воды / кг хладагента).
ARI — Институт кондиционирования воздуха и холодильной техники, Вирджиния, США.

Производительность фильтра по осушению (производительность поглощения воды).

В соответствии со стандартом ARI 710 производительность по осушению означает количество воды, которое способен поглотить фильтр-осушитель при температуре жидкости 24° и 52°С.

Производительность осушения указывается в граммах воды или каплях воды в 1 килограмме хладагента на выходе фильтра-осушителя.

R22	— от 1050 до 60 ppmW;
R410A	— от 1050 до 50 ppmW;
R134a	— от 1050 до 50 ppmW;
R404A/R507/R407C	— от 1020 до 30 ppmW.



Ah0_0016

1000 ppmW=1 г воды в 1 кг хладагента; 1 г воды=20 каплям.

Производительность фильтра по жидкости (в соответствии с ARI710)

Производительность фильтра по жидкости определяется количеством жидкости, протекающей через фильтр при перепаде давления на нем 0,07 бар при температуре $t_c=+30^{\circ}\text{C}$ и $t_e=-15^{\circ}\text{C}$.

Производительность по жидкости указывается в л/мин или в кВт.

Переход от кВт к л/мин:	
Для R22/R410A: 1 кВт	=0,32 л/мин
Для R134a: 1 кВт	=0,35 л/мин
Для R404A/R507/R407C: 1 кВт	=0,52 л/мин



Ah0_0024

Рекомендуемая производительность системы

Рекомендуемая производительность холодильных установок задается в кВт и основывается на производительности по жидкости при перепаде давления $\Delta p=0,14$ бар и стандартных рабочих условиях.

Рабочие условия:

Для систем охлаждения и замораживания:	$t_o=-15^{\circ}\text{C}$, $t_k=+30^{\circ}\text{C}$.
Для систем кондиционирования воздуха (A/C):	$t_o=-5^{\circ}\text{C}$, $t_k=+45^{\circ}\text{C}$.
Для агрегатов систем кондиционирования (A/C):	$t_o=+5^{\circ}\text{C}$, $t_k=+45^{\circ}\text{C}$

где t_o — температура кипения,
 t_k — температура конденсации.


Внимание!

При одинаковой производительности (в кВт) систем охлаждения/замораживания и систем кондиционирования в последних можно устанавливать фильтры-осушители меньшего

размера, поскольку эти системы имеют более высокую температуру кипения (t_e) и, кроме того, предполагается, что агрегаты заводского изготовления содержат меньше влаги, чем системы, собранные на монтажной площадке.

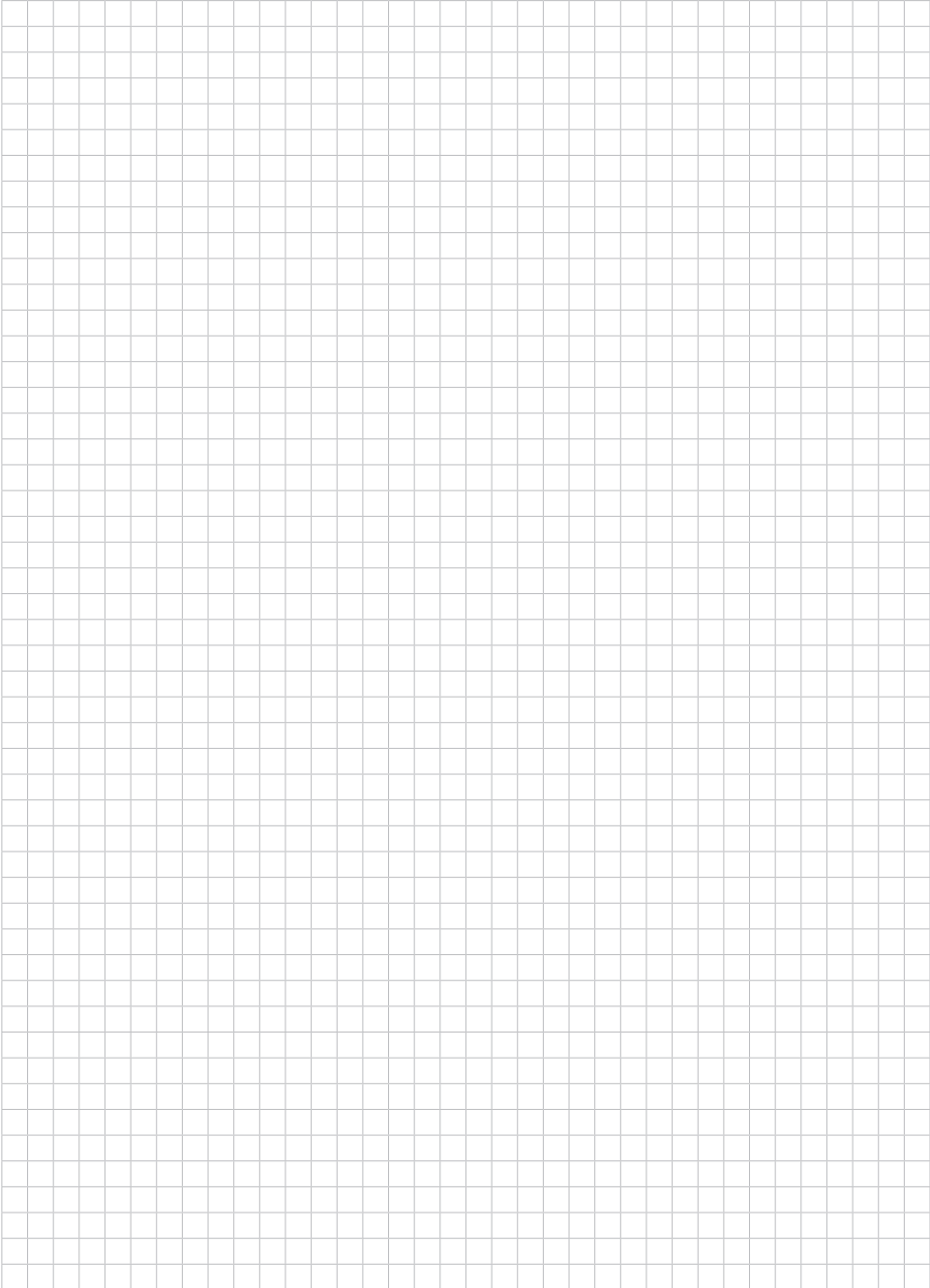
Фильтры-осушители производства компании Данфосс

Тип фильтра	Назначение	Хладагенты	Сердечник	Тип масла
DML	Стандартный фильтр-осушитель	ГФУ-хладагенты, совместимые с R22	100% молекулярного сита	Полиэфирное масло (POE) Полиалкиловое масло (PAG)
DCL	Стандартный фильтр-осушитель	ХФУ/ГХФУ-хладагенты	80% молекулярного сита; 20% активированного алюминия	Минеральное масло (MO) Алкилбензолное масло (BE)
DMB	Фильтр осушитель с прямым и обратным направлением потока жидкости	ГФУ-хладагенты, совместимые с R22	100% молекулярного сита	Полиэфирное масло (POE) Полиалкиловое масло (PAG)
DCB	Фильтр осушитель с прямым и обратным направлением потока жидкости	ХФУ/ГХФУ-хладагенты	80% молекулярного сита; 20% активированного алюминия	Минеральное масло (MO) Алкилбензолное масло (BE)
DMC	Комбинированный фильтр-осушитель	ГФУ-хладагенты, совместимые с R22	100% молекулярного сита	Полиэфирное масло (POE) Полиалкиловое масло (PAG)
DCC	Комбинированный фильтр-осушитель	ХФУ/ГХФУ-хладагенты	80% молекулярного сита; 20% активированного алюминия	Минеральное масло (MO) Алкилбензолное масло (BE)
DAS	Антикислотный фильтр-осушитель	R22, R134a, R404A, R507	30% молекулярного сита; 70% активированного алюминия	
DCR	Фильтр-осушитель со сменным сердечником	См. перечень сердечников, приведенное внизу		-
48-DU/DM для DCR	Стандартный фильтр-осушитель со сменным сердечником	ГФУ-хладагенты, совместимые с R22	100% молекулярного сита	Полиэфирное масло (POE) Полиалкиловое масло (PAG)
48-DN/DC для DCR	Стандартный фильтр-осушитель со сменным сердечником	ХФУ/ГХФУ-хладагенты	80% молекулярного сита; 20% активированного алюминия	Минеральное масло (MO) Алкилбензолное масло (BE)
48-DA для DCR	Стандартный фильтр-осушитель со сменным сердечником	R22, R134a, R404A, R507		
48-F для DCR	Стандартный фильтр-осушитель со сменным сердечником и заменяемой вставкой	Все хладагенты	-	Все типы масел

Данная глава содержит 4 раздела:	Стр.
Инструкция по монтажу	65
Компрессорно-конденсаторные агрегаты	83
Ремонт герметичных систем охлаждения	97
Практическое применение хладагента R290 (пропана) в небольших герметичных холодильных установках	117

Содержание	Стр.
1.0 Введение	67
2.0 Компрессор	67
2.1 Маркировка	67
2.2 Компрессоры с низким и высоким пусковым моментом	68
2.3 Температура обмотки и устройства защиты компрессора	68
2.4 Резиновые прокладки	68
2.5 Минимальная температура окружающего воздуха	69
3.0 Поиск неисправностей	69
3.1 Срабатывание защиты компрессора	69
3.2 Взаимодействие пускового устройства типа РТС и устройства защиты компрессора	69
3.3 Проверка устройства защиты и измерение сопротивления обмотки	69
4.0 Вскрытие системы охлаждения	69
4.1 Горючие хладагенты	70
5.0 Монтаж компрессора	70
5.1 Патрубки компрессора	70
5.2 Расширение патрубков	71
5.3 Переходники	72
5.4 Припой	72
5.5 Пайка	73
5.6 Соединение типа Lokring	74
5.7 Осушители	74
5.8 Осушители и хладагенты	75
5.9 Осушители с капиллярной трубкой	75
6.0 Электрооборудование	76
6.1 Пусковое устройство компрессоров с низким пусковым моментом (LST)	76
6.2 Пусковое устройство компрессоров с высоким пусковым моментом (HST)	77
6.3 Пусковое оборудование типа CSR для компрессоров HST	79
6.4 Оборудование для сдвоенных компрессоров SC	79
6.5 Блок управления для компрессоров с переменной скоростью вращения электродвигателя	80
7.0 Вакуумирование	80
7.1 Вакуумные насосы	81
8.0 Заправка системы хладагентом	81
8.1 Максимальная заправка	81
8.2 Закрытие технологического отвода	81
9.0 Испытания	82
9.1 Проверка системы	82

Для заметок



1.0 Введение

При установке компрессора в новую систему очень важно правильно выбрать тип компрессора, удовлетворяющего техническим характеристикам системы, и провести его испытания. При замене неисправного компрессора часто просто невозможно достать такой же компрессор, какой был установлен в систему. В этом случае необходимо проводить сравнение характеристик компрессоров.

Длительный срок службы компрессора может быть обеспечен только при правильном техническом обслуживании агрегата, чистке и сушке всех его компонентов.

При выборе компрессора необходимо учитывать тип хладагента, напряжение и частоту электропитания, область эксплуатации, производительность компрессора, условия пуска и охлаждения.

По возможности, выбирайте компрессор с хладагентом того же типа, который был заправлен в систему.

2.0 Компрессор

Компания Данфосс выпускает компрессоры типа P, T, N, F, SC и SC Twin.

Компрессоры с напряжением питания электродвигателя 220 в оснащены заводской табличкой желтого цвета, на которой указан тип компрессора, напряжение и частота электропитания, область эксплуатации, условия пуска, тип хладагента и кодовый номер.

Компрессоры с напряжением 115 в имеют табличку зеленого цвета.

Маркировка LST/HST означает, что пусковые характеристики компрессора зависят от электрооборудования.



Am0_0024

Тип компрессора и его кодовый номер можно определить по этикетке, наклеенной на боковой поверхности компрессора (по этим данным в технической документации можно определить все характеристики компрессора).



Am0_0025

2.1 Маркировка

Пример маркировки компрессоров

<p>T L E S 4 F K</p> <p>Основное исполнение (P, T, N, F, S)</p> <p>L, R, C = Электродвигатель с внутренней защитой T, F = Электродвигатель с внешней защитой LV = Электродвигатель с регулируемой скоростью вращения электродвигателя</p> <p>E = Экономичный режим Y = Высокоэффективный режим</p> <p>S = Полупрямое всасывание</p> <p>Номинальная объемная производительность в см³</p>	<p>A = LBP / (MBP) R12 AT = LBP (Тропическое исполнение) R12 B = LBP / MBP / HBP R12 BM = LBP (240 V) R22 C = LBP R502 / (R22) CL = LBP R404A / R507 CM = LBP R22 / R502 CN = LBP R290 D = HBP R22</p> <p>DL = HBP R404A / R507 F = LBP R134a FT = LBP (Тропическое исполнение) R134a G = LBP / MBP / HBP R134a GH = Тепловые насосы R134a GHN = Оптимизированные тепловые насосы R134a H = Тепловые насосы R12 HN = Оптимизированные тепловые насосы R12 K = LBP / (MBP) R600a KT = LBP (Тропическое исполнение) R600a MF = MBP R134a ML = MBP R404A / R507</p>	<p>Пустая позиция = LST / HST K = с капиллярной трубкой (LST) X = с терморегулирующим вентилем (HST)</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.1
Маркировка (продолжение)

Первая буква в обозначении компрессора (P, T, N, F или S) указывает его серию, вторая буква указывает место установки устройства защиты электродвигателя.

Буквы E, Y и X указывают на возможность работы в экономичном режиме. Буква S указывает на полупрямое всасывание. Буква V означает, что компрессор оснащен электродвигателем с регулируемой скоростью вращения. В компрессорах всех этих типов используется стандартный всасывающий патрубок. Использование нестандартного патрубка приводит к понижению производительности компрессора и его эффективности.

Цифра в обозначении указывает объемную производительность компрессора в см³. В компрессорах типа PL эта цифра указывает номинальную производительность.

Буква, стоящая после производительности, указывает тип хладагента, а также назначение компрессора (см. пример). Сочетание LBP (низкое противодавление) указывает на низкие температуры кипения, обычно от -10 до -35 или даже -45 °C, что дает возможность использования этих компрессоров в холодильных установках морозильников и рефрижераторов с морозильными камерами.

Сочетание MBP указывает на средние температуры кипения, в основном от -20 до 0 °C, которые бывают в холодильных камерах, охладителях молока, фризерах для производства мороженого и водоохладителях.

Сочетание HBP указывает на высокие температуры кипения, в основном от -5 до +15 °C, при которых работают осушители и некоторые охладители жидкости.

Дополнительный символ T указывает на тропическое исполнение компрессора. Это означает, что компрессор может работать при высокой температуре воздуха и нестабильных характеристиках электропитания.

Последняя буква в обозначении компрессора указывает пусковой момент. Если, как правило, компрессор предназначен для работы с низким пусковым моментом (LST) или высоким пусковым моментом (HST), это поле остается пустым. Пусковые характеристики компрессора зависят от установленного электрооборудования.

Буква K указывает на возможность работы с капиллярной трубкой и выравниванием давления при остановке компрессора (LST), а X — на возможность работы с терморегулирующим вентилем при отсутствии выравнивания давления (HST).

2.2
Низкий и высокий пусковой момент

Описание электрооборудования можно найти в технической документации (см. раздел 6.0).

Компрессоры с низким пусковым моментом (LST) могут использоваться только в системах охлаждения с расширительными устройствами в виде капиллярных трубок с выравниванием давления между сторонами всасывания и нагнетания при каждом отключении компрессора.

При применении пускового устройства типа PTC (LST) требуется, чтобы время отключения компрессора составляло не менее 5 минут. Это время, необходимое для остывания пускового устройства.

Пусковое устройство HST, дающее возможность компрессору развивать высокий пуско-

вой момент, используется для пуска компрессора, установленного в системах охлаждения с терморегулирующим вентилем и в системах с капиллярной трубкой без выравнивания давлений перед включением.

Компрессоры с высоким пусковым моментом (HST) обычно используют в качестве пускового устройства реле и пусковой конденсатор.

Пусковые конденсаторы предназначены для кратковременной работы.

Маркировка "1.7% ED", указанная на пусковом конденсаторе, означает, что данный конденсатор выдерживает не более 10 включений в час с продолжительностью каждого включения не более 6 с.

2.3
Температура обмотки и защита электродвигателя

Компрессоры Данфосс, в основном, оборудованы встроенной защитой электродвигателя (защитой обмотки) (см. также раздел 2.1).

При пиковых тепловых нагрузках на систему температура обмотки не должна превышать 135 °C.

При равномерной тепловой нагрузке температура обмотки не должна превышать 125 °C. Более подробная информация приведена в технической документации на компрессор.

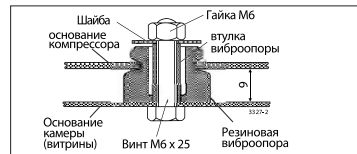
2.4
Резиновые прокладки

Перед монтажом установите компрессор вертикально. Это поможет исключить возможность скапливания масла в патрубках и соответствующие проблемы с их пайкой.

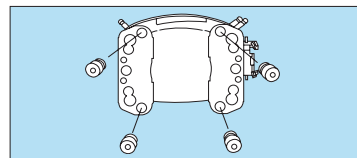
Положите компрессор на бок патрубками вверх и вставьте в основание компрессора резиновые прокладки в втулках.

Не переворачивайте компрессор.

Закрепите компрессор на раме.



Am0_0026



Am0_0027

2.5
При низкой температуре окружающего воздуха

Во избежание проблем при пуске компрессора дайте ему прогреться до температуры +10 °С.

3.0 Поиск неисправностей

Компрессор может не работать по многим причинам. Перед тем как заменить компрессор убедитесь, что он действительно неисправен.

Порядок поиска и устранения неисправностей приведен в разделе «Поиск и устранение неисправностей».

3.1
Срабатывание защиты компрессора

Если сработало устройство защиты холодного компрессора, подождите около 5 минут, пока оно не возвратится в исходное состояние.
Если сработало устройство защиты теплового компрессора (температура корпуса компрес-

сора составляет выше 80 °С), время возврата устройства защиты в исходное состояние еще не завершится. Поэтому время возврата устройства защиты в исходное состояние должно быть достаточно продолжительным.

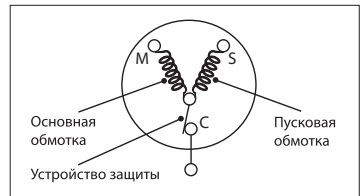
3.2
Взаимодействие пускового устройства типа РТС и устройства защиты компрессора

Время охлаждения пускового устройства РТС перед повторным включением компрессора с полным пусковым моментом составляет около 5 минут.
Кратковременное отключение электропитания, недостаточно продолжительное для полного охлаждения пускового устройства РТС, может привести к невозможности включения компрессора в течение 1 часа.

Пусковое устройство не сможет включить компрессор при восстановлении устройства защиты, так как процесс выравнивания давления еще не завершился. Поэтому время возврата устройства защиты в исходное состояние должно быть достаточно продолжительным.
Указанное несоответствие устраняется отключением установки от сети электропитания на 5–10 минут.

3.3
Проверка устройства защиты и измерение сопротивления обмотки

При выходе компрессора из строя измерьте электрическое сопротивление фаз электродвигателя. Это позволит определить причину дефекта, который может произойти вследствие повреждения обмотки электродвигателя или временного отключения устройства защиты.
Если измерения покажут, что электрическая связь между точками М и S не нарушена, а между точками М и С, а также между точками S и С имеется обрыв цепи, это значит, что сработало устройство защиты обмоток. Подождите, пока оно не возвратится в исходное состояние.



Am0_0028

4.0 Вскрытие системы охлаждения

Не вскрывайте систему охлаждения до того как будут готовы все компоненты, предназначенные для проведения ремонта.

Компрессор, фильтр-осушитель и другие компоненты системы не распаковывайте до начала сборки системы.

Вскрытие неисправной системы можно проводить различными способами в зависимости от используемого в ней хладагента.

Установите в систему сервисный клапан и слейте весь хладагент.

Горючий хладагент, если он заправлен в небольшом количестве, слейте с помощью шланга.

Продуйте систему сухим азотом.

4.1 Горючие хладагенты

Хладагенты R600a и R290 являются углеводородными соединениями. Эти хладагенты огнеопасны и допущены к применению в холодильных установках только при соблюдении требований, изложенных в последней редакции стандарта EN/IEC 60335-2-24 (Исключение потенциальной опасности при использовании горючих хладагентов).

В этой связи хладагенты R600a и R290 разрешается применять только в бытовых системах охлаждения, предназначенных для хладагентов этого типа при условии выполнения требований указанного стандарта. Хладагенты R600a и R290 тяжелее воздуха и скапливаются возле пола. Пределы воспламеняемости этих хладагентов указаны в таблице.

Хладагент	R600a	R290
Нижний предел воспламеняемости	1,55% по объему (38 г/м³)	2,1% по объему (39 г/м³)
Верхний предел воспламеняемости	8,5% по объему (203 г/м³)	9,5% по объему (177 г/м³)
Температура воспламенения	460°C	470°C

Техническое обслуживание и ремонт систем охлаждения с хладагентами R600a и R290 должны проводиться квалифицированными специалистами, знакомыми с обращением с горючими хладагентами.

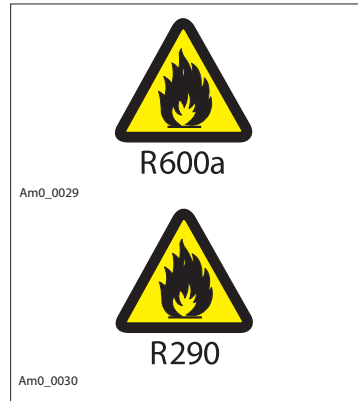
Сюда входят также умение обращаться с инструментами, знание правил транспортировки компрессора и хладагентов, а также правил и инструкций по технике безопасности при проведении технического обслуживания и ремонта.

Не пользуйтесь открытым огнем при работе с хладагентами R600a и R290.

Компрессоры Данфосс, предназначенные для работы с хладагентами R600a и R290, имеют предупреждающую этикетку желтого цвета, показанную на рисунке справа.

Небольшие компрессоры с хладагентом R290 серии T и N являются компрессорами типа LST. Они часто работают совместно с таймерами, обеспечивающими достаточный интервал времени для выравнивания давления.

Более подробная информация приведена в разделе «Практическое использование хладагента R290 (пропана) в небольших герметичных системах охлаждения».



5.0 Монтаж компрессора

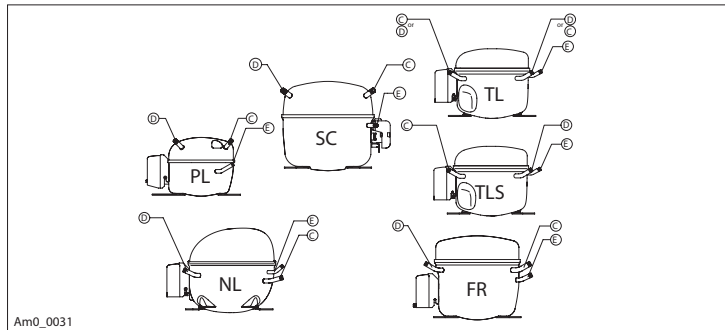
Проблем с пайкой, вызванных присутствием масла в патрубках компрессора, можно избежать, если перед врезкой в систему поставить компрессор вертикально и выдержать его в таком положении некоторое время.

Никогда не переворачивайте компрессор. Во избежание проникновения в систему влаги и грязи время герметизации системы не должно превышать 15 минут.

5.1 Патрубки компрессора

Расположение патрубков компрессора указано на рисунке. Всасывающий патрубок, обозначенный буквой «С», всегда присоединяется к линии всасывания. Нагнетательный патру-

бок, обозначенный буквой «Е», присоединяется к линии нагнетания. Буквой «D» обозначен технологический отвод, который предназначен для проведения операций над системой.



5.1

 Патрубки компрессора
(продолжение)

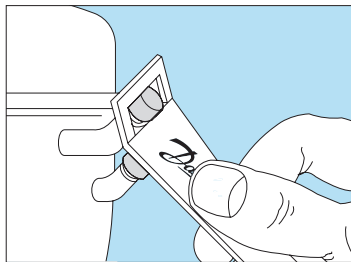
Компрессоры Данфосс, как правило, оснащены толстостенными омедненными патрубками из стальных труб, которые так же хорошо припаиваются к трубам холодильного контура, как и обычные медные патрубки.

Патрубки приварены к корпусу компрессора; в процессе пайки сварочный шов патрубков не повреждается.

Патрубки закрыты опечатанными алюминиевыми колпачками, которые обеспечивают хорошую герметизацию корпуса компрессора. Наличие пломбы на колпачке гарантирует, что после отгрузки с производственной линии компрессор не открывался. Кроме того, колпачки удерживают азот в корпусе компрессора, который заправляется на заводе для защиты компрессора от влаги.

Пломбы легко удаляются плоскогубцами или специальным инструментом, как показано на рисунке. Поставить пломбы обратно уже нельзя. Если колпачки патрубков сняты, компрессор необходимо установить в систему в течение 15 минут, чтобы влага и грязь не успели попасть в контур.

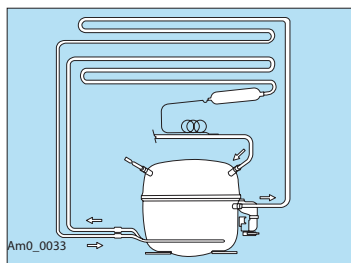
Не оставляйте пломбы в собранной системе.



Am0_0032

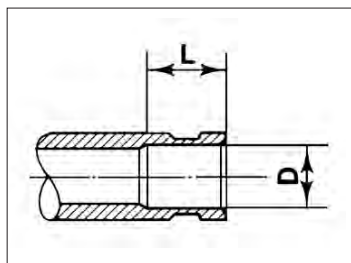
Маслоохладители компрессора, если они установлены (в компрессорах с объемом цилиндра более 7 см³), изготавливаются из медной трубы. Штуцер трубы закрывается резиновым колпачком. Теплообменник маслоохладителя подсоединяется к средней части контура конденсатора.

Сдвоенные компрессоры типа SC должны иметь обратный клапан, который устанавливается на линии нагнетания компрессора №2. Если предусматривается изменение порядка включения компрессоров №1 и №2, обратный клапан необходимо устанавливать в обеих линиях нагнетания.



Am0_0033

Для обеспечения оптимальных условий пайки и уменьшения расхода припоя все патрубки компрессоров Данфосс, выполненные из трубы, имеют буртик, показанный на рисунке.



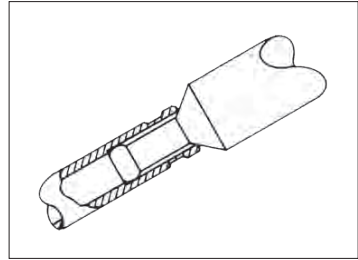
Am0_0034

5.2
Расширение патрубков

Патрубки, имеющие внутренний диаметр от 6,2 до 6,5 мм, соединяющиеся с трубами диаметром $\frac{1}{4}$ " (6,35 мм), нужно развальцевать. Развальцовка патрубков не должна превышать 0,3 мм.

Во избежание разлома трубы при развальцовке прикладывайте силу противодействия.

Можно также уменьшить диаметр конца патрубка с помощью специальных плоскогубцев.

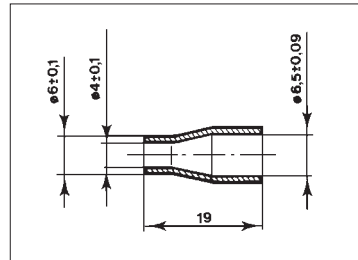


Am0_0035

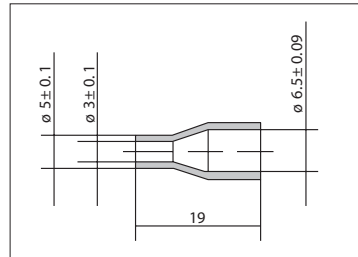
5.3
Переходники

Чтобы не развальцовывать или сжимать патрубки, можно использовать медный переходник. При соединении патрубка диаметром 6,2 мм с трубой диаметром $\frac{1}{4}$ " (6,35 мм) используйте переходник 6/6,5 мм.

При соединении нагнетательного патрубка диаметром 5 мм с трубой диаметром $\frac{1}{4}$ " (6,35 мм) используйте переходник 5/6,5 мм.



Am0_0036



Am0_0037

5.4
Припой

Для пайки патрубков с медными трубами применяются припои, содержащие не менее 2% серебра. Это означает, что если соединительные трубы изготовлены из меди, можно использовать так называемые фосфорные припои.

Если соединительные трубы изготовлены из стали, следует использовать припои с высоким содержанием серебра без фосфора, температура ликвидуса которых (температура перехода в жидкое состояние) не превышает 740 °С. При пайке с помощью этих припоев необходимо использовать флюс.

5.5
Пайка

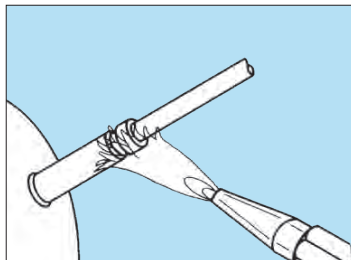
Ниже приведена инструкция по пайке стальных патрубков, которая отличается от пайки патрубков, изготовленных из меди.

При нагреве патрубка поддерживайте его температуру как можно ближе к температуре плавления припоя.

Перегрев патрубка приводит к повреждению поверхности, что может снизить качество пайки.

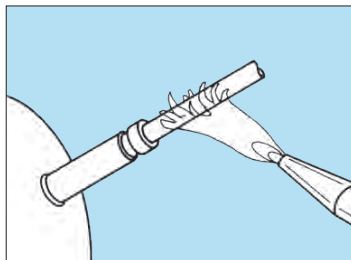
Факел пламени при нагреве стыка должен быть рассеянным.

Распределите пламя так, чтобы 90% тепла приходилось на патрубок и 10% на соединительную трубу.



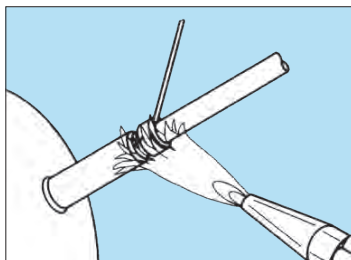
Am0_0038

Когда патрубок станет вишнево-красным (температура приблизительно 600 °C), перенесите пламя на несколько секунд на соединительную трубу.



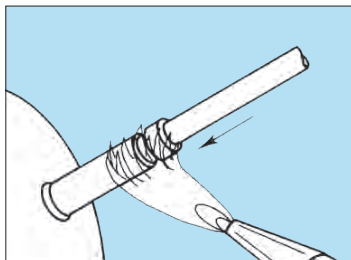
Am0_0039

Продолжайте нагрев стыка рассеянным пламенем и введите припой.



Am0_0040

Направьте припой в щель медленным движением пламени в сторону компрессора; затем полностью погасите пламя.



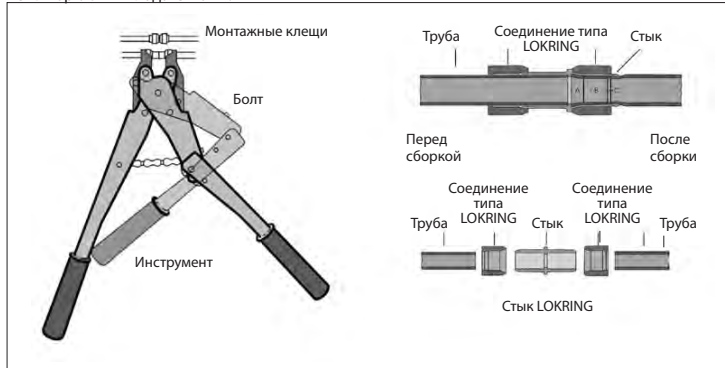
Am0_0041

5.6
Соединение типа Lokring

В системах, заправленных горючими хладагентами R600a и R290, пайку производить нельзя. В таких случаях используются соединения типа Lokring.

Компоненты и трубопроводы вновь устанавливаемых систем могут соединяться с помощью пайки, поскольку в этот момент они не заполнены горючими хладагентами.

Никогда не раскрывайте заправленные системы с помощью пламени. Компрессоры систем, работающих с горючими хладагентами, должны быть отвакуумированы для удаления из масла остатков хладагента.



Am0_0042

5.7
Осушители

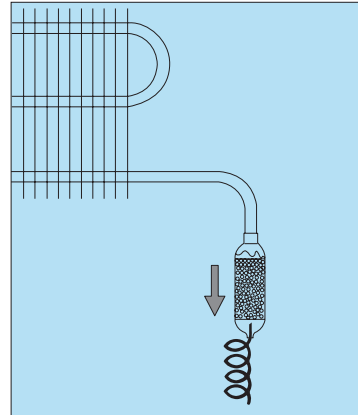
Компрессоры Данфосс должны устанавливаться в правильно спроектированную систему с осушителями, содержащими достаточное количество влагопоглотителя соответствующего типа и приемлемого качества.

Содержание влаги в хладагенте должно быть не более 10 ppm (1 ppm=10⁻⁶). Предельно допустимое содержание влаги составляет 20 ppm.

Осушители должны располагаться таким образом, чтобы направление течения хладагента в них совпадало с направлением силы тяжести.

Водопоглотитель не должен свободно перемещаться внутри осушителя, создавая грязь и блокируя вход в капиллярную трубку. В системах с капиллярной трубкой эта грязь приводит к увеличению времени выравнивания давления.

Стержневые осушители выбирайте особенно тщательно. В транспортных системах охлаждения можно использовать только сертифицированные осушители.



Am0_0043

5.8
Осушители и хладагенты

Размер молекулы воды составляет 2,8 Ангстрем (А). Следовательно, в системы с обычно используемыми хладагентами можно устанавливать осушители из материала типа «молекулярное сито» с размером пор около 3 А.

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

UOP Molecular Sieve Division (бывший Union Carbide) 25 East Algonquin Road, Des Plaines, Illinois 60017-5017, USA	4A-XH6	4A-XH7	4A-XH9
R12, R22, R502	×	×	×
R134a		×	×
Смеси ГФУ- и ГХФУ-хладагентов			×
R290, R600a		×	×

Grace Davison Chemical W.R.Grace & Co, P.O. Box 2117, Baltimore Maryland 212203 USA		"574"	"594"
R12, R22, R502		×	×
R134a		×	×
Смеси ГФУ- и ГХФУ-хладагентов			×
R290, R600a			×

CECA S. A. La Defense 2, Cedex 54, 92062 Paris-La-Defense France		NL30R	Siliporite H3R
R12, R22, R502		×	×
R134a		×	×
Смеси ГФУ- и ГХФУ-хладагентов			×
R290, R600a			×

Рекомендуется устанавливать осушители со следующим количеством водопоглотителя.

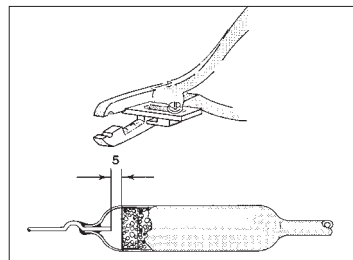
Компрессор	Осушитель
PL и TL	Не менее 6 г
FR и NL	Не менее 10 г
SC	Не менее 15 г

В промышленных системах часто используются осушители с твердым сердечником большего размера. Их совместимость с хладагентами определяется инструкцией изготовителя. Если необходимо установить антикислотный фильтр-осушитель, обращайтесь к поставщику для получения подробной информации.

5.9
Осушители с капиллярной трубкой

При пайке капиллярной трубки проявляйте особенную осторожность. Устанавливая капиллярную трубку, во избежание блокировки или ограничения ее проходного отверстия не заталкивайте трубку слишком глубоко в осушитель до металлической сетки или фильтрующего диска. Напротив, трубку, частично вставленную в осушитель, можно заблокировать при пайке.

Проблем можно избежать, если с помощью плоскогубцев выдавить на капиллярной трубке специальный ограничитель.



Am0_0044

6.0
Электрооборудование

Информация о выборе необходимых пусковых устройств приведена в технической документации на компрессоры Данфосс. Во избежание повреждения компрессора не используйте пусковые устройства от старого компрессора. Не пытайтесь запустить компрессор с некомплектным пусковым оборудованием. Для

обеспечения безопасности обслуживания компрессор должен быть заземлен и оснащен системами защиты. Не храните рядом с электрооборудованием горючие материалы.

Не включайте компрессор, находящийся под вакуумом.

6.1
Пусковое устройство компрессоров с низким пусковым моментом (LST)

Компрессоры с внутренней защитой электродвигателя

На рисунке внизу показаны три схемы с пусковыми устройствами типа РТС.

Пусковое устройство устанавливается на фазовой линии компрессора.

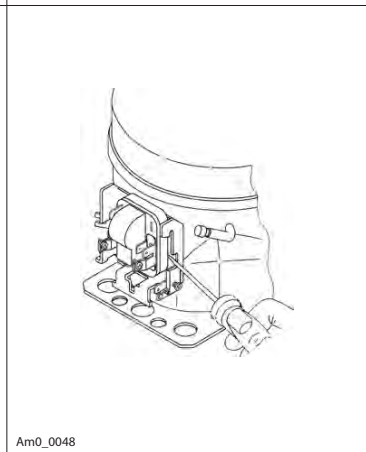
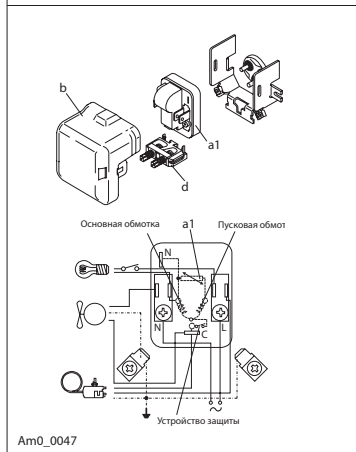
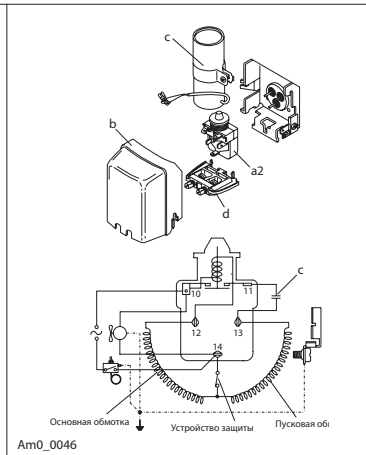
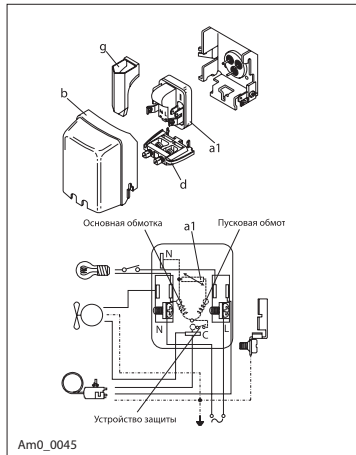
Давление должно подаваться в центр пускового устройства, чтобы не деформировались крепежные хомуты.

Ослабьте натяжение кабеля на кронштейне под пусковым устройством.

В некоторых компрессорах для снижения потребляемой мощности рабочий конденсатор подключают к клеммам N и S.

Как уже указывалось, при демонтаже давление должно подаваться в центр пускового устройства, чтобы не деформировались крепежные хомуты.

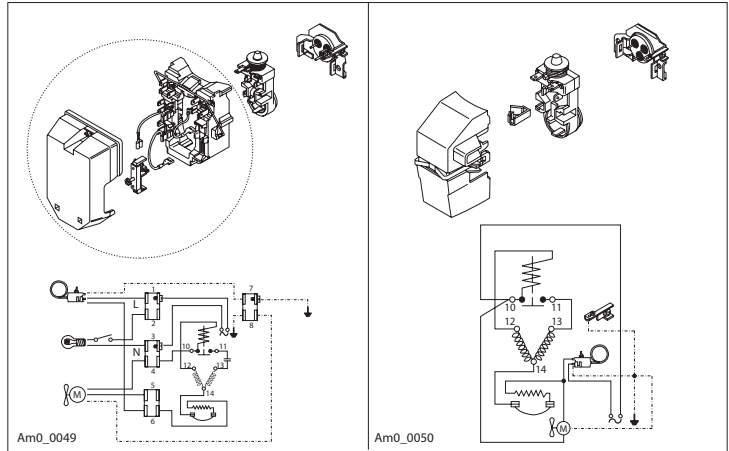
Установите крышку над пусковым устройством и закрепите ее на кронштейне с помощью винта.



6.1
Пусковое устройство
компрессора LST
(продолжение)

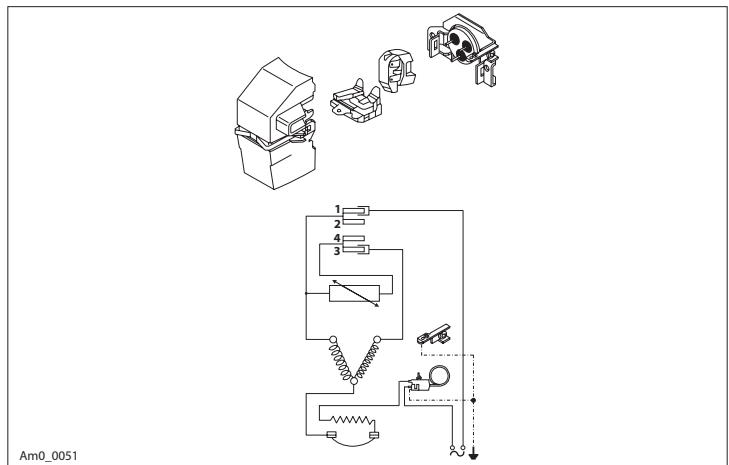
Компрессоры с внешней защитой
электродвигателя
На рисунках внизу показано оборудование
с реле и устройством защиты электродвигателя.

Устанавливайте реле так, чтобы давление по-
давалось к центру реле.
Закрепите крышку хомутом.



На следующем рисунке показано пусковое
оборудование с РТС и внешней защитой элек-
тродвигателя.
Устройство защиты устанавливается на ниж-

ней шпильке, а РТС — на верхней.
Крышка закрепляется хомутом. В этом случае
натяжение кабеля не контролируется.

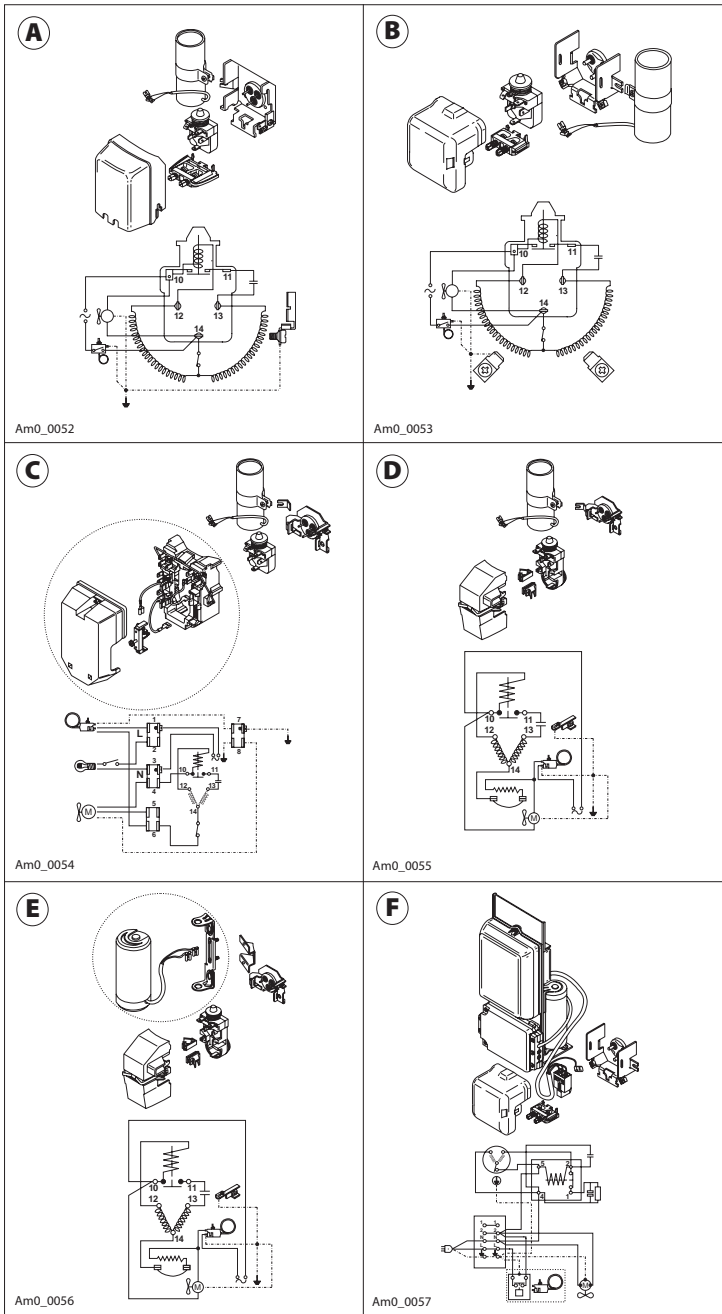


6.2
Пусковое устройство
компрессоров с высоким
пусковым моментом (HST)

На следующих рисунках показаны пусковые
устройства пяти типов с реле и пусковым кон-
денсатором.
Устанавливайте пусковое реле на фазовой ли-
нии компрессора. Во избежание деформации
хомутов делайте это так, чтобы давление по-
давалось к центру реле. Закрепите пусковой

конденсатор на кронштейне, соединенном
с компрессором.
Ослабьте натяжение кабеля на кронштейне
под пусковым реле (рис. А и В).
Установите крышку на пусковое реле и при-
верните ее кронштейну или закрепите с помо-
щью хомута или встроенных фиксаторов.

6.2
 Пусковое устройство
 компрессора HST
 (продолжение)



6.3
Пусковое оборудование
типа CSR для компрессоров
HST

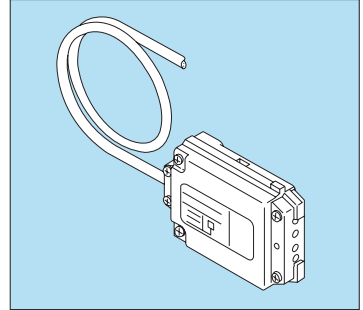
Закрепите подводящий кабель в клеммной коробке. Подводящий кабель должен входить в коробку сверху. Ослабьте натяжение кабеля на кронштейне под клеммной коробкой. Установите крышку (рис. F).

6.4
Оборудование для двоянных
компрессоров SC

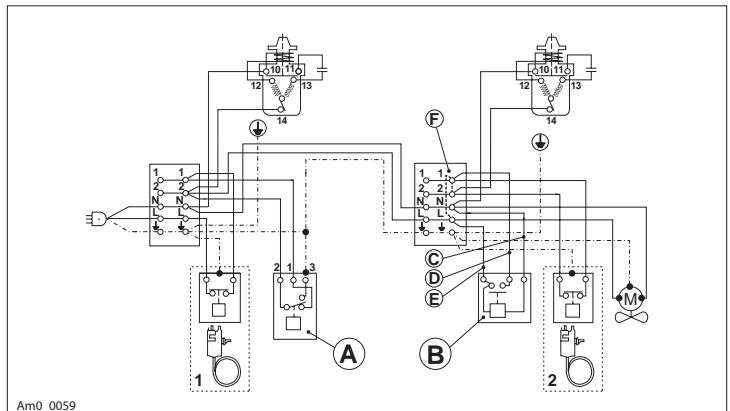
Включение второго компрессора рекомендуется производить с задержкой по времени порядка 15 с (с помощью реле времени, кодовый номер 117N0001).

При использовании реле задержки времени удалите перемычку между контактами L и 1 клеммной коробки компрессора №2.

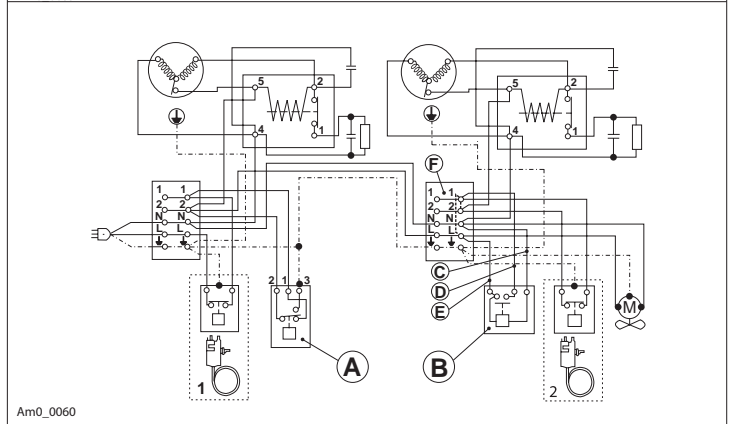
Если для регулирования производительности компрессора используется реле температуры, удалите перемычку между контактами 1 и 2 клеммной коробки.



Am0_0058



Am0_0059



Am0_0060

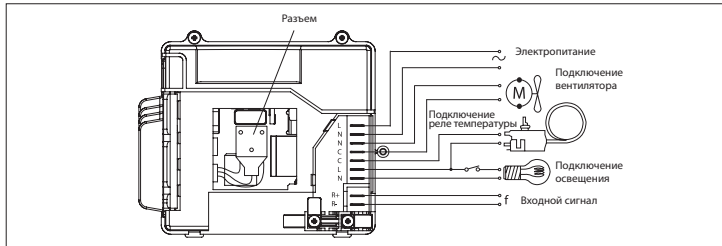
- A: Предохранительное реле давления
- B: Реле задержки времени
- C: Синий
- D: Черный
- E: Коричневый
- F: При использовании реле времени удалите перемычку L-1
При использовании реле температуры удалите перемычку 1-2

6.5
Блок управления для компрессоров с переменной скоростью вращения электродвигателя

Блок управления обеспечивает компрессорам TLV и NLV высокий пусковой момент (HST), т.е. отпадает необходимость выравнивания давлений перед каждым включением компрессора. Компрессоры с переменной скоростью вращения управляются электроникой. Блок управления оснащен встроенной защитой от перегрузки, а также защитой от перегрева. При срабатывании защиты блок управления защищает себя и электродвигатель компрессора. После срабатывания защиты блок управления автоматически перезапустит компрессор через определенный интервал времени.

Электродвигатели компрессоров оснащены роторами с постоянным магнитом (PM-электродвигатели) и тремя одинаковыми статорными обмотками. Блок управления устанавливается прямо на компрессор.

При непосредственном подключении электродвигателя к сети электропитания в случае сбоя питания магниты могут получить повреждение, что приведет к существенному уменьшению производительности компрессора или выходу его из строя.



Am0_0061

7.0
Вакуумирование

После пайки проводится вакуумирование системы охлаждения.

Когда давление в системе снизится до 1 мбар, подождите, пока давление в контурах не выровняется, после чего проведите окончательное вакуумирование и заправку системы.

Если перед вакуумированием проводились испытания под давлением, процесс откачки проводится постепенно с небольшой производительностью во избежание выброса масла из компрессора.

Вакуумирование системы можно проводить несколькими способами.

В зависимости от объема всасывающей и нагнетательной линий системы охлаждения можно выбрать один из следующих способов вакуумирования.

Непрерывное вакуумирование системы со стороны нагнетания, пока не будет достигнуто достаточно низкое давление в конденсаторе. В этом случае необходимо осуществить один или несколько коротких циклов вакуумирования с выравниванием давления между циклами.

Непрерывное вакуумирование с обеих сторон (всасывания и нагнетания), пока не будет достигнуто достаточно низкое давление в контуре.

Эти способы вакуумирования обеспечивают хорошее равномерное качество подготовки (сухость) компонентов перед заправкой системы.

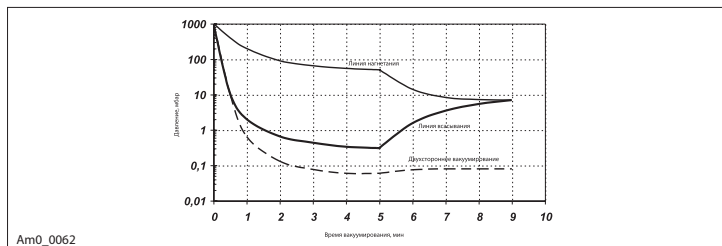
На рисунке внизу показана типичная кривая изменения давления при одностороннем вакуумировании системы через служебный штуцер компрессора. На нем также показана разность давлений, измеренная на конденсаторе. Эту разность можно уменьшить увеличением количества циклов выравнивания давления.

Пунктирной линией показано изменение давления в системе при одновременном двухстороннем вакуумировании.

При ограниченном времени откачки конечное давление зависит только от производительности вакуумного насоса и содержания неконденсирующихся газов и остатков хладагента в масляной заправке.

Преимущество двухстороннего вакуумирования заключается в том, что за одно и то же время систему можно откачать до гораздо меньшего давления.

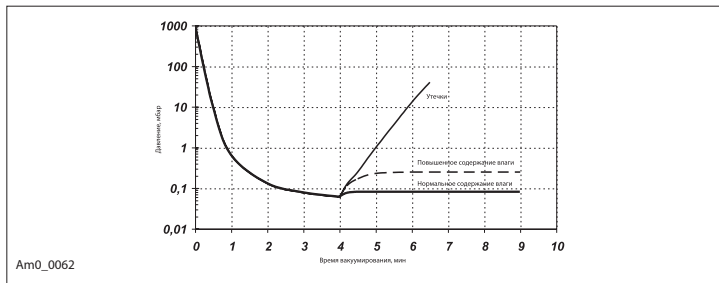
Чтобы выявить любые течи до заправки системы хладагентом, в процессе вакуумирования можно провести испытания системы на герметичность.



Am0_0062

7.0
Вакуумирование
(продолжение)

На рисунке внизу приведен пример проверки системы на герметичность в процессе вакуумирования. Степень вакуума зависит от выбранного способа откачки. В общем случае рекомендуется двухстороннее вакуумирование системы.



7.1
Вакуумные насосы

Для вакуумирования систем с горючими хладагентами R600a и R290 используйте насосы во взрывобезопасном исполнении.

Такие же насосы можно использовать для вакуумирования систем, заправленных полиэфирным маслом.

8.0
Заправка системы хладагентом

Заправляйте систему хладагентом того типа и в том количестве, которые рекомендованы изготовителем компрессора. В большинстве случаев объем заправки указан на заводской табличке агрегата.

Количество заправляемого хладагента указывается по объему или массе. При заправке по объему пользуйтесь мерным стаканом. Горючие хладагенты следует заправлять по массе.

8.1
Максимальная заправка

Если количество заправленного хладагента окажется слишком большим, после холодного пуска масло в компрессоре будет пениться и клапанная система компрессора может быть повреждена.

Объем заправленного хладагента не должен превышать объема контура со стороны конденсатора. Заправлять необходимо ровно столько, сколько необходимо для функционирования системы.

Компрессор	Максимальная заправка			
	R134a	R600a	R290	R404A
P	300 g	150 g		
T	400 g*	150 g	150 g	400 g
N	400 g*	150 g	150 g	400 g
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
Сдвоенные компрессоры SC	2200 g			

*) Компрессоры некоторых типов работают при более высоких пределах заправки.

8.2
Закрытие технологического отвода

В системах с хладагентами R600a и R290 закрытие технологического отвода выполняется с помощью соединения Lokring.

В системах с горючими хладагентами пайка не допускается.

9.0 Испытания

Системы охлаждения должны быть герметичными. Если бытовые приборы работают сверх расчетного срока службы, утечки хладагента не должны превышать 1 г за год. Следовательно, для проверки герметичности системы необходимо использовать оборудование высокого качества.

Данным оборудованием необходимо проверить все соединения холодильной установки. Проверку рекомендуется проводить электронными течеискателями.

Сторону нагнетания системы (от нагнетательного патрубка компрессора до конденсатора

и осушителя) следует проверять при работающем компрессоре.

Испаритель, линию всасывания и компрессор следует проверять при отключенной системе и выровненном давлении.

Если в систему заправлен хладагент R600a, испытания на наличие течи должны проводиться другим способом, например, с помощью гелия, поскольку выровненное давление в системе оказывается низким, чаще всего не превышающим атмосферное давление. В данном случае утечки хладагента из системы трудно обнаружить.

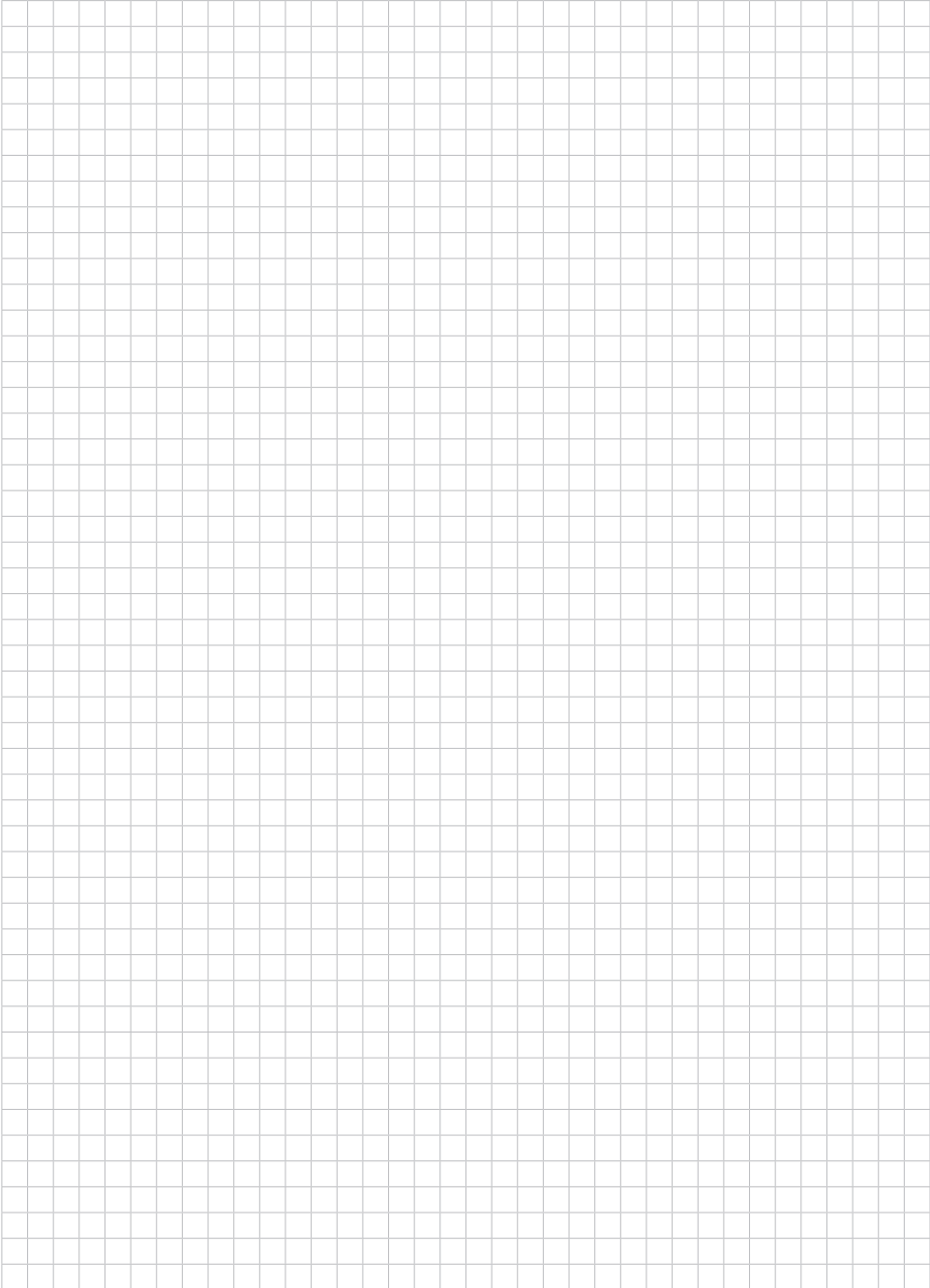
9.1 Проверка системы

Перед вводом системы в эксплуатацию убедиться, что испаритель охлаждается, а компрессор нормально работает под управлением реле температуры.

В системах с капиллярной трубкой, используемой в качестве дросселирующего устройства, необходимо проверить, что в период отключения компрессора давление в системе выравнивается, а компрессор с низким пусковым моментом способен запустить систему без срабатывания устройств защиты электродвигателя.

Содержание	Стр.
Компрессорно-конденсаторные агрегаты компании Данфосс	85
Конфигурация оборудования	85
Электропитание и электрооборудование	85
Герметичные компрессоры	86
Конденсаторы и вентиляторы	86
Запорные вентили	86
Ресивер	87
Клеммная коробка	87
Предохранительные реле давления	87
Настройка	87
Защитный корпус, устойчивый к атмосферному воздействию	88
Качество монтажа	88
Грязь и посторонние частицы	88
Прокладка трубопроводов системы охлаждения	88
Трубопроводы системы охлаждения с компрессорно-конденсаторным агрегатом с 1-цилиндровым компрессором (типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN)	88
Трубопроводы системы охлаждения с компрессорно-конденсаторным агрегатом с герметичным поршневым 1-2-4 цилиндровым компрессором Maneurop	90
Поиск утечек	90
Пайка	91
Защитный газ	91
Вакуумирование и заправка системы	92
Заправка системы сверх максимально допустимого уровня и работа агрегата вне помещения	93
Общие сведения	94
Цикл перекачивания хладагента	95
Максимально допустимые температуры	96

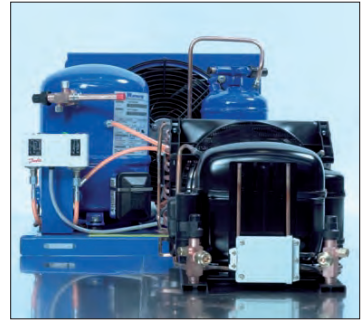
Для заметок



Компрессорно-конденсаторные агрегаты компании Данфосс

В данном разделе приведены общие сведения и практические советы по использованию компрессорно-конденсаторных агрегатов производства компании Данфосс. Компрессорно-конденсаторные агрегаты представляют собой интегрированные блоки с конденсатором и поршневым компрессором. Исполнение и конфигурация таких агрегатов соответствуют требованиям рынка. Обзор типоразмеров агрегатов выполнен в соответствии с типами герметичных компрессоров, установленных на эти блоки, и приведен в соответствующих подразделах.

- Компрессорно-конденсаторные агрегаты с 1-цилиндровыми компрессорами (типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN (сдвоенные)).
- Компрессорно-конденсаторные агрегаты с герметичными 1-, 2- и 4-цилиндровыми поршневыми компрессорами Maneuor типа MTZ, NTZ и MPZ.



Am0_0000

Конфигурация оборудования

Компрессорно-конденсаторные агрегаты Данфосс поставляются с компрессором и конденсатором, установленными на раме или общем основании. Распределительные коробки агрегатов скомутированы на заводе. В состав агрегатов входят запорные клапаны, переходники, коллекторы, двухблочные реле давления и кабели электропитания с трехконтактными

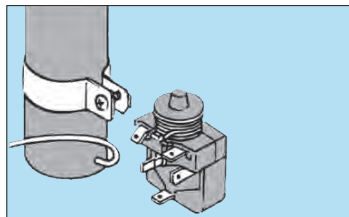
разъемами с заземлением. Более подробная информация и кодовые номера заказа приведены в соответствующей технической документации и прайс-листах. Торговые центры компании Данфосс, расположенные на Вашей территории, будут рады оказать Вам помощь в выборе нужного агрегата.

Электропитание и электрооборудование

- Компрессорно-конденсаторные агрегаты с 1-цилиндровыми компрессорами (типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN)
Эти агрегаты оснащены герметичными компрессорами и вентиляторами с электропитанием 230 В, 1 ф., 50 Гц. Компрессоры оборудованы пусковым устройством с высоким пусковым моментом (HST), содержащим пусковое реле и пусковой конденсатор. Эти компоненты могут также поставляться как запасные части. Пусковой конденсатор предназначен для работы короткими циклами (1,7% ED). Практически это означает, что компрессор может производить до 10 включений в час со временем подготовки около 6 с.

- Компрессорно-конденсаторные агрегаты с герметичными 1-, 2- и 4-цилиндровыми поршневыми компрессорами Maneuor типа MTZ, NTZ и MPZ.
Эти агрегаты оснащены герметичными компрессорами и вентиляторами с различными характеристиками электропитания:

- компрессор и вентилятор с электропитанием 400 В, 3 ф., 50 Гц;
- компрессор с электропитанием 400 В, 3 ф., 50 Гц; вентилятор с электропитанием 230 В, 1 ф., 50 Гц (конденсатор вентилятора размещен в коробке с электроаппаратурой);
- компрессор с электропитанием 230 В, 3 ф., 50 Гц; вентилятор с электропитанием 230 В, 1 ф., 50 Гц (конденсатор вентилятора размещен в коробке с электроаппаратурой);
- компрессор с электропитанием 230 В, 1 ф., 50 Гц (пусковое устройство компрессора (конденсаторы, реле) установлено в коробке с электроаппаратурой); вентилятор с электропитанием 230 В, 1 ф., 50 Гц;



Am0_0001

Пусковой ток трехфазного компрессора Maneuor можно уменьшить с помощью устройства плавного пуска. Для компрессора этого типа рекомендуется использовать устройство плавного пуска CI-tronic типа MCI-C. Пусковой ток можно уменьшить на 40% в зависимости от модели компрессора и типа устройства плавного пуска. При этом уменьшаются механические нагрузки на компрессор и увеличивается срок службы его внутренних деталей.

Более подробную информацию в части устройства плавного пуска CI-tronic типа MCI-C можно получить в местном торговом центре компании Данфосс.

Количество включений компрессор при нормальных условиях эксплуатации ограничено 12 вкл. за час. При использовании устройства MCI-C рекомендуется проводить выравнивание давлений.

Герметичные компрессоры

Полностью герметичные компрессоры типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN оснащены встроенным устройством защиты обмоток. При срабатывании устройства защиты в связи с аккумуляцией электродвигателем большого количества тепла требуется около 45 минут для возврата устройства в исходное состояние.

Однофазные компрессоры Манеюгор типа MTZ и NTZ оснащены встроенным устройством защиты по температуре или току в виде биметаллического предохранителя, который реагирует на величину тока в основной и пусковой обмотках, а также на их температуру.

Трехфазные компрессоры Манеюгор типа MTZ и NTZ оснащены внутренним устройством защиты от перегрева и повышенного тока. Устройство защиты электродвигателя подключается к точке соединения обмоток звездой и отключает все 3 фазы одновременно с помощью биметаллического диска. После срабатывания устройства защиты повторное включение компрессора возможно только через 3 часа.



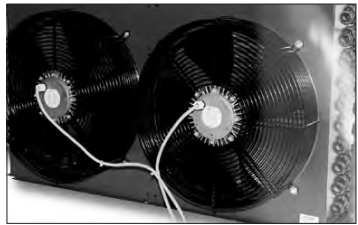
Am0_0002

Если электродвигатель не работает, путем измерения электрического сопротивления обмоток можно определить причину его отключения: срабатывание устройства защиты обмоток или их повреждение.

Конденсаторы и вентиляторы

Высокоэффективные конденсаторы дают возможность компрессорно-конденсаторным блокам работать в более широком диапазоне температуры окружающего воздуха. В одном блоке в зависимости от производительности блока устанавливаются один или два вентилятора.

Вентиляторы могут быть оснащены, например, регулятором скорости вращения Saginimia типа RGE. Это позволяет осуществлять контроль за давлением конденсации и уменьшать уровень шума. Вентиляторы оснащены самосмазывающимися подшипниками, обеспечивающими длительный срок службы вентилятора без проведения технического обслуживания.



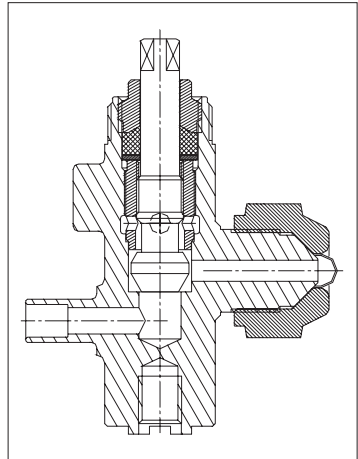
Am0_0003

Запорные вентили

На линиях всасывания и нагнетания компрессорно-конденсаторных агрегатов компании Данфосс установлены запорные вентили.

Запорные вентили компрессорно-конденсаторных агрегатов с 1-цилиндровыми компрессорами (типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN) закрываются поворотом шпинделя по часовой стрелке в сторону штуцера под пайку. При этом открывается проход между штуцером для подсоединения манометра и штуцером под отбортовку. При повороте шпинделя против часовой стрелки проход к манометрическому штуцеру закрывается. Канал между штуцерами под пайку и отбортовку остается открытым. Переходники под пайку могут защитить штуцер под отбортовку от повреждения и сделать систему герметичной.

Запорные вентили компрессорно-конденсаторных агрегатов с поршневыми компрессорами Манеюгор типа MTZ и NTZ установлены непосредственно на штуцеры типа Rotolock линии всасывания и нагнетания компрессора и на ресивер. Вентиль на линии всасывания снабжен прямыми длинными втулками, чтобы пайку штуцеров можно было проводить без демонтажа клапана Rotolock.



Am0_0004

Ресивер
Емкость для обеспечения давления

Ресивер (накопитель жидкости) является стандартным компонентом компрессорно-конденсаторных агрегатов, устанавливаемых в системах с терморегулирующим вентилем (ТРВ).

ТРВ регулирует уровень жидкости в буферной полости ресивера (путем уменьшения или увеличения потока хладагента). Ресиверы с внутренним объемом 3 л и более оснащены клапаном Rotolock.



Am0_0005

Клеммная коробка

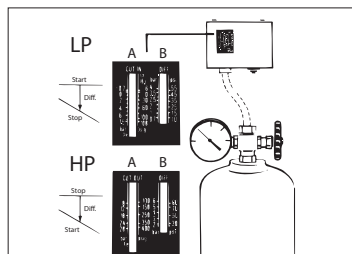
Компрессорно-конденсаторные агрегаты компании Данфосс скоммутированы на заводе и оснащены клеммной коробкой. Она позволяет очень просто подвести электропитание к агрегату и выполнить дополнительные электрические соединения.

Клеммная коробка агрегатов с компрессором Mapeignor оборудована клеммными колодками с клеммами винтового типа для под-

соединения кабеля электропитания и цепей управления. В этой коробке выполняются электрические соединения всех компонентов компрессорно-конденсаторного агрегата (компрессор, вентиляторы, РТС, реле давления). На крышке клеммной коробки приведена монтажная схема агрегата. Степень защиты клеммной коробки от воды и посторонних предметов составляет IP 54.

Предохранительные реле давления

Компрессорно-конденсаторные агрегаты компании Данфосс могут быть поставлены с предохранительными реле давления типа KP 17 (W, B ...). На агрегатах, которые приходят без реле давления и устанавливаются в системах с терморегулирующим вентилем, в соответствии со стандартом EN 378 должны быть смонтированы реле давления хотя бы на стороне высокого давления.



Am0_0006

Рекомендуемые настройки реле давления:

Хладагент	Страна низкого давления		Страна высокого давления	
	Давление включения, бар	Давление отключения, бар	Давление включения, бар	Давление отключения, бар
R407	2	1	21	25
R404A/R507 MBP	1.2	0.5	24	28
R404A/R507 LBP	1	0.1	24	28
R134a	1.2	0.4	14	18

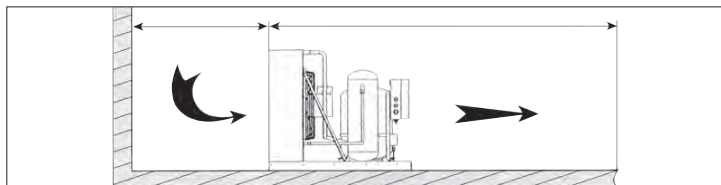
Настройка

Компрессорно-конденсаторные агрегаты компании Данфосс должны настраиваться в помещении с хорошей вентиляцией.

Убедитесь, что воздух поступает в конденсатор в достаточном количестве. Убедитесь также, что отсутствует переток воздуха между стороной всасывания и нагнетания агрегата.

Подключение вентилятора к сети электропитания осуществляется так, чтобы поток воздуха проходил через конденсатор в направлении компрессора.

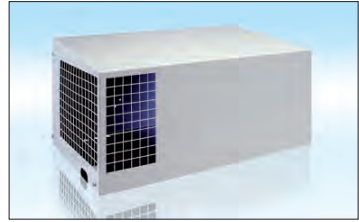
Для поддержания эффективной работы агрегата регулярно чистите конденсатор.



Am0_0007

Защитный корпус, устойчивый к атмосферному воздействию

Компрессорно-конденсаторные агрегаты компании Данфосс, которые устанавливаются снаружи помещения, должны иметь навес или быть закрыты корпусом для защиты от атмосферных воздействий. Оптимальным вариантом является поставка агрегата в качественном защитном корпусе. Кодовый номер корпуса для оформления заказа можно найти в каталоге или обратившись в местное представительство компании Данфосс.



Am0_0008

Качество монтажа

Все больше коммерческих систем охлаждения и кондиционирования воздуха устанавливаются с компрессорно-конденсаторными агрега-

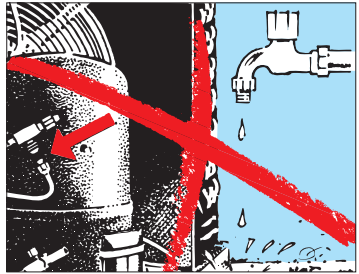
тами, оснащенными герметичными компрессорами. К качеству монтажа и настройки таких систем предъявляются высокие требования.

Грязь и посторонние частицы

Грязь и посторонние частицы являются фактором негативного влияния на надежность и срок службы систем охлаждения.

В процессе монтажа системы в нее могут попасть следующие загрязнения:

- Окалина, образовавшаяся при пайке (продукты окисления)
- Паяльные флюсы
- Влага и атмосферный воздух
- Стружки и заусенцы, образовавшиеся при резке труб



Ac0_0010

Компания Данфосс рекомендует соблюдать следующие меры предосторожности:

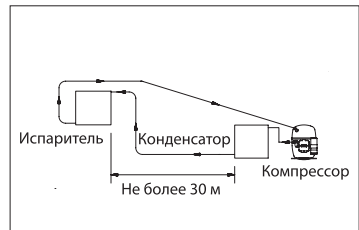
- Используйте только чистые и сухие медные трубы и компоненты, которые удовлетворяют требованиям стандарта DIN 8964.
- Компания Данфосс предлагает широкий диапазон изделий для улучшения качества монтажа. Более подробную информацию можно получить у торгового представителя компании.

Прокладка трубопроводов системы охлаждения

Трубопроводы системы охлаждения должны быть, по возможности, короткими, а система трубопроводов компактной. Не создавайте зон, где может скапливаться масло (масляные ловушки).

Трубопроводы системы охлаждения с компрессорно-конденсаторным агрегатом с 1-цилиндровым компрессором (типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN)

1. **Компрессорно-конденсаторный агрегат и испаритель находятся на одном уровне**
Трубопровод линии всасывания должен идти под небольшим уклоном в сторону от компрессора. Максимальное допустимое расстояние между компрессорно-конденсаторным агрегатом и местом охлаждения (испарителем) составляет 30 м.



Am0_0010

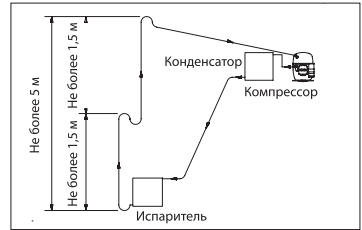
	Линия всасывания	Линия жидкости
	Диаметр медной трубы, мм	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	10	8
SC-TWIN (сдвоенные компрессоры SC)	16	10

Трубопроводы системы охлаждения с компрессорно-конденсаторным агрегатом с 1-цилиндровым компрессором (типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN) (продолжение)

Для обеспечения надежного возврата масла в компрессор диаметры труб должны иметь значения, указанные в таблице.

2. Компрессорно-конденсаторный агрегат расположен выше испарителя

В этом случае разность высот между компрессорно-конденсаторным агрегатом и испарителем не должна превышать 5 м. Длина трубы между агрегатом и испарителем не должна превышать 30 м. На верхнем и нижнем участках вертикального трубопровода линии всасывания необходимо организовать две масляные ловушки. На нижнем участке трубопровода это должна быть U-образная ловушка, на верхнем участке P-образная. Расстояние между ловушками должно составлять от 1 до 1,5 м. Для обеспечения надежного возврата масла в компрессор диаметры труб всасывания и нагнетания должны иметь значения, указанные в таблице.

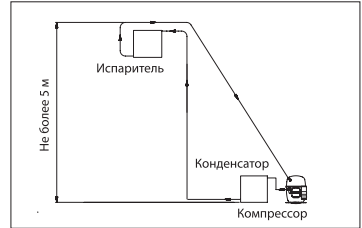


Am0_0011

Компрессор	Линия всасывания	Линия жидкости
	Диаметр медной трубы, мм	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC 12/15	10	8
All other SCs	12	8
SC TWIN (сдвоенные компрессоры SC)	16	10

3. Компрессорно-конденсаторный агрегат расположен ниже испарителя

В этом случае разность высот между компрессорно-конденсаторным агрегатом и испарителем не должна превышать 5 м. Длина трубы между агрегатом и испарителем не должна превышать 30 м. На верхнем и нижнем участках вертикального трубопровода линии всасывания необходимо организовать две масляные ловушки. На нижнем участке трубопровода это должна быть U-образная ловушка, на верхнем участке P-образная. Расстояние между ловушками должно составлять от 1 до 1,5 м. Для обеспечения надежного возврата масла в компрессор диаметры труб линии всасывания и нагнетания должны иметь значения, указанные в таблице.

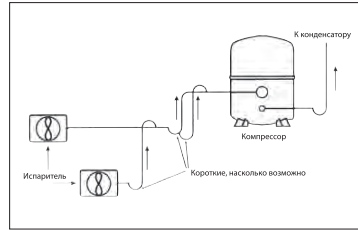


Am0_0012

Компрессор	Линия всасывания	Линия жидкости
	Диаметр медной трубы, мм	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	12	8
SC TWIN (сдвоенные компрессоры SC)	16	10

Трубопроводы системы охлаждения с компрессорно-конденсаторным агрегатом с герметичным поршневым 1-2-4 цилиндровым компрессором Mapecop

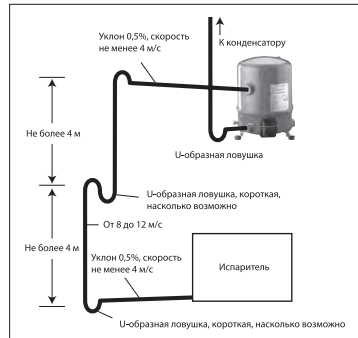
Трубопроводы системы должны быть гибкими (во всех трех плоскостях или с помощью устройства AnaConda). При прокладке труб делайте их, по возможности, более короткими, а схему разводки компактной.



Am0_0013

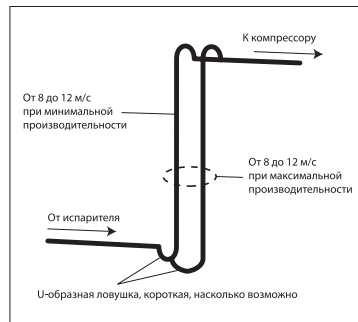
Не создавайте зон, где может скапливаться масло. Горизонтальные трубопроводы должны иметь небольшой уклон в сторону компрессора. Для обеспечения гарантированного возврата масла в компрессор скорость газа на вертикальных подъемных участках должна составлять не менее 8—12 м/с.

В горизонтальных трубопроводах линии всасывания скорость газа должна быть не менее 4 м/с. На верхнем и нижнем участках вертикального трубопровода линии всасывания необходимо организовать две масляные ловушки. На нижнем участке трубопровода это должна быть U-образная ловушка, на верхнем участке P-образная. Если подъемный участок больше 4 м, на каждые 4 м необходимо устанавливать дополнительную масляную ловушку.



Am0_0014

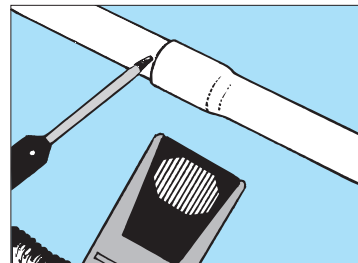
Если испаритель расположен выше компрессорно-конденсаторного блока, необходимо предусмотреть, чтобы при отключении компрессора жидкий хладагент не поступал в конденсатор. Во избежание конденсации паров воды и нежелательного повышения температуры газа на входе в компрессор трубопроводы линии всасывания должны быть теплоизолированы. Контроль перегрева газа на входе в компрессор для каждого случая осуществляется индивидуально. Более подробная информация приведена в разделе «Максимально допустимые температуры».



Am0_0015

Поиск утечек

Герметичность компрессорно-конденсаторных агрегатов Данфосс проверяется на заводе-изготовителе с помощью гелиевого течеискателя. После этого агрегаты заполняются защитным газом, который затем откачивается из системы. Кроме того, подсоединенные к агрегату холодильные контуры должны проходить проверку на наличие течи с помощью азота. Запорные вентили на стороне всасывания и нагнетания компрессорно-конденсаторных агрегатов при этом должны быть закрыты. Использование цветных добавок для поиска течи запрещается и лишает агрегат права на гарантию.

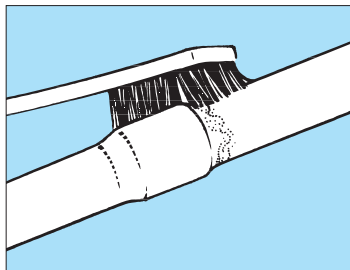


Ac0_0030

Пайка

Наиболее используемые припои содержат 15% серебра, медь, цинк и олово и потому называются «серебряными». Точка плавления таких припоев находится в диапазоне от 655 до 755 °С. Поверхность шва обычно бывает покрыта флюсом, используемым для пайки. После пайки остатки флюса необходимо удалить.

С помощью серебряного припоя можно соединять различные материалы, например, сталь и медь. 15% серебра в припое достаточно, чтобы соединить медь с медью.



Ac0_0021

Защитный газ

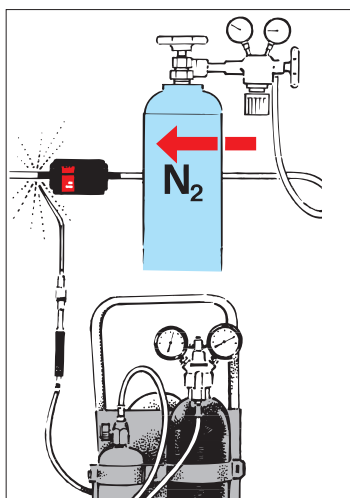
При высоких температурах пайки на воздухе в местах соединения образуются продукты окисления (окалина).

Для защиты мест пайки от окалины в систему подают защитный газ. Пропустите через трубы слабый расход сухого инертного газа.

Пайку начинайте, когда в соединяемых деталях не останется воздуха. Начинать пайку при большом расходе защитного газа, который должен быть снижен до минимума после начала пайки.

Слабый расход защитного газа необходимо поддерживать в течение всего процесса пайки.

Пайку рекомендуется проводить в атмосфере азота при рассеянном факеле пламени. Припой вводите только при достижении температуры точки его плавления.



Ac0_0019



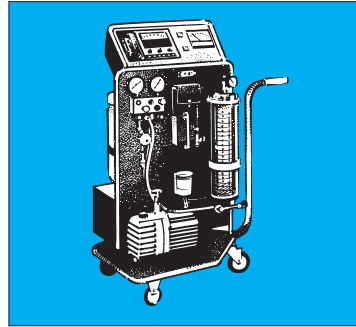
Am0_0018

Вакуумирование и заправка системы

Вакуумирование системы проводится с помощью вакуумного насоса до давления приблизительно 0,67 мбар в два этапа.

При вакуумировании из системы должны быть удалены влага, атмосферный воздух и защитный газ. По возможности проводите двухстороннее вакуумирование: со стороны всасывания и нагнетания компрессорно-конденсаторного агрегата.

Для вакуумирования используйте служебные штуцеры на сторонах всасывания и нагнетания агрегата.



Ac0_0023

Для заправки системы с небольшими компрессорно-конденсаторными агрегатами используйте индикатор уровня жидкости (смотровое стекло), мерный баллон и/или весы. Если в систему установлен заправочный вентиль, заправку проводите хладагентом в жидкой фазе через линию жидкости.

Заправку можно также проводить газообразным хладагентом через запорный клапан на линии всасывания при работающем компрессоре (перед включением компрессора устранили вакуум).

При заправке системы не забывайте, что хладагенты R404A, R507 и R407C являются смесями.

Производители хладагентов рекомендуют заправлять хладагент R507 в жидкой или газовой фазе, а хладагент R404A и особенно R407C только в жидкой фазе. Поэтому мы также рекомендуем заправлять хладагенты R404A, R507 и R407C как указано выше и через заправочный вентиль.

Если количество заправляемого хладагента неизвестно, продолжайте заполнение системы до тех пор, пока в смотровом стекле не появятся пузырьки. В процессе заправки следите, чтобы температура конденсации и всасываемого газа соответствовала техническим условиям.

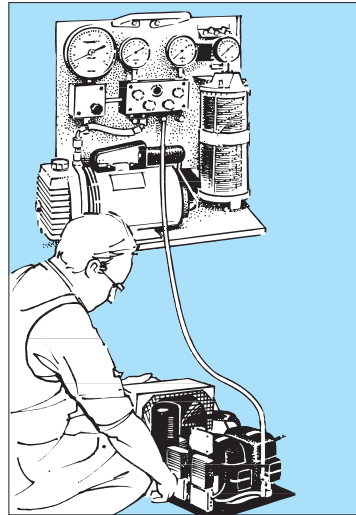
При вакуумировании и заправке компрессорно-конденсаторных агрегатов Данфосс с 1-цилиндровыми компрессорами типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN соблюдайте следующие рекомендации.

При вакуумировании подсоедините оба вакуумных шланга к заправочному агрегату и откройте запорные вентили 1 и 2 (их шпиндели должны находиться в среднем положении).

После вакуумирования соедините с заправочным агрегатом вентили 4 и 5. После этого отключите вакуумный насос.

Соедините баллон с хладагентом с центральным штуцером заправочного агрегата 3 и быстро продуйте заправочный шланг.

Откройте вентиль 4 заправочного агрегата и заправьте систему максимально допустимым количеством хладагента через манометрический штуцер запорного вентиля на линии всасывания при работающем компрессоре.



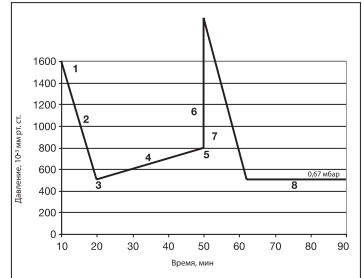
Ac0_0028

Вакуумирование и заправка системы (продолжение)

При вакуумировании и заправке компрессорно-конденсаторных агрегатов Данфосс с герметичными поршневыми компрессорами Mapeicor типа MTZ и NTZ соблюдайте следующие рекомендации.

Вакуумирование системы проводите следующим образом:

1. Закройте служебные вентили компрессорно-конденсаторного агрегата.
2. После проверки системы на наличие течи проведите двухстороннее вакуумирование системы до давления 0,67 мбар (абс.) с помощью вакуумного насоса. При вакуумировании рекомендуется использовать вакуумные шланги с большим проходным сечением. Подсоедините шланги к служебным вентилям.
3. При достижении в системе давления 0,67 мбар отсоедините ее от вакуумного насоса. В течение следующих 30 минут давление в системе не должно расти. Если оно будет подниматься слишком быстро, значит, в системе имеется течь. Найдите место течи и устраните ее. Снова проведите вакуумирование системы. Если давление в системе будет подниматься медленно, значит, в системе присутствует влага. Проведите вакуумирование системы.
4. Откройте служебные вентили компрессорно-конденсаторного агрегата и заполните систему азотом. Повторите вакуумирование системы в соответствии с пунктами 2 и 3.



Am0_0019

Общие сведения

Во избежание искрового пробоя обмотки электродвигателя не включайте компрессор, который находится под вакуумом.

Заправка системы сверх максимально допустимого уровня и работа агрегата вне помещения

Если система заправлена хладагентом сверх максимально допустимого уровня и при установке компрессорно-конденсаторного блока вне помещения предусмотрите устройства защиты компрессора.

Максимально допустимое количество заправляемого хладагента указано в технической документации или инструкции по монтажу компрессоров Данфосс. При появлении вопросов обратитесь в торговое представительство компании Данфосс.

Одним из быстрых и простых способов решения проблемы перетекания излишков хладагента в компрессор при его отключении является установка подогревателя картера.

Заправка системы сверх максимально допустимого уровня и работа агрегата вне помещения
(продолжение)

В компрессорно-конденсаторных агрегатах Данфосс с 1-цилиндровыми компрессорами типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN используются подогреватели картера следующих типоразмеров:

- Подогреватель картера для компрессоров TL, FR, NL мощностью 35 Вт, кодировый номер заказа 192H2096.
- Подогреватель картера для компрессоров SC и SC-TWIN мощностью 55 Вт, кодировый номер заказа 192H2095.

Подогреватели ленточного типа устанавливаются на компрессор над сварным швом. В сдвоенных компрессорах SC-TWIN подогреватели должны быть установлены на каждом компрессоре. Электрооборудование работает следующим образом:

При включении главного выключателя контакт реле температуры выполняет переключающие функции, т.е. при отключении компрессора включается подогреватель картера, и наоборот. После длительного простоя системы подогреватель картера необходимо включить за 2-3 часа до включения компрессора.

При установке компрессорно-конденсаторного агрегата вне помещения также рекомендуется использовать подогреватель картера. При этом следует соблюдать рекомендации изготовителей агрегатов.



Am0_0020

Компрессорно-конденсаторные агрегаты Данфосс с герметичными поршневыми 1-, 2- или 4-цилиндровыми компрессорами Манегор типа MTZ и NTZ поступают с завода оснащенными саморегулируемым подогревателем картера типа PTC мощностью 35 Вт.

Саморегулируемый подогреватель картера типа PTC защищает компрессор от натекания жидкого хладагента при отключении системы. Надежная защита компрессора обеспечивается, когда температура масла в картере поддерживается на 10 К выше температуры насыщения хладагента.

Убедитесь, что температура масла достигает соответствующего значения как при низких, так и при высоких температурах окружающего воздуха.

В компрессорно-конденсаторных агрегатах, расположенных вне помещения и работающих

при низких температурах воздуха, а также в системах с избыточной заправкой хладагента часто приходится устанавливать дополнительный ленточный подогреватель.

Подогреватель картера следует устанавливать настолько близко к картеру компрессора, насколько это возможно, чтобы обеспечить эффективную передачу тепла к маслу. Ленточные подогреватели картера не являются саморегулируемыми.

Регулирование подачи тепла осуществляется включением подогревателя при отключении компрессора и отключением подогревателя при включении компрессора.

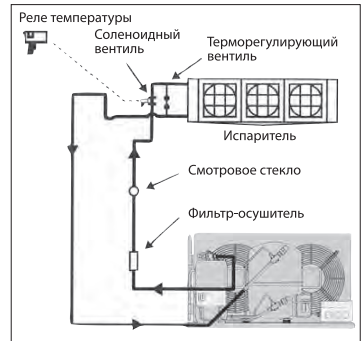
Эти меры предотвращают конденсацию хладагента в компрессоре. Не забывайте включить подогреватель картера за 12 часов до включения компрессора при пуске установки после длительного простоя.

Цикл перекачивания хладагента

Во избежание натекания хладагента в компрессор при длительном простое установки, когда невозможно поддерживать температуру масла на 10 К выше температуры насыщения хладагента с помощью подогревателя картера при отключенном компрессоре или когда жидкий хладагент начинает течь обратно, используется цикл откачивания хладагента со стороны низкого давления на сторону высокого давления.

Соленоидный вентиль на линии жидкости управляется с помощью реле температуры. Когда соленоидный вентиль закрывается, компрессор начинает откачивать хладагент на стороне низкого давления, пока реле низкого давления не отключит компрессор при достижении заданного минимально допустимого давления.

При использовании цикла перекачивания давление срабатывания реле должно быть ниже, чем давление насыщения хладагента при наименьшей температуре воздуха вблизи компрессорно-конденсаторного агрегата и испарителя.



Am0_0021

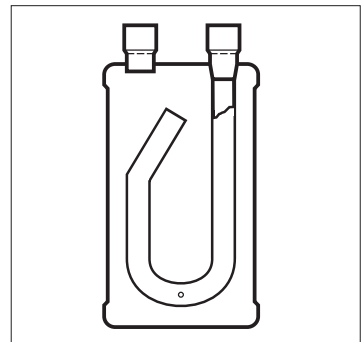
Отделитель жидкости обеспечивает защиту компрессора от натекания хладагента при включении установки, в процессе ее эксплуатации или после оттаивания испарителя горячим газом.

Отделитель жидкости обеспечивает защиту компрессора от натекания хладагента также при длительном простое установки, когда увеличивается свободный внутренний объем линии всасывания системы.

Отделитель жидкости устанавливается в соответствии с рекомендациями изготовителя.

Как правило, компания Данфосс рекомендует, чтобы вместимость отделителя жидкости была не ниже 50% от объема всей системы.

Отделитель жидкости нельзя использовать в системах, заправленных зеотропными хладагентами, например, хладагентом R407C.



Am0_0022

Максимально допустимые температуры

В компрессорно-конденсаторных агрегатах Данфосс с 1-цилиндровыми компрессорами типа TL, FR, NL, SC и SC-TWIN перегрев хладагента на выходе из испарителя (измеренный датчиком температуры терморегулирующего вентиля и соответствующий температуре датчика давления) должен находиться в диапазоне от 5 до 12 К.

Максимальная температура возвратного газа, измеренная на входе в компрессор, составляет 45 °С. Недопустимо высокий перегрев газа на линии всасывания неминуемо ведет к быстрому росту температуры нагнетания.

Температура нагнетания не должна превышать 135 °С для компрессоров типа SC и 130 °С для компрессоров типа TL, NL и FR.

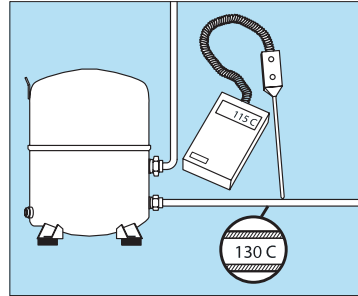
Температура нагнетания измеряется на расстоянии 50 мм от нагнетательного патрубка компрессора.

В компрессорно-конденсаторных агрегатах Данфосс с герметичными поршневыми компрессорами Mapeигор типа MTZ и NTZ перегрев хладагента на выходе из испарителя (измеренный датчиком температуры терморегулирующего вентиля) должен находиться в диапазоне от 5 до 12 К.

Максимальная температура возвратного газа, измеренная на всасывающем патрубке компрессора, составляет 30 °С.

Недопустимо высокий перегрев газа на линии всасывания ведет к быстрому росту температуры нагнетания, которая не должна превышать 130 °С.

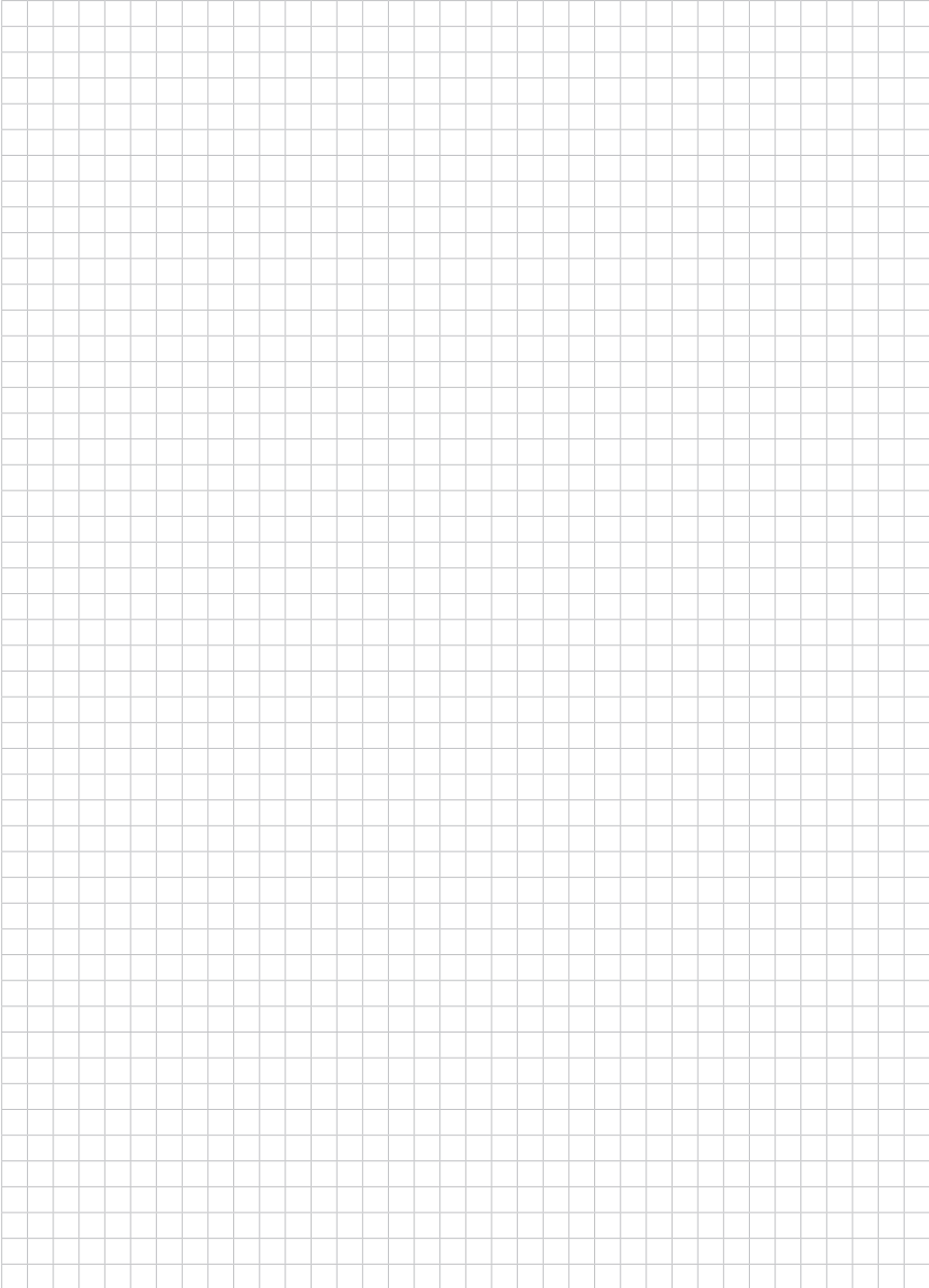
На линиях нагнетания специальных систем охлаждения (в системах с несколькими испарителями) рекомендуется устанавливать маслоотделитель.



Am0_0023

Содержание	Стр.
1.0 Введение	99
1.1 Поиск неисправностей	99
1.2 Замена реле температуры	100
1.3 Замена электрооборудования	101
1.4 Замена компрессора	101
1.5 Замена хладагента	101
2.0 Правила проведения ремонтных работ	103
2.1 Вскрытие системы	103
2.2 Пайка в атмосфере инертного газа	104
2.3 Фильтр-осушитель	104
2.4 Проникновение влаги в систему в процессе ремонта	105
2.5 Подготовка компрессора и электрооборудования к ремонту	105
2.6 Пайка	106
2.7 Вакуумирование	107
2.8 Вакуумный насос и вакуумный манометр	107
3.0 Обращение с хладагентами	108
3.1 Заправка системы хладагентом	108
3.2 Максимальная заправка хладагента	108
3.3 Испытания	109
3.4 Поиск течи	109
4.0 Замена неисправного компрессора	110
4.1 Подготовка узлов холодильной установки	110
4.2 Слив хладагента	110
4.3 Снятие неисправного компрессора	110
4.4 Удаление остатков хладагента	110
4.5 Снятие фильтра-осушителя	110
4.6 Очистка мест пайки	110
5.0 Замена хладагента R12 другими хладагентами	111
5.1 Замена хладагента R12 альтернативным хладагентом	111
5.2 Замена хладагента R12 хладагентом R134a	111
5.3 Замена хладагента R134ф хладагентом R12	111
5.4 Замена хладагента R502 хладагентом R404a	111
6.0 Системы, содержащие влагу	112
6.1 Системы с низкой степенью содержания влаги	112
6.2 Системы с высокой степенью содержания влаги	112
6.3 Осушение компрессора	113
6.4 Заправка системы маслом	113
7.0 Потеря хладагента	114
8.0 Пережог электродвигателя	115
8.1 Кислотность масла	115
8.2 Система со сгоревшим компрессором	115

Для заметок



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.



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.



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.



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 оледенение ее поверхности 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 давление в компрессоре.

Невыровненное давление является причиной срабатывания устройства защиты компрессора и пережога 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 давления
Срабатывание реле высокого давления может произойти вследствие слишком высокого давления конденсации, вызванного недостаточной производимостью 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 неисправности 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 Данфосс, 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.

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.

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

Наконец, необходимо учитывать условия охлаждения компрессора. Если система имеет устройство для охлаждения масла, следует выбрать 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 Данфосс 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	Алкилбензолное
R401B	Suva MP66	R22, R152a, R124	R12	Низкие температуры кипения	Алкилбензолное
R402A	Suva HP80	R22, R125, R290	R502	Низкие температуры кипения	Полиэфирное Алкилбензолное
R402B	Suva HP81	R22, R125, R290	R502	Низкие и средние температуры кипения	Полиэфирное Алкилбензолное

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 использующиеся 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 направляется 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

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 предосторожности. Изучите общие правила и условия проведения ремонтных работ.

2.1 Открытые системы



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



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.



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.



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.

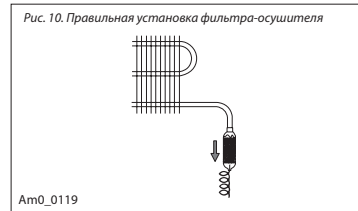
Замена фильтра-осушителя проводится без использования открытого пламени. При нагреве фильтра поглощенная им вода попадает обратно в систему. Необходимо также допускать, что в системе могут содержаться остатки горючих хладагентов.

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 «молекулярного сита» не будут теряться 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).



Поскольку молекулы воды имеют размер порядка 2,8 А, фильтры из материала типа «молекулярное сито» с размером ячейки 3 А 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 А поставляются компаниями:

UOP Molecular Sieve Division, USA (бывший Union Carbide)	4A-XH6	4A-XH7	4A-XH9
R12	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	Silliporite H3R
R12, R22, R502		x	x
R134a			x
Смеси ГФУ- и ГХФУ-хладагентов			x
R290, R600a			x

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

Если необходимы фильтры, не содержащие

оксида алюминия, в системы с хладагентами R134a R404A можно устанавливать антикислотные фильтры DCC или DАS.

В системы с хладагентами R600a и R290 рекомендуется устанавливать фильтры DCLЕ032.

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 неукomплектованным пусковым устройством.

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

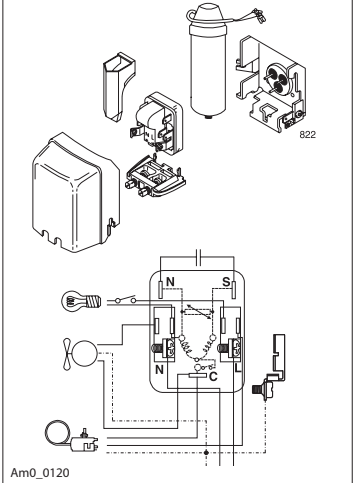
Не включайте компрессор, находящийся под вакуумом.

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.

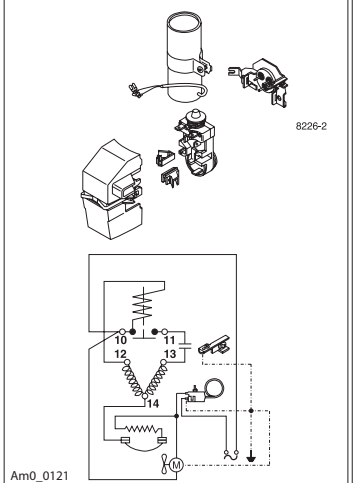
Если ремонт нельзя закончить полностью, открытую систему следует тщательно уплотнить и заполнить сухим азотом под небольшим избыточным давлением.

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



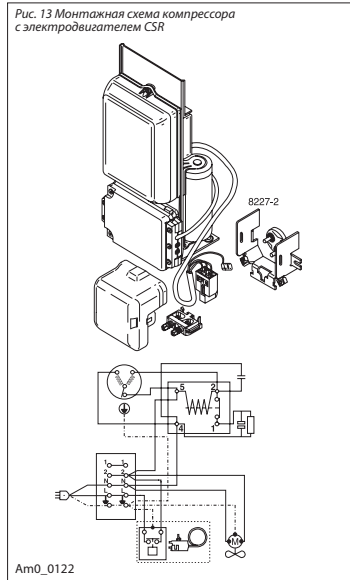
На рисунке 12 показана монтажная схема компрессора с пусковым реле, пусковым конденсатором и устройством защиты электродвигателя, установленным снаружи компрессора.

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 Данфосс 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».

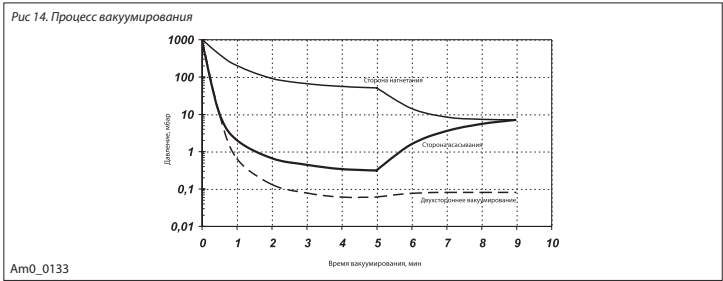
2.7
Вакуумирование

После того, как система будет собрана, ее следует откачать (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, вступить в реакцию с хладагентом, вызвать 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.



2.8
Вакуумный насос
и вакуумный манометр
(вакуумметр)

Вакуумирование системы проводят вакуумным насосом (рис. 15).

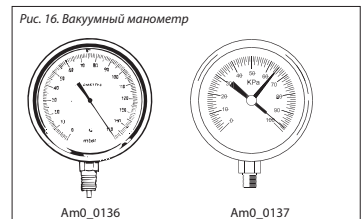


В качестве стационарной установки используется двухступенчатый вакуумный насос производительностью 20 м³/ч, но для вакуумирования систем охлаждения небольшого объема рекомендуется использовать вакуумный насос производительностью 10 м³/ч, поскольку он не такой тяжелый.

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 токнесущих 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.



**3.0
Обращение
с хладагентами**

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.

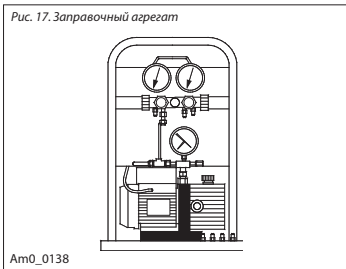
Не пользуйтесь открытым огнем вблизи мест хранения хладагентов R290 и R600a.

Разрезайте 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.

**3.1
Заправка системы
хладагентом**

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



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

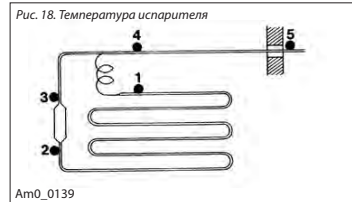
Хладагент R404A и все другие хладагенты этой серии следует заправлять в жидкой фазе. Если количество заправляемого хладагента неиз-

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

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).



Системы с терморегулирующим вентилем заправляйте хладагентом до тех пор, пока в смотровом стекле не исчезнут пузырьки. 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 хладагентом не должна превышать количество жидкости, которое может поместиться на стороне нагнетания системы.

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.

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			

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 элетродвигателя.

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.

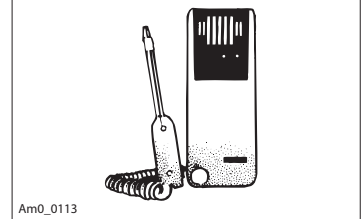
Стыки на стороне нагнетания системы (от нагнетательного патрубка компрессора до конденсатора и фильтра-осушителя) следует проверять при работающем компрессоре, поскольку он создает высокое давление.

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



<p>4.0 Замена неисправного компрессора</p>	<p>В данном разделе приведен порядок замены неисправного компрессора в герметичных системах охлаждения.</p>	<p>хладагента при начальной заправке. При поиске неисправности обнаружено, что поврежден компрессор. Если компрессор выйдет из строя в результате пережога электродвигателя, система будет загрязнена продуктами горения, и порядок замены компрессора будет другим.</p>
<p>Здесь предполагается, что замена компрессора вызвана повышением давления в системе при нормальном содержании в ней влаги. Тип заправляемого хладагента соответствует типу</p>	<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 вентиляем.</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>
<p>4.1 <i>Подготовка узлов холодильной установки</i></p>	<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 хладагентом, приведенные выше.</p>
<p>4.2 <i>Слив хладагента</i></p>	<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 отвакуумированы и запечатаны.</p>
<p>4.3 <i>Снятие неисправного компрессора</i></p>	<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>
<p>4.4 <i>Удаление остатков хладагента</i></p>	<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>
<p>4.5 <i>Снятие фильтра-осушителя</i></p>	<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 пропустите 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 пережога.</p> <p>Установите компрессор на резиновые прокладки.</p> <p>Установите электрооборудование и соедините провода. Проведите вакуумирование 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>
<p>4.6 <i>Очистка мест пайки</i></p>	<p>При необходимости, при очистке труб пропустите 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 пережога.</p> <p>Установите компрессор на резиновые прокладки.</p> <p>Установите электрооборудование и соедините провода. Проведите вакуумирование 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

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.

5.1 Замена хладагента R12 альтернативным хладагентом

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.

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

5.2 Замена хладагента R12 хладагентом R134a

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 алкилбензолowego масла. Поэтому следует принять меры, чтобы снизить концентрацию этих нежелательных веществ до допустимого уровня.

■ 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.

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

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.

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

■ Закройте технологический отвод.

■ Проверьте систему на отсутствие течи.

■ Включите систему.

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.

■ 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.

■ 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.

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 алкилбензолowego, должны быть удалены из системы.

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

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

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 разорвать 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 кокование, 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.

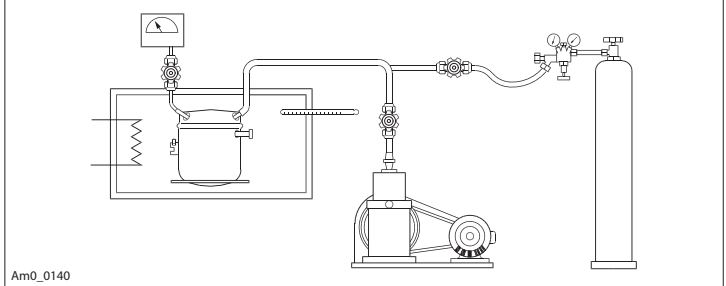
Перед вакуумированием доведите температуру компрессора до 115—130 °С. Начните вакуумирование и доведите давление в компрессоре до 0,2 мбар или ниже.

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, проделанное 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



Am0_0140

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) Стравите давление. Разрежьте капиллярную трубку у выхода из конденсатора. Продуйте систему сухим азотом.
- д) Замените фильтр-осушитель, как было описано ранее.

Закройте технологический отвод и уберите 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 необходимо 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.

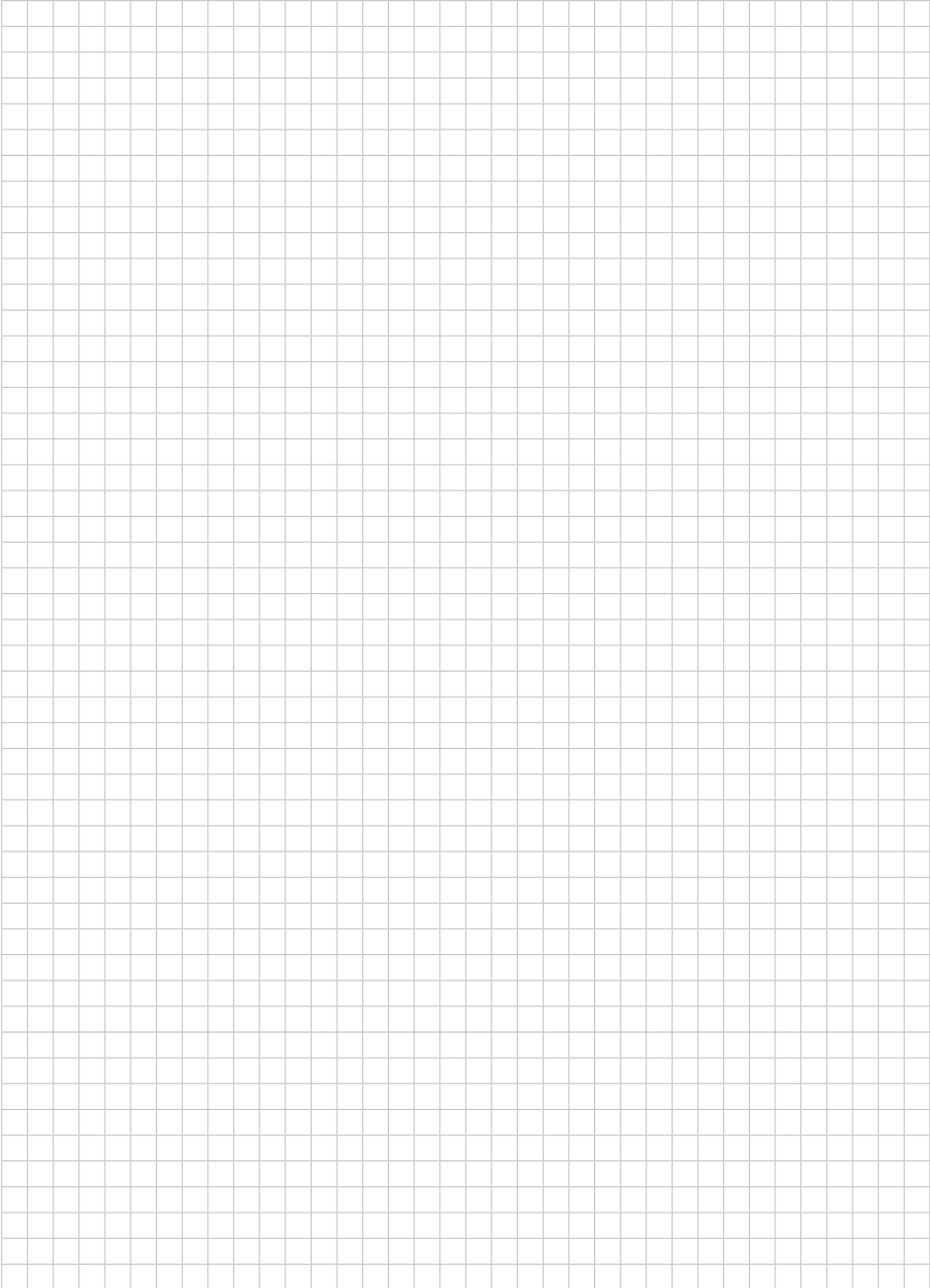
Порядок ремонта системы должен быть следующим:

- a) Снимите поврежденный компрессор. Продуйте систему сухим азотом и удалите из нее старое масло.
- b) 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).

Содержание	Стр.
1.0 Пропан как холодильный агент	119
1.1 Давление	119
1.2 Производительность	120
1.3 Заправка хладагента в систему	120
1.4 Чистота	120
2.0 Материалы	121
2.1 Осушители	121
3.0 Воспламеняемость и безопасность	121
3.1 Примеры применения	122
3.2 Производство	123
4.0 Проектирование системы охлаждения	123
4.1 Теплообменники	124
4.2 Капиллярная трубка	124
4.3 Вакуумирование	124
4.4 Чистка узлов холодильной установки	125
5.0 Техническое обслуживание	125
Справочная литература	125

Для заметок



В небольших герметичных системах, коммерческих холодильных установках или морозильниках хладагент R290, или пропан, может заменять другие хладагенты, опасные для окружающей среды. Он имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP) и незначительный потенциал глобального потепления (GWP). Более того, он является частью попутного газа нефтяных скважин.

В прошлом хладагент R290 широко использовался в холодильных установках и сейчас еще используется на некоторых промышленных предприятиях. В бытовых тепловых насосах

и кондиционерах хладагент R290 с различным успехом применялся в Германии. Благодаря широкому распространению пропана во всем мире его считают хорошим заменителем ХФУ-хладагентов.

Пропан R290 имеет хорошую энергетическую эффективность, но как горючий материал требует осторожного обращения.

1.0 Пропан как холодильный агент

Как показано в таблице 1, свойства пропана R290 отличаются от свойств других хладагентов, широко используемых в небольших герметичных системах. Это во многих случаях

ведет к различию в конструкции различных компонентов системы.

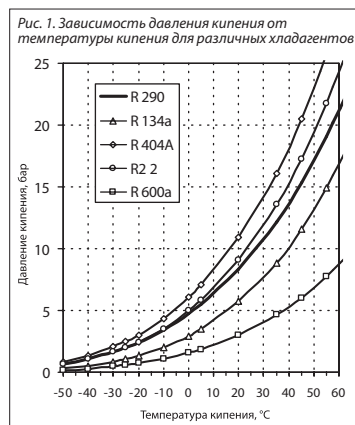
Table 1: Refrigerant data comparison

Хладагент	R290	R134a	R404A	R22	R600a
Наименование	Пропан	1,1,1,2-тетрафторэтан	Смесь R125 R143a R134a	Хлордифторметан	Изобутан
Формула	C ₃ H ₈	CF ₃ -CH ₂ F	44/ 52/4	CHF ₂ Cl	(C ₄ H ₁₀) 3 CH
Критическая температура, °C	96.7	101	72.5	96.1	135
Молекулярная масса, кг/моль	44.1	102	97.6	86.5	58.1
Темп. кипения при нормальных условиях, °C	-42.1	-26.5	-45.8	-40.8	-11.6
Давление при -25 °C, бар (абс.)	2.03	1.07	2.50	2.01	0.58
Плотность жидкости при -25 °C, кг/л	0.56	1.37	1.24	1.36	0.60
Плотность пара при -25/+32 °C, кг/м ³	3.6	4.4	10.0	7.0	1.3
Объемная производительность при -25/55/32 °C, кДж/м ³	1164	658	1334	1244	373
Теплота парообразования при -25 °C, кДж/кг	406	216	186	223	376
Давление при +20 °C, бар (абс.)	8.4	5.7	11.0	9.1	3.0

1.1 Давление

Разница между R290 и R134a заключается в давлении кипения. Давление пропана R290 ближе к давлению R22 и R404A, например, при -25 °C давление кипения пропана составляет 190% от давления кипения R134a, 81% от давления кипения R404A, 350% от давления кипения R600a и почти равно давлению кипения R22. В связи с этим температура кипения пропана при нормальных условиях почти равна температуре кипения R22. Таким образом, конструкция испарителя, работающего на пропане, должна совпадать с конструкцией испарителя, работающего на R22 или R404A.

Давление кипения и критическая температура пропана почти равны давлению и температуре хладагента R22. Однако температура нагнетания пропана намного ниже. Это дает возможность работать при более высоких коэффициентах давления, т.е. при более низких температурах кипения или более высоких температурах всасываемого газа.



Am0_0141

1.2
Производительность

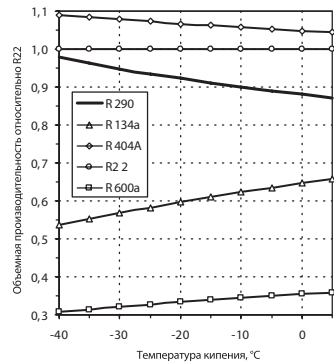
Объемная производительность пропана R290 при температуре конденсации составляет 90% от производительности R22 или 150% от производительности R134a, как показано на рис. 2.

Благодаря этому необходимый рабочий объем цилиндров компрессора с пропаном примерно равен объему цилиндров компрессора с R22 и на 10-20% больше, чем цилиндров компрессора с R404A.

Объемная производительность пропана примерно в 2,5-3 раза выше чем хладагента R600a. Поэтому выбор между R290 и R600a связан с различием в конструкции систем охлаждения, заправленных этими хладагентами, поскольку при той же самой холодопроизводительности необходимый расход хладагентов будет сильно отличаться.

Объемная холодопроизводительность рассчитывается по плотности всасываемого газа и теплоте парообразования (разности энтальпий на линиях насыщения пара и жидкости).

Рис. 2. Объемная производительность хладагентов R290, R134a, R404A и R600a относительно хладагента R22 в зависимости от температуры кипения при температуре конденсации 45 °C и температуре всасываемого газа 32 °C без переохлаждения



Am0_0142

1.3
Заправка хладагента в систему

При заправке хладагента R290 в откакумированную систему количество хладагента, рассчитанное в граммах, должно быть довольно низким. Количество хладагента, рассчитанное в см3, должно быть по объему равно объему жидкости в системе. Это приводит к тому, что в соответствии с таблицей 1 заправка R290 составляет примерно 40% от заправки R22

и R404A по массе, что совпадает с экспериментальными данными.

Максимальная заправка системы хладагентом R290 согласно действующим стандартам составляет для бытовых холодильных установок 150 г, что соответствует 360 г заправки R22 или R404A.

1.4
Чистота

Спецификация хладагента R290 в международных стандартах не указана. Некоторые данные приведены в стандарте Германии DIN 8960 от 1998 г., который является расширенной версией стандарта ISO 916. Чистота хладагента определяется химическим путем. Рассматриваются как стабильность характеристик хладагента, что важно для работы компрессора и увеличения срока службы системы, так и термодинамические свойства хладагента, по которым определяются поведение системы и ее управляемость.

В стандарте DIN 8960 приведена спецификация общепринятых гидроводородных хладагентов, составленная по разным источникам, в кото-

рую входят пропан, изобутан, простой бутан и другие хладагенты.

В данное время на рынке отсутствуют хладагенты, качество которых должно соответствовать стандарту. Поставщик продукции должен внимательно проверять качество хладагента, заправляемого в систему. Сжиженный газ, используемый для отопления или технических целей, с классом чистоты 95% не подходит для заправки герметичных систем охлаждения. Содержание воды, серы и реагирующих компонентов в этих хладагентах должно быть меньше, чем указывается в паспорте. Для заправки систем охлаждения, в основном, используется пропан с классом чистоты 99,5%.

Таблица 2. Спецификация хладагента R290 в соответствии со стандартом DIN 8960-1998

	Спецификация	Единицы измерения
1) Содержание хладагента в стандарте DIN 8960 указано неточно. Перечислены только загрязнения и ограничения.	Содержание хладагента ¹⁾	≥ 99,5 % по массе
2) Для надежной работы компрессора допустимо содержание бутана около 1%.	Органические добавки ²⁾	≥ 99,5 % по массе
	1, 3-Бутадиен ³⁾	≤ 5 ррт по массе (1 ррт=10 ⁻⁴)
	Простой гексан	≤ 50 ррт по массе
	Бензол ⁴⁾	≤ 1 ррт по количеству
	Сера	≤ 2 ррт по массе
	Температурное скольжение	≤ 0,5 К (при 5—97% дистиллята)
	Неконденсирующиеся газы	≤ 1,5 % по объему от паровой фазы
	Вода ⁵⁾	≤ 25 ррт по массе
	Кислота	≤ 0,02 мг КОН / г нейтрализатора
	Пар	≤ 50 ррт по массе
	Твердые частицы	Отсутствуют визуальный анализ

- 1) Содержание хладагента в стандарте DIN 8960 указано неточно. Перечислены только загрязнения и ограничения.
- 2) Для надежной работы компрессора допустимо содержание бутана около 1%.
- 3) Максимальное значение для каждой компоненты составных неконденсирующихся углеводородных соединений.
- 4) Максимальное значение для каждой ароматической компоненты.
- 5) Предварительное значение, которое уточняется с опытом.

2.0 Материалы

Хладагент R290 в компрессорах Данфосс используется вместе с полиэфирным маслом, поэтому совместимость материалов в системах с пропаном сравнима с совместимостью материалов в системах с хладагентами R134a и R404A. Хладагент R290 в холодильных установках химически не активен, поэтому никаких специфических проблем его использование не вызывает. Растворимость в масле хорошая. Совместимость материалов также

хорошая. При взаимодействии с резиной, пластиками и особенно с хлорсодержащими пластиками возникают некоторые проблемы, но эти материалы обычно в небольших холодильных установках не используются. Некоторые материалы, вызывающие проблемы, о которых сообщали различные экспериментаторы, перечислены в таблице 3. Критические материалы, используемые в специфических условиях, должны проходить отдельные испытания.

Таблица 3. Совместимость материалов с пропаном

Материал	Совместимость
Бутиловая резина	Несовместимы
Натуральная резина	Несовместимы
Полиэтилен	В зависимости от условий
PP	Несовместимы
PVC	Несовместимы
PVDF	Несовместимы
EPDM	Несовместимы
CSM	Несовместимы

2.1 Осушители

В бытовых холодильных установках, заправленных пропаном, используются осушители типа «молекулярное сито» и цеолит. Для систем с R290 рекомендуется осушитель с размером ячейки 3 А, как и для хладагента R134a, например, UOP XH 7, XH 9 или XH 11, Grace 594, CECA Siliporite H3R. Стержневые осушители для хладагента R134a можно использовать и для осушения хладагента R290, если они провере-

ны в соответствии с требованиями стандарта IEC/EN 60335.

Информацию о совместимости осушителей с твердым сердечником и пропана можно получить у изготовителей этих осушителей. Для осушения пропана можно использовать осушитель компании Данфосс типа DCL.

3.0 Воспламеняемость и безопасность

Основные проблемы, связанные с использованием хладагента R290, заключаются в его воспламеняемости. Это требует осторожного обращения с хладагентом и соблюдения необходимых мер безопасности.

Таблица 4. Воспламеняемость пропана

Нижний предел воспламеняемости (LEL)	2,1%	Около 39 г/м ³
Верхний предел воспламеняемости (UEL)	9,5%	Около 117г/м ³
Минимальная температура воспламенения	470 °C	

Из-за воспламеняемости пропана в широком диапазоне концентраций следует принимать необходимые меры безопасности как на самой холодильной установке, так и в цехах предприятия-изготовителя. Степень опасности в этих двух случаях различная. Аварийные ситуации возникают, в основном, при следующих условиях: первое условие заключается в образовании горючей смеси газа и воздуха, а второе — в наличии источника зажигания определенной энергии или температуры.

Для того, чтобы газ воспламенился, должны возникнуть оба этих условия, поэтому основная задача безопасного обращения с горючими газами — исключить сочетание этих условий. Компрессоры Данфосс, работающие на пропане, оснащены внутренним устройством защиты и пусковыми устройствами РТС или пусковыми реле, исключающими возникновение искр вблизи компрессора, поскольку нет гарантии, что при появлении течи концентрация пропана возле компрессора будет ниже предела воспламеняемости. На эти ком-

прессоры нанесены этикетки желтого цвета, предупреждающие о наличии горючего газа, как показано на рисунке 3.

Рис. 3. Предупреждающая этикетка желтого цвета.



Am0_0030

3.1

Область применения

Для проведения безопасных испытаний бытовых холодильных установок в Европе был разработан стандарт IEC Technical Sheet TS 95006. Новая редакция этого стандарта, IEC/EN 60 335-2-24, представляет собой стандарт по электрическим испытаниям.

Сертификация холодильных установок, в которых используются в качестве хладагентов углеводородные соединения, проводилась в соответствии с требованиями стандарта TS с 1994 года.

Ниже приведены выдержки из стандарта TS и его последующей редакции.

При эксплуатации холодильных установок специального назначения необходимо учитывать национальные стандарты и законодательные акты, например, EN 7378, DIN 7003, BS 4344, SN 253 130.

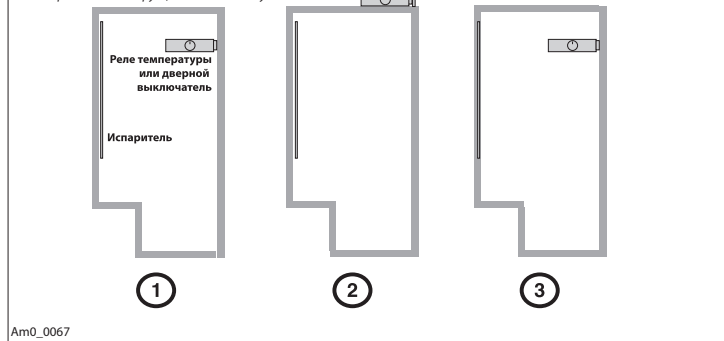
- Все электрические приборы, переключающиеся в процессе эксплуатации, могут быть источником воспламенения. В их число входят реле температуры, дверные выключатели освещения, двухпозиционные (on/off)

или другие переключатели типа реле переохладжения, реле высокого и низкого давления, кликсоны наружного расположения, таймеры оттаивания и т.д.

- Все агрегаты, содержащие газ, считаются источником горячего хладагента ввиду возможного появления течи. В число таких агрегатов входят испарители, конденсаторы, дверные обогреватели, трубопроводы и компрессор.
- Максимальная заправка хладагента не должна превышать 150 г. При заправке, составляющей 25% от нижнего предела воспламеняемости (LEL), что составляет 8 г/м³, опасность пожара в кухне стандартного размера очень мала, даже если течь не обнаружена.

Основная цель всех мероприятий по обеспечению безопасности работы с пропаном — изолировать помещения с агрегатами, содержащими горючий хладагент, от помещений с переключающимися приборами.

Рис. 4. Варианты конструкции холодильной установки



На рисунке 4 показаны три варианта конструкции холодильной установки с пропаном. В варианте 1 испаритель и реле температуры / дверной выключатель установлены в одном помещении. Такое расположение является критичным для установок с горючими хладагентами и не должно использоваться. В варианте 2 испаритель установлен внутри помещения, а реле температуры / дверной выключатель снаружи, над холодильной камерой. Такое расположение является наиболее безопасным решением. В варианте 3 реле температуры / дверной выключатель установлены внутри помещения, а испаритель встроены в стену за облицовкой. Такое решение используется довольно часто. Выбранный вариант установки разрабатывается и проходит испытания на герметичность в соответствии с требованиями стандартов TS 95006 и IEC / EN 60335.

Многие холодильные и морозильные установки спроектированы с учетом раздельного размещения холодильных агрегатов и электрических приборов.

- Электрические переключающие устройства

больших автономных охладителей напитков и морозильников устанавливаются на их верхних панелях.

- Испарители некоторых холодильных установок могут быть спрятаны за облицовкой помещения вдали от реле температуры и других электрических приборов.

Критическая ситуация возникает, когда невозможно установить испаритель и реле температуры вне помещения. В этом случае имеется две возможности:

- Реле температуры и переключатели должны быть в герметичном исполнении, исключающем проникновение в них газа. Компания Данфосс в таких случаях предлагает использовать электронные реле температуры.
- Вентиляторы, установленные внутри холодильной камеры, должны быть безопасными и не производить искр.
- Электрические разъемы и патроны для ламп должны удовлетворять техническим условиям.

3.1 Область применения (продолжение)

Каждая серия холодильных установок данного типа с хладагентом R290 должна быть проверена и допущена к эксплуатации независимым институтом в соответствии с требованиями стандартов TS/IEC/EN, даже если соблюдены все перечисленные выше условия. Более подробная информация приведена в стандартах TS/IEC/EN.

В руководстве по эксплуатации холодильной установки должна содержаться необходимая информация и инструкции по обращению с установками, заправленными горючими хладагентами, например, запрет на очистку поверхностей морозильных камер с помощью ножа или указания о необходимости соблюдать нормы, предписывающие обеспечить объем помещения в размере 1 м³ на 8 г заправки хладагента.

Системы, использующие реле или другие электрические приборы вблизи компрессора, должны удовлетворять требованиям, изложенным в технических условиях. Эти требования включают в себя:

- Вентиляторы, установленные рядом с конденсатором или компрессором, не должны производить искр даже при блокировании и перегрузке. Они не должны оснащаться

тепловыми переключателями или эти переключатели должны соответствовать требованиям стандарта IEC 60079-15.

- Реле должны соответствовать требованиям стандарта IEC 60079-15 или должны устанавливаться в местах, где утечки хладагента не способны образовать горючую смесь с воздухом, например, в герметичных коробках или в отсеках с низким давлением. Так, например, компрессоры компании Данфосс оснащаются пусковым устройством с длинным кабелем, которые можно разместить в отдельно стоящих распределительных коробках.

Системы с горючими хладагентами и системы защиты сертифицируются и регулярно контролируются местными административными органами. Ниже приведены некоторые положения по обеспечению безопасности систем с горючими хладагентами, разработанные в Германии. Во многом они вытекают из правил эксплуатации установок со сжиженным газом. Некоторые положения основаны на инструкциях, применяемых на заправочных станциях, где часто используются заправочные шланги.

3.2 Производство

Основные принципы безопасной работы:

- Принудительная вентиляция помещения во избежание скопления газа.
- Стандартное электрооборудование, за исключением вентиляторов и систем безопасности.
- Непрерывно работающие датчики обнаружения газа, размещенные в местах возможной утечки хладагента, например, вокруг заправочных станций, с аварийной сигнализацией и дублированием вентиляции при концентрации газа 15-20% от минимального уровня воспламеняемости (LEL) и отключением всех электрических приборов, не имеющих взрывозащитного корпуса, при концентрации газа 30-35% от LEL.
- Проверка систем охлаждения на отсутствие течи.

- Использование заправочных станций, специально предназначенных для заправки горючих хладагентов, оснащенных системой безопасности.

Системы безопасности и оборудование для обнаружения горючих газов чаще всего заказывается у поставщика заправочных станций.

4.0 Проектирование систем охлаждения

При переходе от установок с негорючими хладагентами к установкам с R290 помещение необходимо подготовить необходимыми средствами обеспечения безопасности, как указано в разделе 3.1. Но для модернизации помещений есть и другие причины.

Системы, заправленные хладагентом R290, в соответствии со стандартами IEC / EN60335 должны выдерживать рабочие давления без утечек. Линии высокого давления должны выдерживать давление, в 3,5 раза превышающее давление насыщения при температуре 70 °С. Линии низкого давления должны выдерживать давление, в 5 раз превышающее давление насыщения при температуре 20 °С. Для хладагента R290 это составляет:

- 87 бар на стороне высокого давления
- 36,8 бар на стороне низкого давления.

В национальных стандартах могут быть указаны другие давления в зависимости от назначения установки.

4.1 Теплообменники

Номинальная производительность систем охлаждения, заправленных хладагентом R290, обеспечивается при тех же размерах испарителя и конденсатора, что и систем охлаждения, заправленных хладагентами R22 или R404A.

Внутренняя конструкция испарителя должна быть несколько модифицирована в соответствии с различием в расходах хладагента, связанным с различным объемом цилиндров компрессора. Для того, чтобы удержать скорость хладагента в рекомендуемом диапазоне от 3 до 5 м/с, может оказаться необходимым выбрать секции с другой площадью поперечного сечения.

4.2 Капиллярная трубка

Опыт работы с хладагентом R290 показывает, что расход пропана через капиллярную трубку должен быть почти равен расходу хладагента R404A. Это обстоятельство является отправной точкой для оптимизации системы.

Как и в системах с хладагентами R134a, R404A и R600a, теплообменник, установленный на линии всасывания, играет важную роль в обеспечении эффективности работы системы с хладагентом R290, чего нельзя сказать о системах, заправленных хладагентом R22. На рисунке показано, что холодильный коэффициент, или коэффициент полезного действия (COP), увеличивается при увеличении температуры возвратного газа от нескольких градусов К до +32 °С, причем необходимо отметить, что небольшие герметичные системы работают в диапазоне температур от +20 до +32 °С.

Большое увеличение холодильного коэффициента в системах с хладагентом R290 связано с высокой теплоемкостью паров пропана. В сочетании с необходимостью заправлять максимально возможное количество хладагента, уменьшающее перегрев газа на выходе из испарителя, установка теплообменника на линии всасывания является эффективным решением, снижающим возможность конденсации паров воды на трубопроводе линии всасывания. Во многих случаях этому способствует удлинение трубопровода линии всасывания и капиллярной трубки.

Капиллярная трубка должна иметь хороший контакт с трубопроводом линии всасывания на всем своем протяжении.

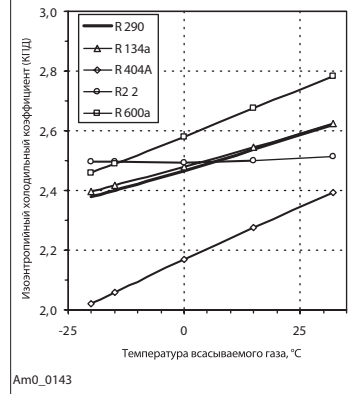
При высоких тепловых нагрузках и большом перегреве газа на выходе из испарителя теоретические значения холодильного коэффици-

в связи с высокими требованиями по давлению разрыва не рекомендуется использовать испарители Rollbond. При разработке аккумулятора масла для системы охлаждения необходимо учитывать, что хладагенты R22 и R134a тяжелее масла, а хладагент R290 легче, что видно из таблицы 1.

Это приводит к тому, что если аккумулятор масла слишком большой или слишком высокий, при пуске системы подача масла может быть не обеспечена.

циента в системах с хладагентами R290, R600a и R134a будут выше, чем в системе с хладагентом R22. При малом перегреве холодильный коэффициент в системах с хладагентами R290, R600a и R134a будет ниже, чем в системе с хладагентом R22. Ход кривой изменения холодильного коэффициента с хладагентом R290 аналогичен ходу кривой с хладагентом R134a.

Рис. 5. Зависимость холодильного коэффициента (КПД) систем с различными хладагентами от температуры всасываемого газа при адиабатическом сжатии, с внутренним теплообменником, при температуре кипения -25 °С, температуре конденсации 45 °С и отсутствии переохлаждения перед внутренним теплообменником.



4.3 Вакуумирование

При вакуумировании систем, заправленных пропаном R290, действуют те же правила и ограничения, что и при вакуумировании систем с хладагентами R22, R134a или R404A. Максимально допустимое содержание неконденсирующихся газов в системе должно быть не более 1%.

Высокая концентрация НКГ способствует увеличению потребляемой энергии из-за высокой температуры конденсации и из-за того, что

часть переносимого газа является нерабочей. Высокая концентрация НКГ способствует увеличению уровня шума.

4.4
Чистка агрегатов
холодильной установки

Технические требования, предъявляемые к чистке агрегатов и систем, заправленных хладагентом R290, в основном, сравнимы с требованиями, предъявляемыми к системам с хладагентами R22 и R134a. Единственный стандарт по чистке агрегатов системы охлаждения — это DIN 8964, который используется также, помимо Германии, в некоторых других странах.

Стандарт определяет максимальное содержание в хладагенте растворимых, нерастворимых и других остатков. Способы определения растворимых и нерастворимых составляющих хладагента R290 должны быть скорректированы, но, в принципе, можно использовать предельные значения, указанные в данном стандарте.

5.0
Обслуживание

Обслуживание и ремонт холодильных установок с хладагентом R290 должны проводить квалифицированные специалисты. Более подробная информация по этому вопросу приведена в документе CN.73.C.

При обслуживании руководствуйтесь местными законодательными актами и правилами. Они требуют аккуратного обращения с установкой, заправленной горючим газом, который является потенциальной опасностью при проведении работ.

При обслуживании установки необходима хорошая вентиляция, а выхлопной патрубок вакуумного насоса должен быть направлен в атмосферу.

Оборудование, используемое техником по обслуживанию холодильных установок, должно отвечать требованиям, предъявляемым к установкам с хладагентом R290, в части качества вакуумирования и точности заправки. Для обеспечения точности заправки рекомендуется использовать электронные весы.

Компания Данфосс не рекомендует заменять хладагенты R22, R502 или R134a хладагентом R290, поскольку системы с этими хладагентами не сертифицированы для работы с горючим хладагентом и их электрооборудование не соответствует требованиям действующих стандартов.

Справочная литература

TS 95006	Refrigerators, food-freezers and ice-makers using flammable refrigerants, Safety Requirements (Холодильники, морозильники и машины для производства мороженого. Требования по технике безопасности), Amendment to IEC 60335-2-24, CENELEC, July 1995
CN.86.A	Driers and Molecular Sieves Desiccants (Фильтры-осушители и осушители типа молекулярное сито)
CN.82.A	Evaporators for Refrigerators (Испарители холодильных установок)
CN.73.C	Service on Household Refrigerators and Freezers with New Refrigerants (Обслуживание бытовых холодильных установок и морозильников с новыми хладагентами)
CN.60.E	Practical Application of Refrigerant R600a Isobutane in Domestic Refrigerator Systems (Практическое применение хладагента R600a изобутана в бытовых холодильных установках)
EN 60335-2-24	Safety of household and similar appliances, Part 2: Particular requirements for refrigerators, food freezers and ice-makers (Безопасность бытовых холодильных установок, часть 2. Особые требования к холодильникам, морозильникам и машинам для производства мороженого)

Эта глава содержит два раздела

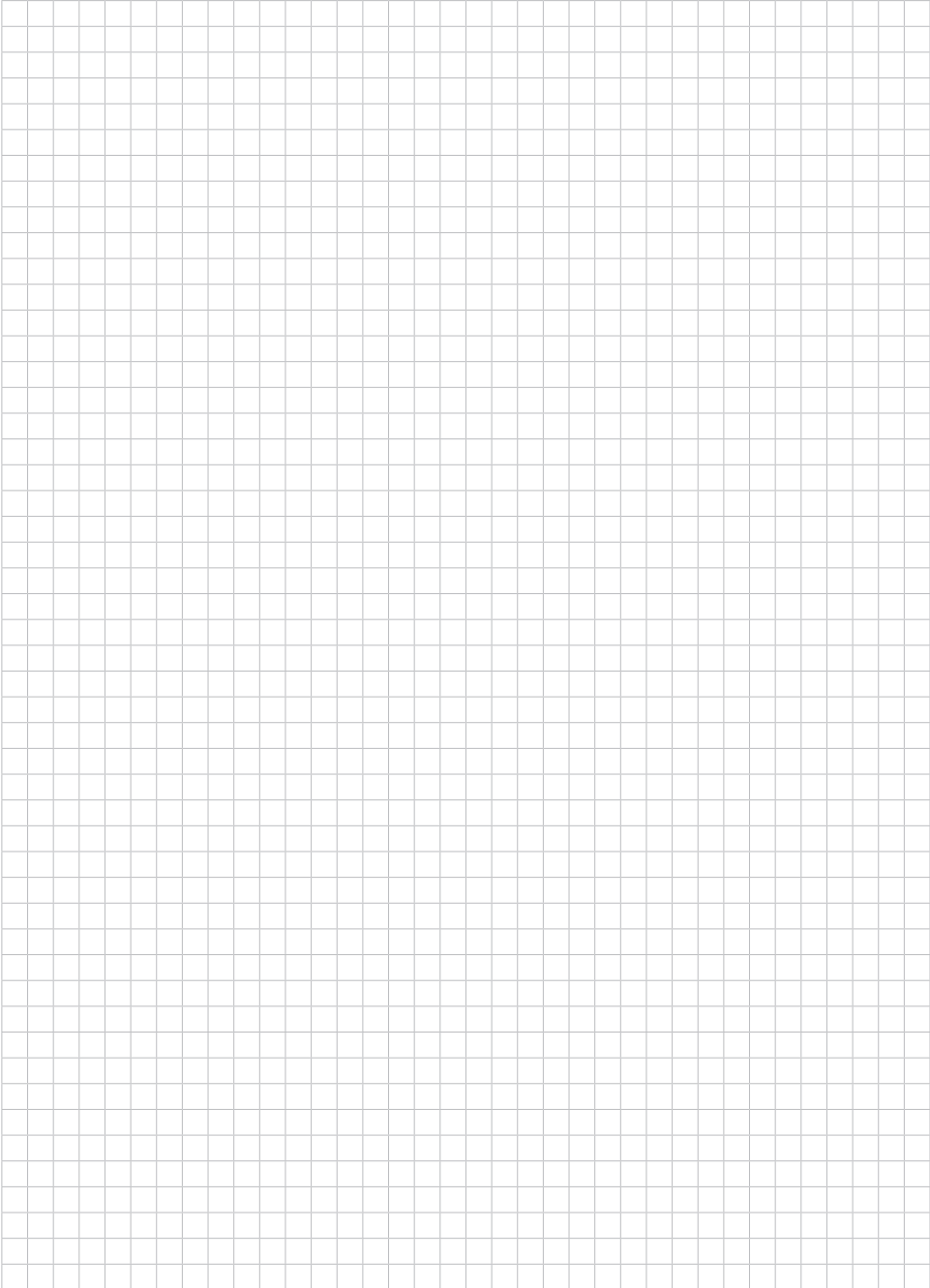
Стр.

Требования к проведению монтажных работ 129

Процесс сборки системы 135

Содержание	Стр.
Требования к проведению монтажных работ	131
Поддержание трубопроводов в чистом состоянии	131
Особенно вредные загрязнения	131
Влага в системах охлаждения	131
Атмосферный воздух и другие неконденсирующиеся газы	132
Разложение масла и хладагента	132
Другие загрязнения	132
Требования к чистоте комплектующих узлов и материалов	132
Комплектующие узлы системы	132
Грязь и влага	133
Медные трубопроводы	133
Требования к хладагентам	133
Требования к маслу, заправляемому в компрессор	134

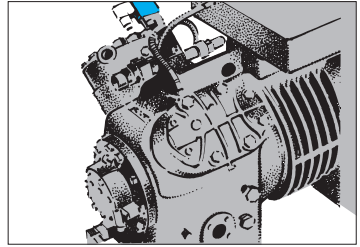
Для заметок



Требования к проведению монтажных работ

Все большее количество холодильных установок торгового и промышленного назначения и систем кондиционирования воздуха оборудуются герметичными и полугерметичными компрессорами. Эти компрессоры по сравнению с компрессорами открытого типа более восприимчивы к присутствию в системе механических примесей и предельным условиям эксплуатации.

Поэтому современные системы охлаждения предъявляют особые требования к качеству монтажных работ и комплектующих узлов установки.



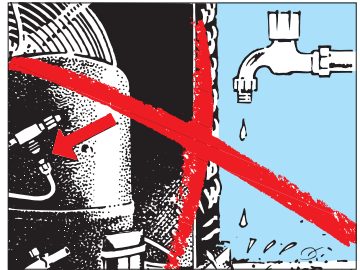
Ac0_0003

Поддержание трубопроводов в чистом состоянии

Правильная сборка и комплектация системы охлаждения с трубопроводами оптимального размера — гарантия надежной работы и длительного срока службы системы.

Главное требование ко всем системам охлаждения заключается в том, чтобы они не содержали посторонних частиц (загрязнений), поэтому все монтажные работы должны проводиться с соблюдением высокой степени чистоты.

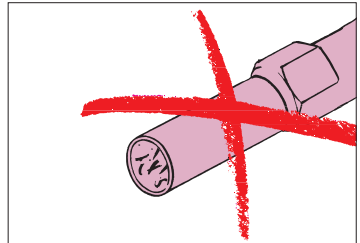
Это особенно относится к системам, заправленным хладагентами новых марок.



Ac0_0010

Особенно вредные загрязнения.

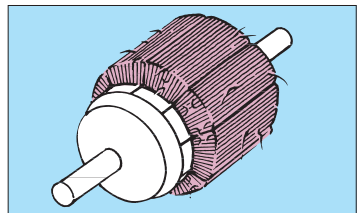
- Влага.
- Атмосферный воздух.
- Паяльные флюсы.
- Ржавчина, окислы меди, окалина.
- Мелкая металлическая стружка.
- Разложившееся масло.
- Некоторые фторсодержащие растворы (например, R11 или тетрахлорид углерода).
- Грязь или песок любого происхождения.



Ac0_0037

Влага в системах охлаждения может вызывать:

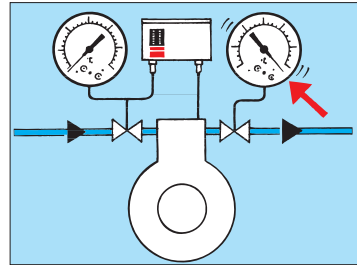
- выделение газа из хладагента и образование льда (ледяных пробок) в терморегулирующих вентилях;
- образование кислот;
- старение и разложение масла;
- коррозию металлических деталей;
- омеднение стальных деталей (растворенная в хладагенте медь осаждается на полированных поверхностях стальных деталей компрессора);
- повреждение изоляционного лака в обмотках электродвигателя.



Ac0_0027

Атмосферный воздух и другие неконденсирующиеся газы могут вызывать:

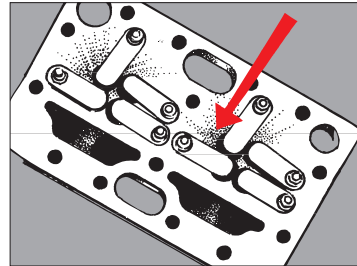
- насыщение масла воздухом;
- химические реакции между хладагентом и маслом;
- увеличение давления конденсации.



Ac0_0038

Разложение масла и хладагента может привести к:

- образованию органических и неорганических кислот;
- коррозии;
- плохой смазке движущихся деталей;
- повышенному износу деталей;
- изменению цвета масла (потемнению масла);
- образованию осадка;
- появлению утечек в вентилях на линии нагнетания вследствие коксования в них масла;
- увеличению температуры газа на линии нагнетания;
- повреждению компрессора;
- пробою электродвигателя.



Ac0_0046

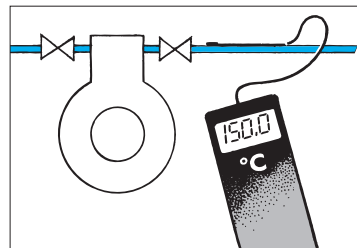
Другие загрязнения

Загрязнения, упомянутые выше, могут вызвать:

- ускорение химических процессов разложения;
- механические и электрические повреждения.

Высокая температура ускоряет процессы разложения, поэтому работа с ненормально высокой температурой конденсации и, особенно, с ненормально высокой температурой на линии нагнетания должна быть исключена.

По причинам, указанным выше, необходимо тщательно соблюдать специальные требования при монтаже холодильных установок. Некоторые из них приведены в следующей главе.



Ac0_0047

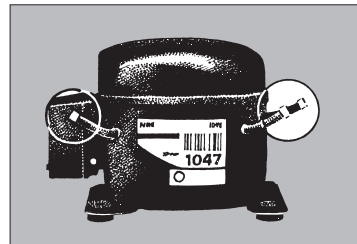
Требования к чистоте комплектующих узлов и материалов

Комплектующие узлы системы

Компрессоры для систем охлаждения и тепловых насосов проходят полную очистку на предприятии-изготовителе, поэтому практически вся влага и прочие загрязнения из компрессоров удалены.

Другие узлы системы проходят такую же очистку и должны удовлетворять всем требованиям по соблюдению чистоты.

При появлении сомнений подозрительные узлы должны быть проверены на чистоту.

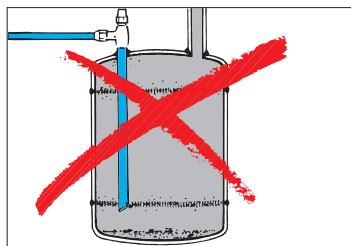


Ac0_0048

Грязь и влага

Если изготовители узлов недостаточно аккуратно работали с изделием, в нем могут оказаться следующие включения:

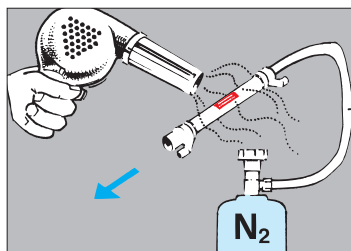
- ржавчина и окалина (в свободном или связанном виде);
- старое масло;
- флюсы;
- мелкая металлическая стружка;
- влага.



Ac0_0001

Влагу, которая в небольшом количестве осталась в изделии, можно удалить нагревом с одновременной продувкой через изделие сухого азота (N₂).

Попытки удалить из изделия другие примеси почти бесполезны. Узлы, содержащие такие загрязнения, нельзя использовать в системах с галогенными хладагентами.



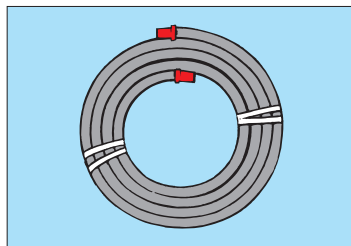
Ac0_0005

Медные трубопроводы

Для монтажа систем охлаждения необходимо использовать специальные медные трубы, совершенно чистые и сухие. Концы этих труб должны быть закрыты предохранительными заглушками.

Трубы другого типа, если они не удовлетворяют заданным требованиям по чистоте, в холодильной технике использовать нельзя.

До момента установки в систему все комплектующие узлы должны иметь плотные заглушки.



Ac0_0049

Требования к хладагентам

Хладагенты нужно приобретать только у проверенного поставщика.

Хладагенты для герметичных систем должны содержать не более:

- 10 ppm (0,001%) воды;
- 100 ppm (0,01%) высококипящего хладагента;
- 0 ppm (0%) кислоты;
- 15000 ppm (1,5%) неконденсирующихся газов.

При использовании восстановленных хладагентов необходимо соблюдать особые меры предосторожности.



Ac0_0006

*Требования к маслу,
заправляемому в компрессор*

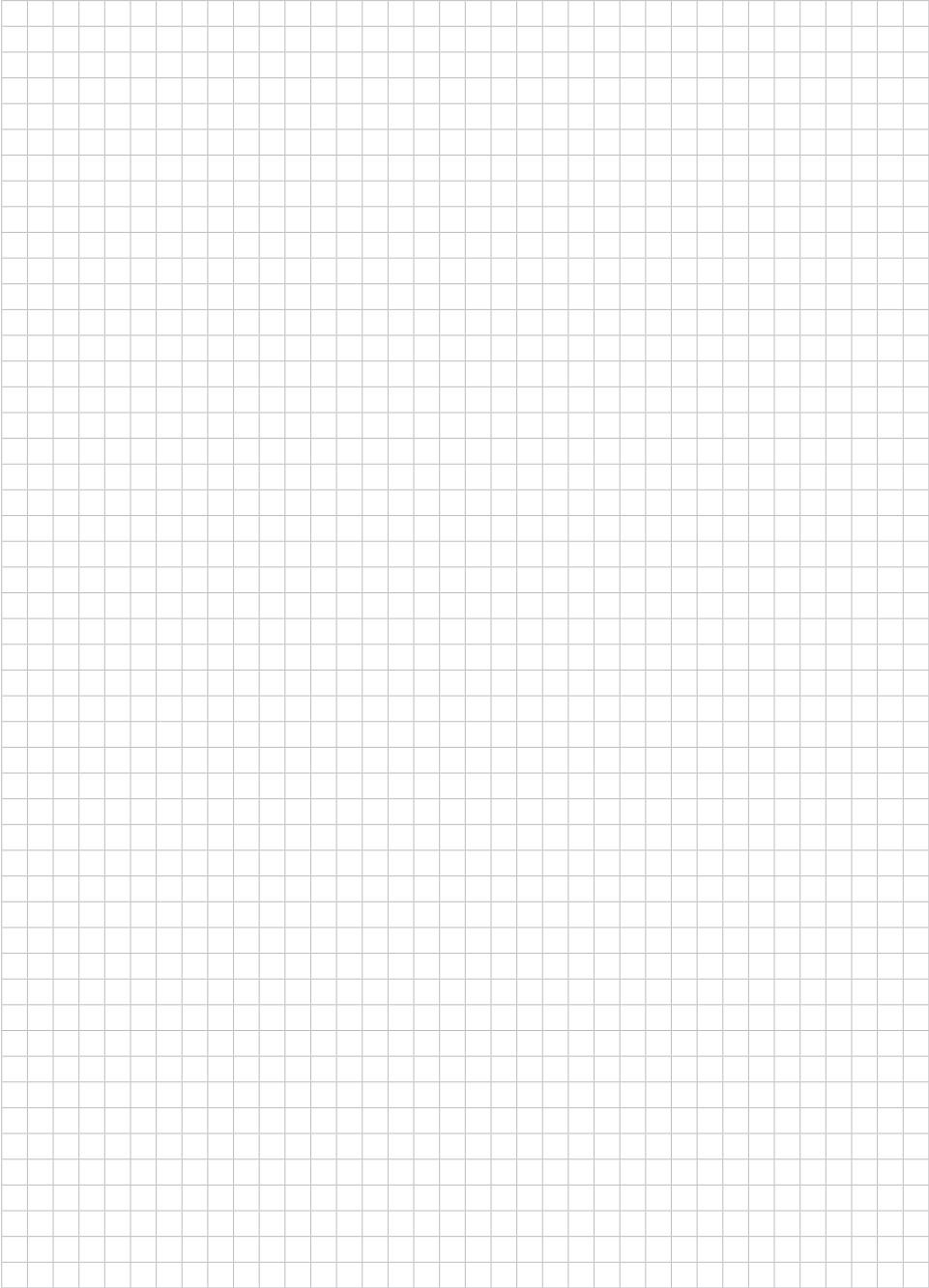
Компрессорное масло должно быть разрешено к применению изготовителем компрессора и может содержать не более 25 ppm (0,0025%) воды и 0% кислоты.



Ac0_0007

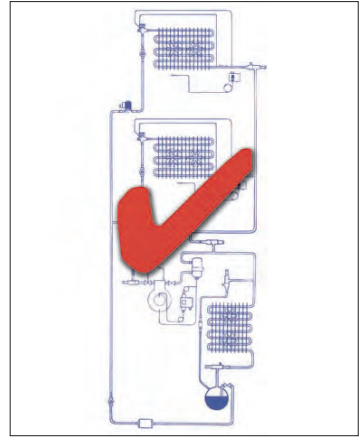
Содержание	Стр.
Монтаж системы	137
Проектирование	137
Размещение основных узлов	137
Монтаж системы охлаждения	137
Монтаж трубопроводов	138
Расположение других узлов	138
Параллельно соединенные компрессоры	139
Монтажные операции, которые приводят к загрязнению системы	139
Хранение на складе	139
Резка труб	140
Очистка труб	140
Пайка серебром (твердым припоем)	140
Фосфорный припой	141
Использование инертных газов при пайке	141
Экономная пайка	141
Будьте аккуратны при поддержании заданной температуры	142
Соединения под отбортовку (медные трубы)	142
Вакуумирование, промывка и заправка системы	142
Необходимое оборудование	142
Вакуумный насос	143
Вакуумные шланги	143
Первое вакуумирование	144
Проверка системы на герметичность	144
Промывка и предварительные испытания на утечку	144
Второе вакуумирование	144
Предварительная настройка устройств защиты	145
Проверка электрооборудования	145
Заправка системы хладагентом	145
Слишком высокое давление конденсации	146
Настройка и проверка устройств защиты	146
Условия работы	146
Настройка и проверка органов регулирования	146
Порядок настройки	146
Настройка реле высокого давления	146
Настройка реле низкого давления	146

Для заметок



Монтаж системы

- Процесс сборки системы включает в себя:
- Проектирование схемы трубопроводов и выбор мест установки комплектующих узлов.
- Выбор основных узлов.
- Монтаж трубопроводов и комплектующих узлов.
- Вакуумирование системы.
- Промывку системы.
- Испытания под давлением.
- Испытания на герметичность.
- Заправку системы.
- Настройку устройств защиты.
- Испытание устройств защиты.
- Настройку регуляторов.
- Испытания собранной системы и повторную настройку регуляторов.

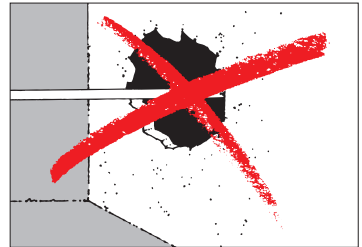


Ac0_0061

Проектирование

Установка должна быть спроектирована так, чтобы:

- повреждение строительных конструкций и теплоизоляции холодильных камер было минимальным;
- узлы установки были расположены функционально правильно (т.е. в соответствии с направлением потока хладагента в компрессор, конденсатор и испаритель);
- длина соединительных трубопроводов была короткой, насколько это возможно.

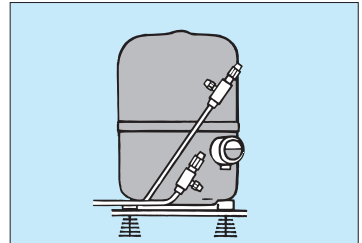


Ac0_0008

Размещение основных узлов

Основные узлы системы (компрессор, конденсатор, испаритель и т.п.) должны быть прочно закреплены с использованием прилагаемой крепежной арматуры и в соответствии с инструкциями изготовителей агрегатов.

Компрессор всегда должен устанавливаться на горизонтальное основание. Если в комплект поставки компрессора входят виброгасители, их тоже необходимо установить.



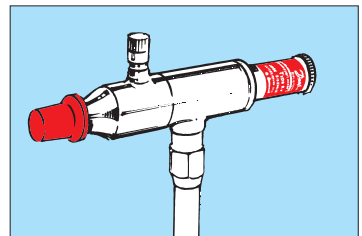
Ac0_0009

Монтаж системы охлаждения

Монтаж системы охлаждения необходимо проводить по возможности быстро, чтобы влага, воздух и другие загрязнения не успели попасть в систему в большом количестве.

Компрессоры и фильтры-осушители надо устанавливать в последнюю очередь, непосредственно перед вакуумированием и заправкой системы.

Во избежание проникновения в контур воздуха и воды во время любых перерывов, которые могут иметь место при монтаже установки, все входы в систему должны быть полностью закрыты.



Ac0_0004

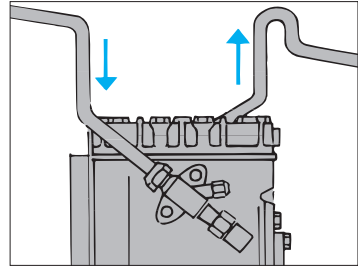
Монтаж трубопроводов

Трубопроводы по возможности должны быть горизонтальными или вертикальными. Исключение составляют:

- линии всасывания, которые должны иметь небольшой уклон в сторону компрессора;
- линии нагнетания, которые должны иметь небольшой уклон в сторону от компрессора.

Кронштейны, хомуты и другая крепежная арматура должны соответствовать диаметру труб и усилиям, передаваемым на трубы от установленного на них оборудования.

Если под компрессором установлены виброгасители, на всасывающем и нагнетательном трубопроводах также должны быть гасители вибрации (демпферы).

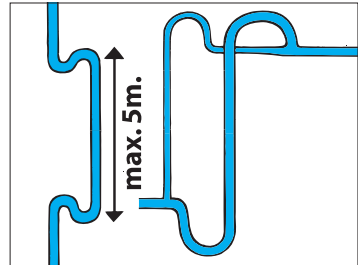


Ac0_0002

На вертикальных всасывающих трубопроводах через каждые 1,2—1,5 м должны быть установлены масляные ловушки. В системах с переменной во времени тепловой нагрузкой необходимо устанавливать стояки из двух труб разного диаметра.

Трубопроводы линии всасывания должны прокладываться с учетом возврата масла в компрессор.

В системах с переменными тепловыми нагрузками данные требования особенно справедливы при низких нагрузках.

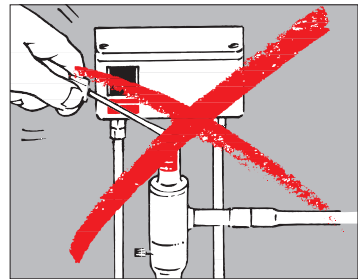


Ac0_0011

Расположение других узлов

Все узлы установки необходимо размещать таким образом, чтобы к ним был удобный доступ для проведения профилактического обслуживания и ремонта.

Регулирующее оборудование и устройства защиты должны располагаться так, чтобы их проверка и настройка осуществлялись с помощью обычных инструментов.



Ac0_0012

Параллельно соединенные компрессоры

Параллельно соединенные компрессоры должны иметь систему выравнивания уровня масла в картерах, в противном случае компрессор, который работает дольше, будет забирать масло из другого компрессора. Система выравнивания уровня масла может быть организована с помощью уравнивательной трубы, соединяющей картеры обоих компрессоров. В системах с одной уравнивательной трубой данная труба должна соединять оба масляных картера и иметь такой диаметр, чтобы масло и пары хладагента могли идти через нее беспрепятственно.

В системах с двумя уравнивательными трубами (рис. 1)

одна труба должна соединять масляные картеры компрессоров, а другая их паровые камеры.

При монтаже системы выравнивания уровня масла в любом варианте, описанном выше, компрессоры необходимо устанавливать в одной горизонтальной плоскости.

Регуляторы уровня масла (рис. 2)

Выравнивание уровня масла можно также производить с помощью регуляторов уровня масла. В этом случае компрессоры можно устанавливать на разных уровнях. Регуляторы уровня масла, однако, намного дороже уравнивательных труб.

При регулировании уровня масла с помощью регуляторов в систему должно быть установлено следующее оборудование:

- маслоотделитель (1);
- вентиль выравнивания давления (2);
- маслосборник (3);
- масляные фильтры (4);
- регуляторы уровня масла (5).

Помните, что каждый компрессор должен иметь защиту в виде реле высокого давления, например, КР7.

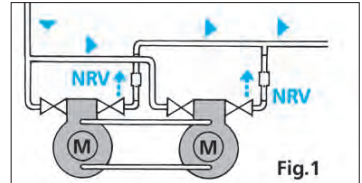


Fig. 1

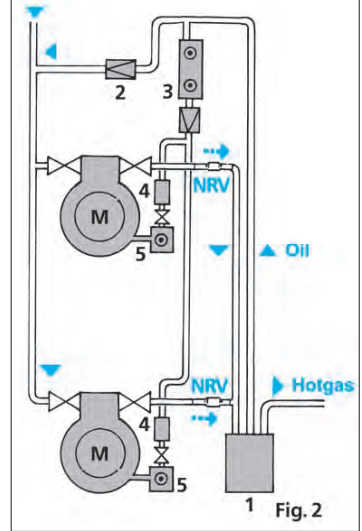


Fig. 2

Ac0_0036

Монтажные операции, которые приводят к загрязнению системы



Операции, которые могут привести к загрязнению системы охлаждения:

- Хранение комплектующих на складе.

- Резка труб.
- Зачистка концов труб.
- Пайка.
- Развальцовка (отбортовка).

Хранение на складе

Перед снятием заглушек все комплектующие узлы должны иметь температуру не ниже температуры окружающей среды. Тем самым исключаются процессы конденсации влажного воздуха внутри детали. Поэтому нельзя устанавливать детали в систему сразу после того, как они были внесены в теплое помещение из холодного автомобиля техобслуживания.



Ac0_0013

Практические советы

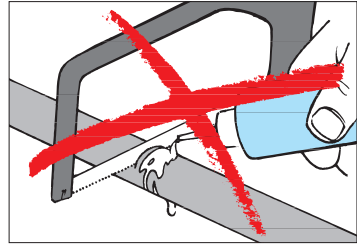
Резка труб

Трубы нужно резать на труборезной станке или с помощью ножовки. При этом никогда не смазывайте полотно маслом или хладагентом какого бы ни было типа.

Удалите заусенцы внутри и снаружи трубы специальным зачищающим инструментом.

Удалите мелкую медную стружку, попавшую в трубу.

Чтобы убедиться в правильности выбранного диаметра и ровности краев трубы, используйте калибровочные инструменты.



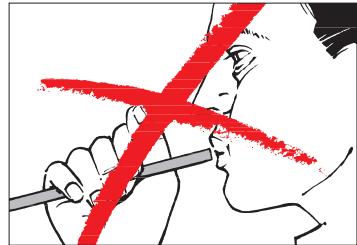
Ac0_0014

Очистка труб

Продуйте трубу сухим сжатым воздухом или сухим азотом.

Никогда не используйте обычный сжатый воздух, так как в нем содержится слишком много влаги. Никогда не продувайте трубу ртом.

Труба, которая подготовлена для предстоящей работы, должна быть под рукой, с заглушками на концах, вместе с другими комплектующими узлами.



Ac0_0015

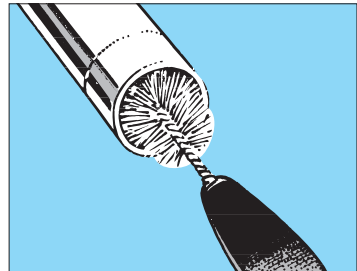
Пайка серебром (твердым припоем)

Серебряный припой содержит 30% серебра, медь, цинк и олово. Температура плавления серебряного припоя составляет 655—755°C.

Серебряный припой связывается только с чистыми, неокисленными металлическими поверхностями.

Очистите концы трубы специальной щеткой и сразу, непосредственно перед пайкой, нанесите флюс.

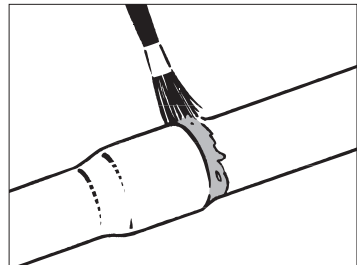
Флюс под пайку серебром должен быть приготовлен на спирте, но не на воде.



Ac0_0016

После соединения деталей намажьте тонким слоем флюса места, предназначенные для припоя.

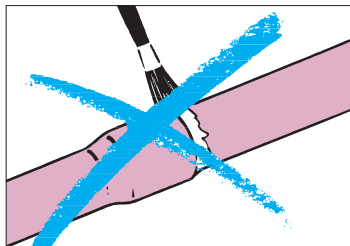
При пайке с флюсом серебряный припой может скреплять различные материалы, например, латунь и медь, железо и медь.



Ac0_0017

Фосфорный припой

Фосфорный припой содержит 2—15% серебра, медь и фосфор. Температура плавления фосфорного припоя составляет 640—740°C. Пайку фосфорным припоем делают без флюса. Фосфорный припой используется только для соединения медных деталей.



Ac0_0018

Использование инертных газов при пайке

При высоких температурах, возникающих при пайке, при соприкосновении трубы с атмосферным воздухом образуются продукты окисления (окалина). Поэтому во время пайки через систему необходимо продувать инертный газ.

Подуйте в трубу слабый расход сухого азота или другого инертного газа.

Не начинайте пайку, пока в детали (деталях) содержится хоть какое-то количество воздуха.

Начинайте пайку при большом расходе инертного газа.

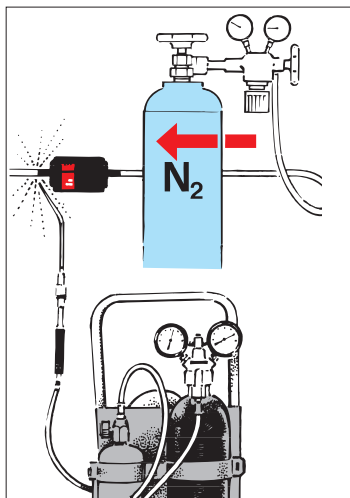
Не допускайте, чтобы вместе с газом в трубу попадал атмосферный воздух.

После начала пайки снизьте расход газа до минимума.

Поддерживайте этот расход в течение всего процесса пайки.

Пайка должна проводиться с использованием кислорода и горючего газа, при небольшом дефиците кислорода и сравнительно большом факеле.

Не вводите припой, пока температура соединяемых деталей не достигла температуры плавления припоя.

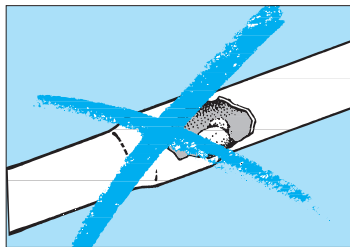


Ac0_0019

Экономная пайка

Никогда не используйте больше припоя, чем это необходимо, в противном случае возможно частичное или полное закупоривание трубы.

Пайку проводите быстро, чтобы кислородопоглощающие свойства флюса не успели ослабнуть, т.е. не дольше 15 секунд.

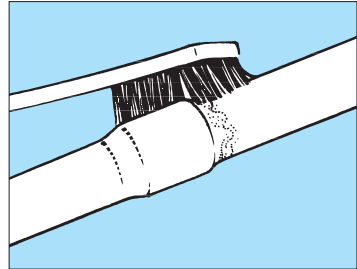


Ac0_0020

Будьте аккуратны при поддержании заданной температуры

Температура деталей не должна быть больше, чем это необходимо. Поэтому, когда будет достигнута температура плавления припоя, медленно убавьте пламя горелки. Остатки флюса на поверхности деталей удалите щеткой с использованием горячей воды.

Сплавы на основе олова и свинца используются в системах охлаждения в качестве припоев не рекомендуются.



Ac0_0021

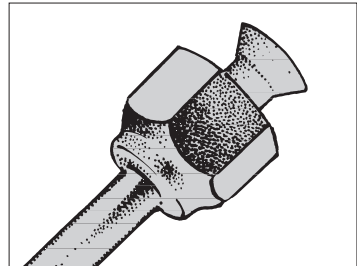
Соединения под отбортовку (для медных труб)

При монтаже используйте только разрешенные к применению медные трубы холодильного класса. Обрезайте концы под прямым углом к оси трубы. Удалите все внутренние и внешние заусенцы.

Отбортовка должна быть нужного размера, не меньше и не больше.

Не опрессовывайте конус слишком сильно, чтобы он не стал слишком жестким.

Окончательное затягивание накидной гайки делайте только при монтаже системы.



Ac0_0022

Вакуумирование, промывка и заправка системы

Дальнейшие шаги

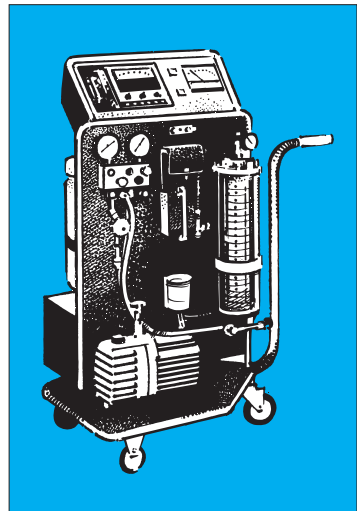
По окончании монтажных работ необходимо провести:

- вакуумирование и заправку системы хладагентом;
- испытания на герметичность;
- пуск и настройку.

Неполадки, которые могут возникнуть после пуска системы, приводят к необходимости ремонта системы.

- вакуумный насос;
- вакуумметр;
- заправочный баллон (или малый баллон для холодильного агента);
- (вакуумный насос, вакуумметр и заправочный баллон могут быть установлены на одной тележке, образуя заправочный агрегат);
- заправочные шланги;
- течеискатель.

При вакуумировании из системы удаляются влага, атмосферный воздух и инертный газ.



Ac0_0023

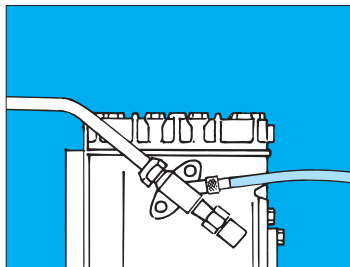
Необходимое оборудование

Вакуумный насос

Вакуумный насос должен быть способен быстро понижать давление в системе до 0,05 мбар.

Производительность насоса должна быть порядка 20 л/мин. Для эффективного вакуумирования системы необходимо использовать трубы большого диаметра. Поэтому производить вакуумирование через клапаны Шредера нежелательно. Для этой цели используйте быстроразъемное соединение на компрессоре с технологическим отводом или сервисные клапаны на всасывающем и, может быть, нагнетательном запорных вентилях.

Шпindelь вентиля должен находиться при этом в среднем положении.



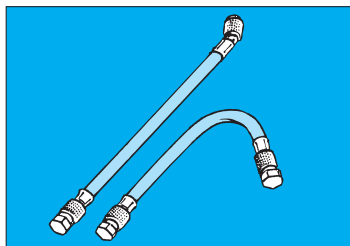
Ac0_0024

Вакуумные шланги

Вакуумные шланги и трубы должны быть короткими, насколько это возможно, и достаточно большого диаметра. Обычно используют шланги диаметром ¼ дюйма (6 мм) и длиной не более 1 м.

Вакуумирование проводится в два этапа с промывкой системы хладагентом между ними.

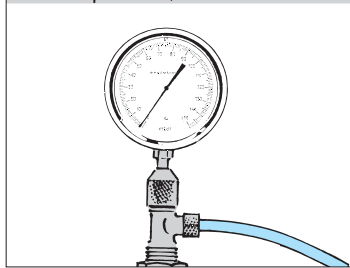
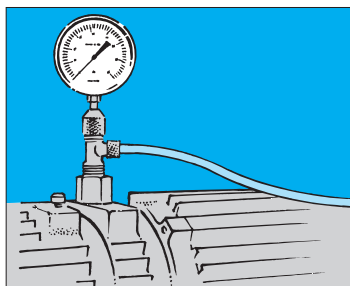
Процесс вакуумирования, промывки и заправки описан ниже.



Ac0_0025

Проверка вакуумного насоса и шлангов

- а) Соедините заправочными шлангами заправочный агрегат и компрессор. Перекройте связь между заправочными шлангами и компрессором.
- б) Включите вакуумный насос и снизьте с его помощью давление в шлангах настолько, насколько это возможно.
- в) Перекройте связь насоса с системой.
- г) Остановите насос.
- д) Считайте со шкалы вакуумметра и запишите в журнал показания давления. Давление не должно превышать 0,05 мбар.
- е) Убедитесь, что вакуум поддерживается на постоянном уровне. Если это не так, замените заправочные шланги и/или негерметичные вентили, и/или вакуумное масло в насосе.

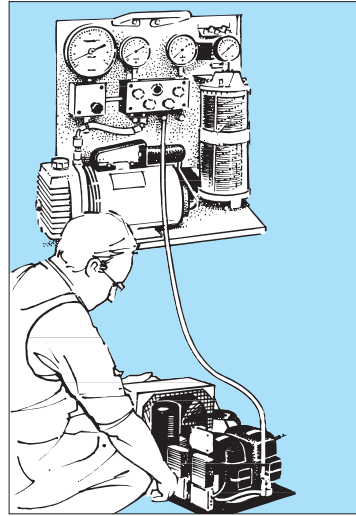


Ac0_0026

Первое вакуумирование

Проводите вакуумирование со стороны линии всасывания компрессора и, возможно, также со стороны линии нагнетания:

- соедините заправочным шлангом (шлангами) заправочный агрегат и компрессор;
- откройте все вентили, включая соленоидные;
- автоматические регулирующие вентили должны находиться в максимально открытом положении;
- откачайте систему, по возможности, до давления, которое было зарегистрировано до этого вакуумметром.



Ac0_0028

Испытания системы на герметичность

Данные испытания должны проводиться, как описано в разделе «Проверка вакуумного насоса и шлангов».

Если обнаружена негерметичность:

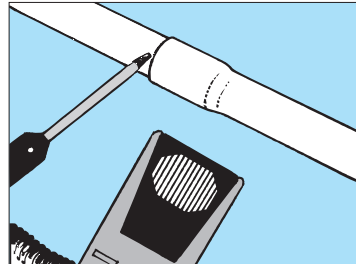
- локализируйте приблизительно зону негерметичности путем перекрытия участков системы; затяните отбортованные и/или фланцевые соединения; повторите вакуумирование.
- повторите испытания, если вакуум не восстанавливается, или переходите к следующему разделу.

Промывка и предварительные испытания на утечку

- Заправьте систему хладагентом под давлением (избыточное давление приблизительно 2 бара).
- Проверьте на утечку все соединения.

Если обнаружена утечка:

- удалите хладгент из системы с помощью вакуумного насоса и откачивающего агрегата.
- Отремонтируйте протекающий узел.
- Повторите испытания, пока не будут устранены все причины утечек.

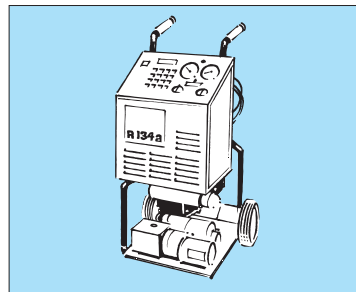


Ac0_0030

Второе вакуумирование

- Если в системе осталось избыточное давление, удалите хладагент из системы с помощью откачивающего агрегата.
- Снова откачайте систему, как описано в разделе «Первое вакуумирование».

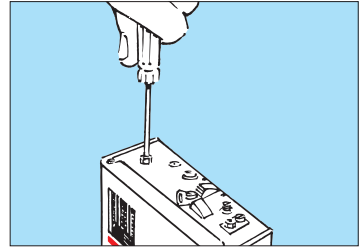
После второго вакуумирования из системы будут удалены весь воздух и влага.



Ac0_0029

Предварительная настройка устройств защиты

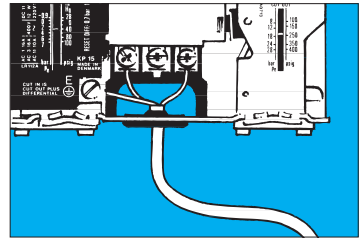
- Проверьте и настройте реле высокого давления и все другие устройства защиты, включая устройство защиты электродвигателя (настройка производится по шкале настроек).



Ac0_0031

Проверка электрооборудования

- Проверьте все соединительные провода.
- Проверьте систему управления при отключенном электродвигателе компрессора.
- Проверьте направление вращения электродвигателя.
- При необходимости поменяйте местами две фазы.



Ac0_0032

Заправка системы хладагентом

После второго вакуумирования систему можно заправлять хладагентом.

Для этой цели можно использовать заправочный агрегат, который с достаточной степенью точности отмерит нужное количество хладагента, заправляемого в систему. В системах без ресивера точность заправки должна быть особенно высокой.

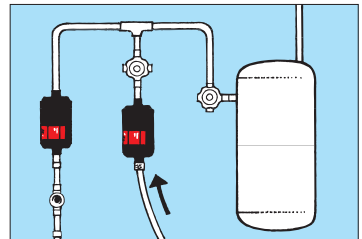
Если в системе установлен заправочный вентиль, хладагент можно подавать в жидком виде прямо в линию жидкости. В противном случае хладагент нужно заправлять в паровой фазе через всасывающий запорный вентиль компрессора при работающем компрессоре.

Внимание!

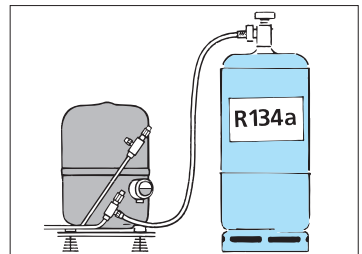
Слишком малый перегрев хладагента на выходе из испарителя может вызвать гидравлический удар в компрессоре.

Процесс заправки надо продолжать до тех пор, пока в смотровом стекле не исчезнут паровые пузыри (если только они не появляются по другим причинам, см.раздел «Устранение неисправностей в холодильных установках»). Если необходимое для заправки количество хладагента неизвестно, используйте для контроля описанный выше метод.

При заправке необходимо все время проверять, чтобы давление конденсации и всасывания было нормальным, а перегрев, контролируемый терморегулирующим вентилем, был не слишком низким.



Ac0_0033

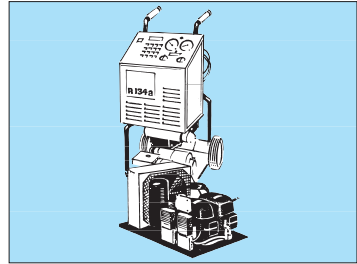


Ac0_0034

Слишком высокое давление конденсации

Слишком высокое давление конденсации в процессе заправки может означать, что система перезаправлена хладагентом и его надо частично слить.

При сливе хладагента всегда используйте откачивающий агрегат.



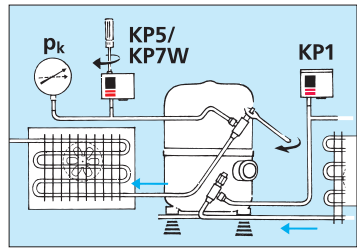
Ac0_0035

Настройка и проверка устройств защиты

Условия работы

Окончательная настройка и проверка устройств защиты должна проводиться при полном комплекте установленного механического и электрического оборудования на работающей системе.

Функционирование устройств защиты должно проверяться точными контрольными приборами. Дополнительная информация по настройке и проверке устройств защиты приведена в разделах «Поиск и устранение неисправностей» и «Измерительные инструменты» с ссылками на инструкции для пользователей.

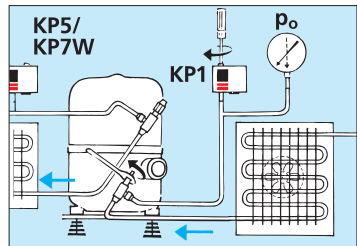


Ac0_0039

Настройка и проверка органов регулирования

Порядок настройки

- Если в системе имеется регулятор постоянного давления, проведите его грубую настройку.
- Настройте на заданный перегрев терморегулирующий вентиль.
- Используя манометр, проведите точную настройку регулятора постоянного давления.
- Если в системе имеется регулятор производительности, проведите настройку регулятора производительности.
- Используя термометр, настройте реле температуры.



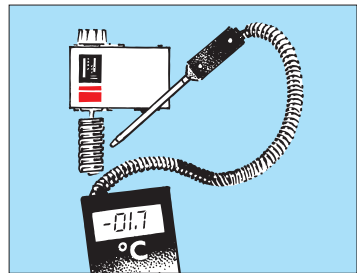
Ac0_0062

Настройка реле высокого давления

- Увеличьте давление конденсации до допустимого максимума и с помощью манометра настройте реле высокого давления.

Настройка реле низкого давления

- Снизьте давление всасывания до допустимого минимума и с помощью манометра настройте реле низкого давления.



Ac0_0045



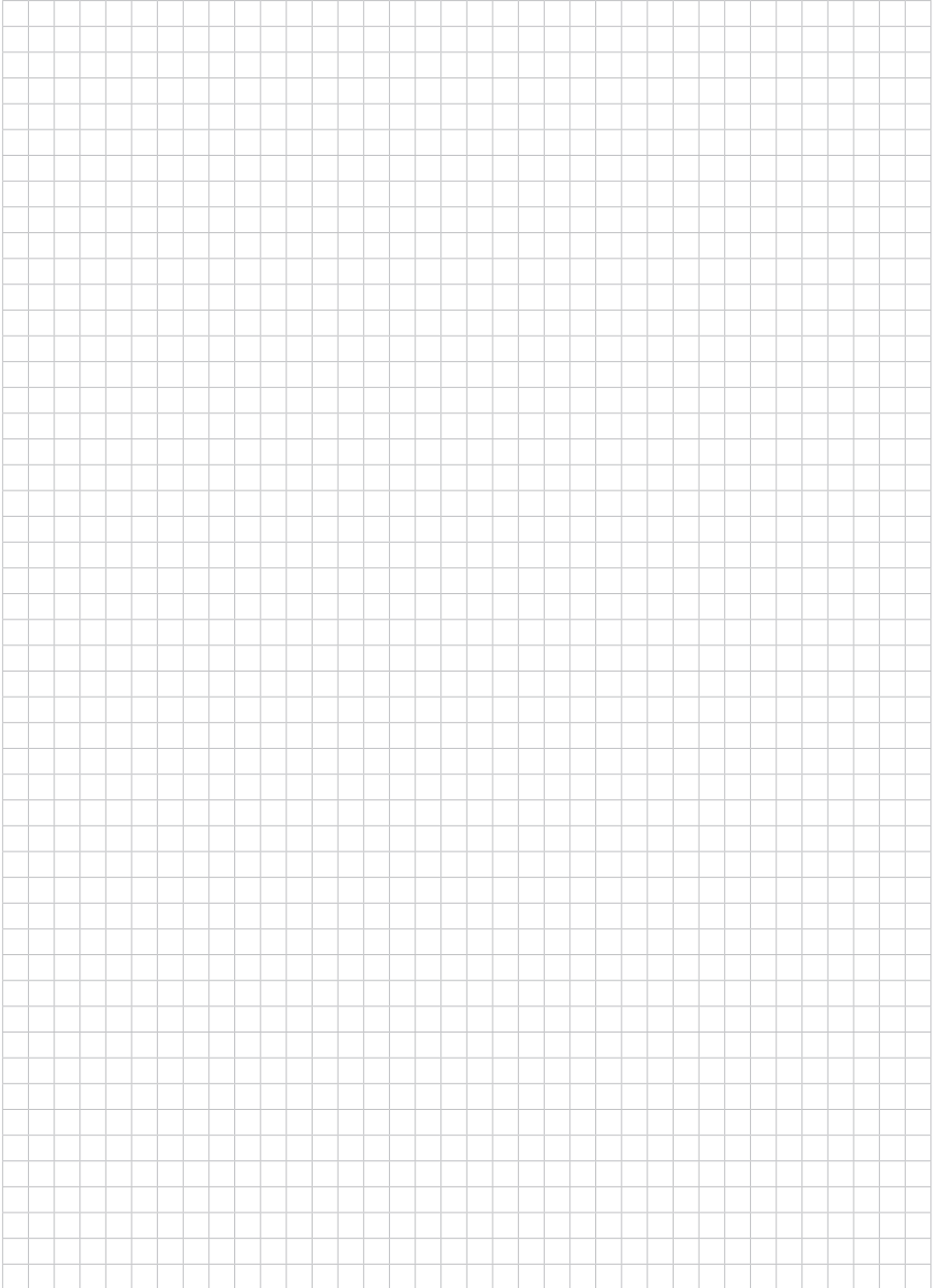
Проводя указанные настройки, постоянно проверяйте, правильно ли работает система (давление и т.д.).

И, наконец, убедитесь, что система имеет маркировочные знаки, указывающие тип используемого хладагента и обеспечивающие правильное обслуживание системы.

Эта глава содержит 4 раздела	Стр.
Измерительные приборы	149
Поиск неисправностей (регуляторы Данфосс)	157
Поиск неисправностей в системах охлаждения с герметичными компрессорами	189
Обзор неисправностей (компрессоры Данфосс)	202

Содержание	Стр.
Измерительные приборы.....	150
Приборы для обнаружения неисправностей.....	150
Классификация приборов.....	150
а. Погрешность прибора.....	150
б. Разрешающая способность.....	150
в. Повторяемость.....	152
г. Долговременная стабильность.....	152
д. Температурная стабильность.....	152
Электронные приборы.....	152
Проверка и регулировка.....	152
Регулировка и калибровка.....	153
Манометры.....	153
Манометры для технического обслуживания.....	153
Вакуумные манометры.....	153
Термометры.....	154
Гигрометры.....	154

Для заметок

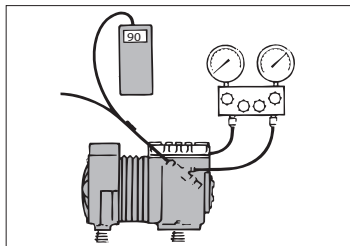


Измерительные приборы

Приборы для обнаружения неисправностей в системах охлаждения:

1. Манометр
2. Термометр
3. Гигрометр
4. Течискатель
5. Манометр
6. Амперметр
7. Мегаомметр
8. Измеритель поля

Приборы для обнаружения неисправностей



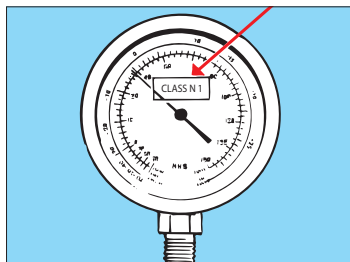
Ae0_0045

Классификация приборов

Приборы, предназначенные для обнаружения неисправностей и обслуживания холодильных установок, должны отвечать требованиям высокой надежности.

Основные требования к измерительным приборам:

- а. Низкая погрешность
- б. Высокая разрешающая способность
- в. Высокая повторяемость
- г. Стабильность показаний
- д. Температурная стабильность

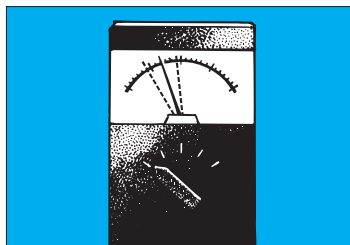


Ae0_0046

Наиболее важные характеристики: а, б, д.
а. Погрешность прибора

Погрешность прибора (точность) характеризует его способность измерять точное значение контролируемого параметра.

Погрешность часто выражается в% от полной шкалы (FS) измеряемого параметра. Например, погрешность для конкретного прибора $\pm 2\%$ от измеряемого значения меньше (прибор более точен), чем погрешность $\pm 2\%$ от полной шкалы FS.



Ae0_0047

б. Разрешающая способность

Разрешающая способность характеризует наименьшее значение считывания параметра, которое можно осуществить данным прибором.

Например, цифровой термометр, показывающий последний разряд считываемой величины $0,1^{\circ}\text{C}$, обладает разрешающей способностью в $0,1^{\circ}\text{C}$.

Разрешающая способность не отражает точность. Даже при разрешающей способности в $0,1^{\circ}\text{C}$ точность измерения температуры $\pm 2^{\circ}\text{C}$ является плохой.

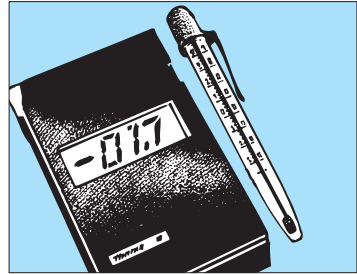
Поэтому очень важно делать различия между этими двумя характеристиками.



Ah0_0006

в. Повторяемость

Повторяемость характеризует способность прибора постоянно показывать одинаковые значения параметра при измерении постоянной величины. Повторяемость определяется в% (\pm).



Ae0_0003

г. Долговременная стабильность

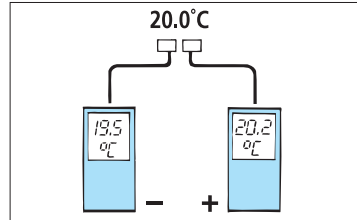
Долговременная стабильность характеризует величину изменения абсолютной точности прибора в течение, например, одного года. Долговременная стабильность определяется в% за год.

д. Температурная стабильность.

Температурная стабильность прибора показывает, на какую величину изменяется абсолютная точность измерения при изменении температуры на 1°C.

Температурная стабильность определяется в% на 1°C.

Знание температурной стабильности прибора важно, если он размещен в холодильной камере или на складе глубокого замораживания.



Ae0_0004

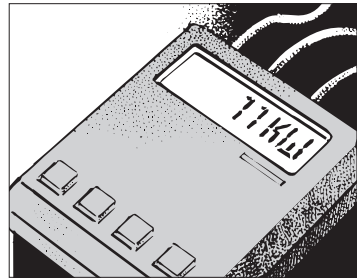
Электронные приборы.

Электронные приборы чувствительны к влажности.

Некоторые приборы могут выйти из строя из-за конденсата, если их включить сразу после переноса из холода в тепло.

Не включайте приборы, пока не пройдет достаточно времени для того, чтобы все детали прибора приняли температуру окружающей среды.

Никогда не используйте электронное оборудование сразу после того, как оно было внесено в теплое помещение из холодного автомобиля техобслуживания.

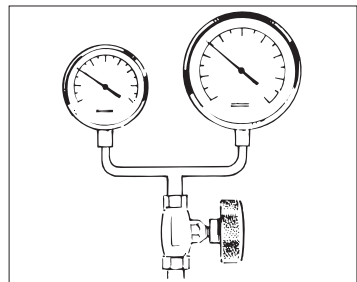


Ae0_0005

Проверка и регулировка

Обычные стрелочные приборы могут менять свои характеристики с течением времени. Поэтому почти все приборы должны проходить регулярную проверку и регулировку.

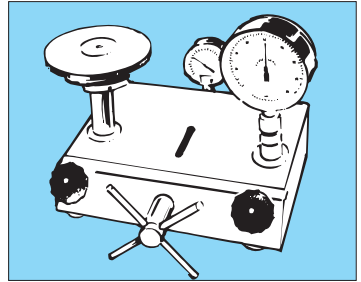
Простая проверка может быть сделана по приведенной ниже методике, однако эта проверка не может заменить регулярных проверок.



Ae0_0006

Проверка и регулировка
(продолжение)

Окончательная проверка и регулировка оборудования должны проводиться лицензированными испытательными организациями.



Ae0_0007

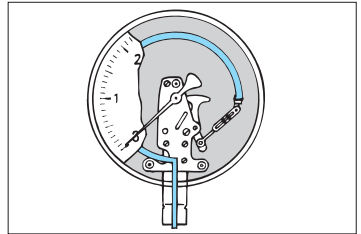
Регулировка и калибровка

Манометры

Манометры, предназначенные для обнаружения неисправностей и технического обслуживания установки, изготовлены на основе трубки Бурдо (Bourdon). Для контроля работы системы охлаждения используются манометры такого же типа.

На практике давление обычно измеряют как избыточное давление. Нулевая точка на шкале прибора означает обычное барометрическое давление, показываемое барометром. Поэтому манометр, имеющий шкалу от -1 бар (-100 кПа) больше манометра со шкалой от 0 до максимального значения считывания.

Манометр, отградуированный по абсолютной шкале, находясь при атмосферном давлении, покажет значение около 1 бар.



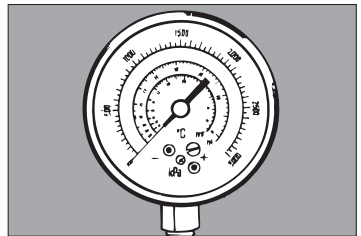
Ae0_0008

Манометры
для технического
обслуживания
(сервисные манометры)

Как правило, сервисные манометры снабжены одной или несколькими температурными шкалами для определения температуры насыщения обычных хладагентов.

Манометр должен иметь доступный винт регулировки нулевой точки, поскольку трубка Бурдо может просесть при длительном воздействии высокого давления.

Манометры необходимо регулярно проверять более точным прибором. Ежедневная калибровка должна подтверждать, что манометр показывает «0» при атмосферном давлении.



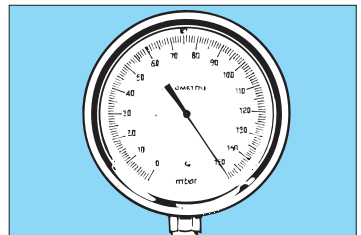
Ae0_0009

Вакуумные манометры
(вакуумметры)

Вакуумметры используются в холодильной технике для измерения давления в трубопроводах в процессе вакуумирования и после него.

Вакуумные манометры всегда показывают абсолютное значение давления (нулевая точка соответствует абсолютному вакууму).

Вакуумметры не должны использоваться для измерения избыточного давления и поэтому их следует устанавливать вместе с предохранительным клапаном, настроенным на максимально допустимое давление вакуумметра.



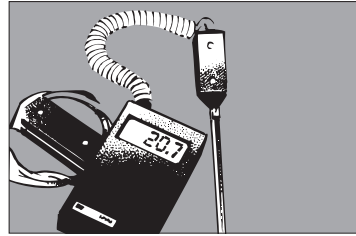
Ae0_0010

Термометры

При техническом обслуживании холодильных установок широко применяются электронные термометры с цифровой шкалой. Например, в качестве датчика температуры для измерения температуры поверхности, комнатной температуры и температуры среды.

Погрешность термометра должна быть не более $\pm 0,1^\circ\text{C}$, а разрешающая способность $0,1^\circ\text{C}$.

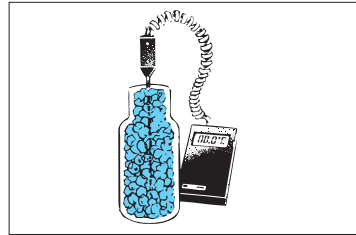
Стрелочный термометр с термобаллоном, паровым наполнителем и капиллярной трубкой часто используется для настройки ТРВ. Как правило, таким термометром легко отслеживать изменения температуры.



Ae0_0011

Термометры можно относительно легко проверить при температуре 0°C . Для этого наконечник термобаллон должен быть опущен на глубину от 150 до 200 мм в термос, содержащий смесь размельченного льда (из дистиллированной воды) и дистиллированной воды. Размеленный лед должен заполнять термос полностью.

Если термобаллон выдерживает высокую температуру, его можно поместить в емкость с кипящей водой. Таким образом, получаются два контрольных значения температуры: 0 и 100°C . Точную проверку термометров можно провести в специализированных центрах.



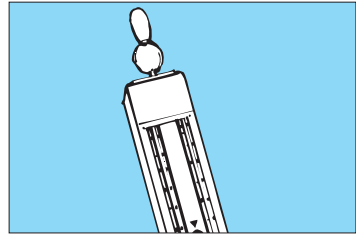
Ae0_0013

Гигрометры

Существует несколько видов гигрометров для измерения влажности в холодных помещениях, в помещениях с кондиционированием или в воздуховодах:

- волосные гигрометры,
- психрометры,
- разнообразные электронные гигрометры.

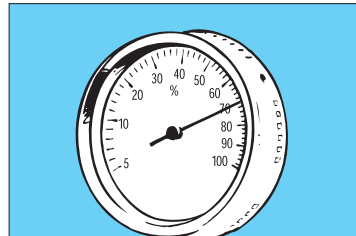
Волосные гигрометры требуют постоянной калибровки и аккуратного обращения. Психрометры (влажный и сухой термометры) не требуют калибровки, если в них применяются термометры высокого качества.



Ae0_0014

При низкой температуре и высокой влажности воздуха разница в температурах влажного и сухого термометров становится незначительной.

В этих условиях использование погрешность психрометров увеличивается, и поэтому рекомендуется использовать волосные или электронные гигрометры.

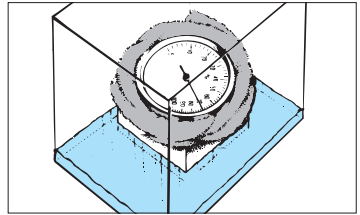


Ae0_0015

Гигрометры (продолжение)

Проверка волосного гигрометра осуществляется обмоткой корпуса прибора чистой влажной тканью; затем гигрометр помещается в герметичный контейнер с водой на дне, при этом вода не должна попадать в гигрометр и на его капсулу.

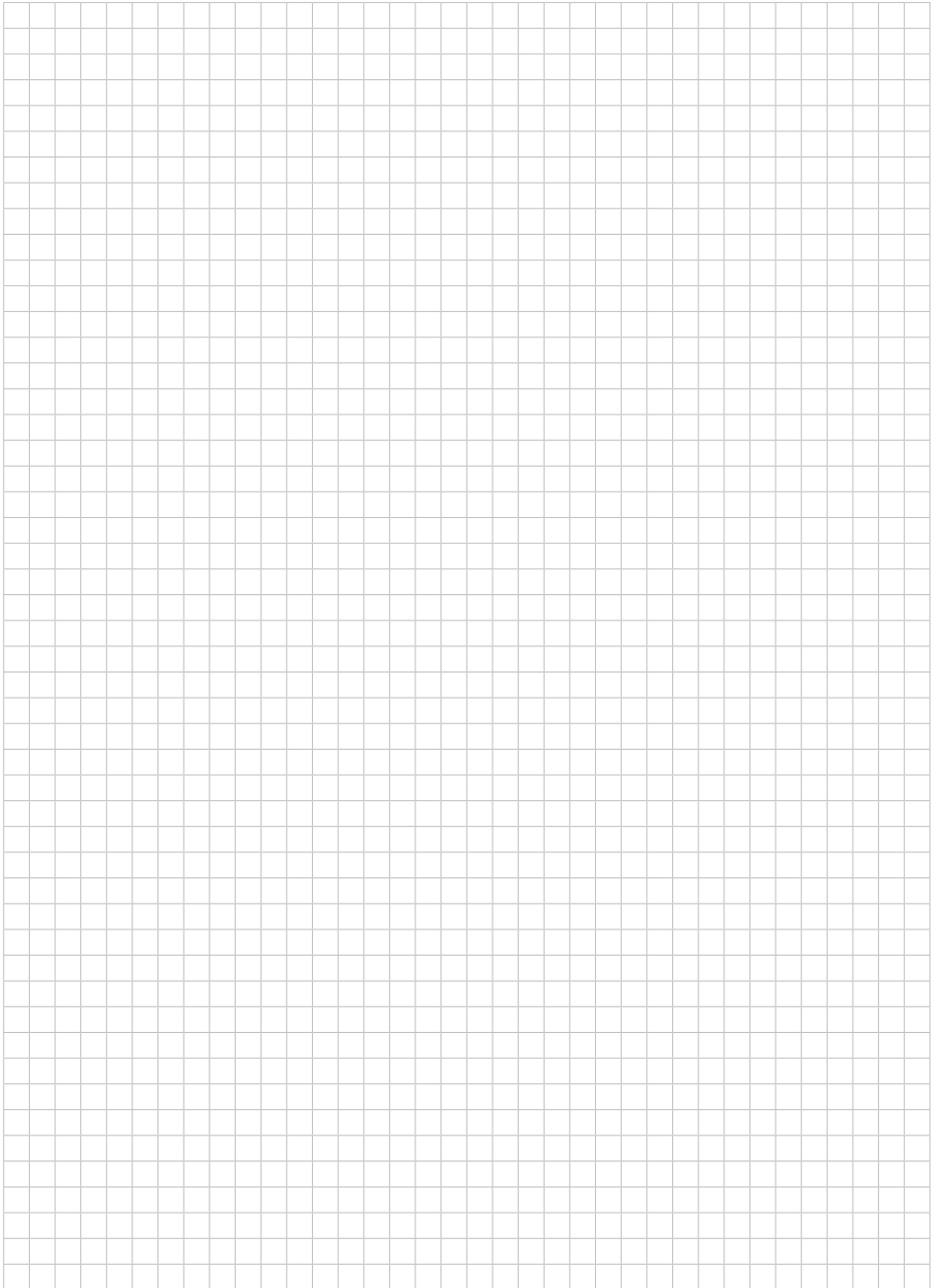
Гигрометр выдерживают в контейнере в течение двух часов при той же температуре, при которой производились измерения влажности. После этого гигрометр должен показывать 100%-ное значение влажности. Если он показывает другое значение, необходима настройка с помощью регулировочного винта.



Ae0_0049

Содержание	Стр.
Основные неисправности в холодильных установках. Общие положения	159
Обнаружение неисправностей без использования специального оборудования	159
Виды отказов	159
Необходимо знать, как работает система	159
Необходимы теоретические знания	160
Видимые неисправности и их влияние на работу системы	161
Видимые неисправности	161
Конденсатор с воздушным охлаждением	161
Конденсатор с водяным охлаждением	161
Ресивер со смотровым стеклом	161
Запорный клапан ресивера	161
Линия жидкости	161
Фильтр-осушитель	161
Смотровое стекло	161
Терморегулирующий вентиль	162
Воздухоохладитель	162
Охладитель жидкости	162
Линия всасывания	162
Регуляторы на линии всасывания	163
Компрессор	163
Холодильная камера	163
Общие неисправности	163
Неисправности, которые можно почувствовать, определить на слух или по запаху, и их влияние на работу системы	164
Неисправности, которые можно почувствовать	164
Соленоидный клапан	164
Фильтр-осушитель	164
Неисправности, которые можно определить на слух	164
Регуляторы на линии всасывания	164
Компрессор	164
Холодильная камера	164
Неисправности, которые можно определить по запаху	164
Холодильная камера	164
Система охлаждения с воздухоохладителем и конденсатором с воздушным охлаждением	165
Система охлаждения с двумя воздухоохладителями и конденсатором с воздушным охлаждением	166
Система охлаждения с охладителем жидкости и конденсатором с водяным охлаждением	167
Порядок поиска неисправностей	168
Устранение неисправностей	169
Устранение неисправностей в терморегулирующих вентилях	179
Устранение неисправностей в соленоидных клапанах	181
Устранение неисправностей в реле давления	184
Устранение неисправностей в реле температуры	185
Устранение неисправностей в водорегуляторах	186
Устранение неисправностей в фильтрах и смотровых стеклах	187
Устранение неисправностей в регуляторах давления	188

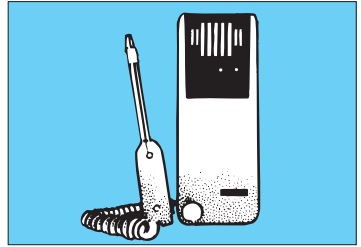
Для заметок



Основные неисправности в холодильных установках. Общие положения.

В данном руководстве приводятся типичные случаи отказов в небольших и относительно простых холодильных системах.

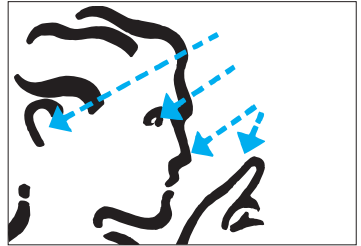
Подобные неисправности, их причины, средства и способы устранения дефектов можно распространить и на большие системы. Однако в больших системах существуют и другие виды отказов, а также неисправности электронных регуляторов, которые в данном Руководстве не рассматриваются.



Ae0_0001

Обнаружение неисправностей без использования специального оборудования

После небольшой практики много типовых отказов холодильных систем может быть определено визуально, по звуку, а иногда и по запаху. Другие виды отказов можно определить только с помощью специальных приборов.

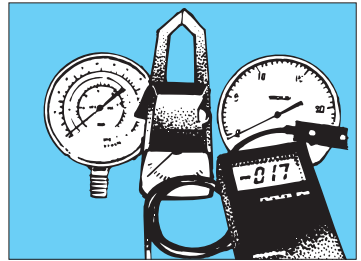


Ae0_0012

Виды отказов

Все отказы можно разбить на две категории. В одну категорию входят отказы, которые можно непосредственно увидеть и почувствовать. В данном Руководстве приводятся типичные признаки подобных отказов и их влияние на работоспособность системы.

В другую категорию отказов включены неисправности, которые неощутимы и могут быть выявлены только при помощи специального оборудования. В данном Руководстве приведены возможные причины подобных неисправностей и даются рекомендации по их устранению.

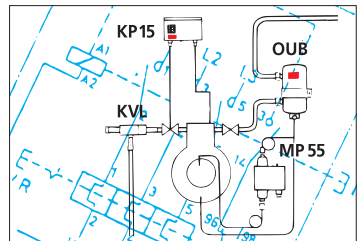


Ae0_0028

Необходимо знать, как работает система

Важным элементом процедуры поиска отказов является точное знание конструкции системы, функций ее узлов, устройств управления, как механических, так и электрических.

Холодильная система не выносит формального отношения, необходим тщательный осмотр трубопроводов и других основных узлов системы, что дает возможность изучения особенностей системы (размещение трубопроводов, агрегатов и подсоединенных систем, например, больших устройств охлаждения и систем с рассолом).



Ae0_0029

Необходимы теоретические знания

Для обнаружения и устранения отказов и отклонений от установленных режимов работы системы надо обладать определенной суммой теоретических знаний.

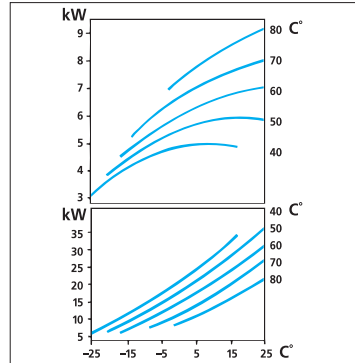
Обнаружение всех видов отказов даже в относительно простых холодильных установках возможно при условии знания:

- устройства всех узлов системы, режимов работы и их основных характеристик;
- необходимого измерительного оборудования и техники измерения;
- всех процессов охлаждения в системе;
- влияния внешних воздействий на работоспособность системы;
- функционирования установки, принципов настройки органов управления и устройств защиты;
- законодательных актов по безопасности холодильных систем и проведению инспекционных проверок.

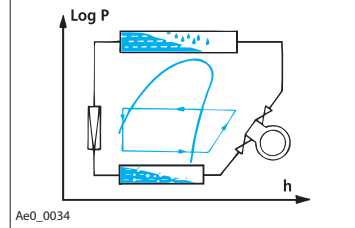
Перед изучением видов неисправностей холодильных систем необходимо хотя бы кратко изучить особенности работы наиболее важных приборов, используемых для обнаружения отказов.

Для дальнейшего изучения видов отказов систем охлаждения следует в качестве отправной точки рассмотреть схемы на рисунках 1, 2 и 3.

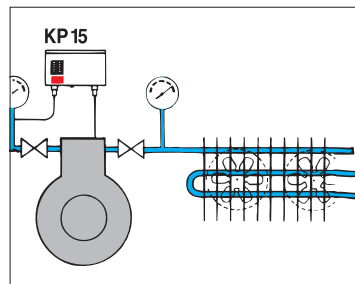
В соответствии с этими схемами системы охлаждения рассматриваются в направлении течения хладагента. Симптомы неисправностей рассматриваются в таком же порядке. Описание неисправностей начинается со стороны нагнетания компрессора и продолжается по стрелке.



Ae0_0033



Ae0_0034



Ae0_0016

Видимые неисправности и их влияние на работу системы

Текст в скобках объясняет причину неисправности

Видимые неисправности	Влияние неисправности на работу системы
<p>Конденсатор с воздушным охлаждением</p> <p>а) Грязь, следы смазки, пыль, стружка, сухой мусор. [Дефекты монтажа].</p> <p>б) Вентилятор остановился. [Дефект двигателя]. [Сработала защита двигателя].</p> <p>в) Вентилятор вращается в неправильном направлении. [Ошибка монтажа].</p> <p>г) Лопасты вентилятора разрушились.</p> <p>д) Лопасты деформировались. [Грубая эксплуатация].</p>	<p>Дефекты а)—д) вызывают: увеличение давления конденсации; уменьшение производительности; увеличение энергопотребления.</p> <p>Для конденсаторов с воздушным охлаждением разность между температурой воздуха на входе и температурой конденсации должна находиться в пределах от 10 до 20 К (предпочтительно наименьшее значение).</p>
<p>Конденсатор с водяным охлаждением и смотровым стеклом (см. «Ресивер»)</p>	<p>Для конденсаторов с водяным охлаждением разность между температурами воды на входе конденсатора и температурой конденсации должна находиться в пределах 10—20 К (предпочтительн наименьшее значение).</p>
<p>Ресивер со смотровым стеклом</p> <p>Уровень жидкости слишком низкий. [Недостаточное количество хладагента в системе]. [Перезаправлен испаритель].</p> <p>[Перезаправлен конденсатор]</p> <p>Уровень жидкости слишком высокий. [Система перезаправлена]</p>	<p>Пузырьки пара в жидкостной магистрали. Низкое давление всасывания или недостаточную цикличность включения компрессора. Низкое давление всасывания или недостаточную цикличность включения компрессора. Возможно повышение давления конденсации.</p>
<p>Запорный клапан ресивера.</p> <p>а) Клапан закрыт</p> <p>б) Клапан частично закрыт.</p>	<p>Останов системы по низкому давлению. Пузырьки пара в жидкостной магистрали. Низкое давление всасывания или недостаточную цикличность включения компрессора.</p>
<p>Жидкостная магистраль.</p> <p>а) Слишком маленький диаметр [Ошибка в размере].</p> <p>б) Слишком большой диаметр [Ошибка в размере].</p> <p>в) Крутые изгибы и/или деформация. [Дефекты монтажа].</p>	<p>Дефекты вызывают: большое падение давления в жидкостной магистрали; появление пара в жидкостной магистрали.</p>
<p>Фильтр-осушитель</p> <p>Образование росы или инея на повехности. [Фильтр частично заблокирован грязью со стороны входа].</p>	<p>Пар в жидкостной линии.</p>
<p>Смотровое стекло</p> <p>а) Желтое [Влага в системе].</p> <p>б) Коричневое [Частицы грязи в системе].</p> <p>в) Чистый пар в смотровом стекле. [Недостаток жидкости в системе]. [Клапан в жидкостной магистрали закрыт]. [Полная блокировка, например, фильтра-осушителя].</p> <p>г) Пузырьки жидкости и газа в смотровом стекле. [Недостаток жидкого хладагента в системе]. [Клапан в жидкостной магистрали частично закрыт]. [Частичная блокировка, например, фильтра-осушителя]. [Отсутствует переохлаждение].</p>	<p>Опасность образования кислоты, коррозии, сгорания двигателя, замерзания воды в TRV. Опасность износа трущихся деталей, блокировки клапанов и фильтров. Останов системы по низкому давлению или недостаточная цикличность работы компрессора. Останов системы по низкому давлению. Останов системы по низкому давлению. Недостаточная цикличность работы компрессора, низкое давление всасывания.</p>

Видимые неисправности и их влияние на работу системы

(продолжение)

Текст в скобках объясняет причину неисправности

Видимые неисправности	Влияние неисправности на работу системы
<p>Терморегулирующий вентиль</p> <p>а) ТРВ сильно обмерз, иней на испарителе только вблизи вентилля. [Частичная блокировка испарителя грязью]. [Потеря наполнителя в термобаллоне ТРВ]. [Причины, описанные выше, вызывающие появление пузырей].</p> <p>б) ТРВ без внешнего выравнивания давления, испаритель с распределителем жидкости. [Ошибка в выбранных размерах или монтажа].</p> <p>в) ТРВ с внешним выравниванием давления. Уравнительная трубка не установлена. [Ошибка монтажа].</p> <p>г) Термобаллон ТРВ плохо закреплен. [Ошибка монтажа].</p> <p>д) Термобаллон ТРВ не контактирует с трубой. [Ошибка монтажа].</p> <p>е) Термобаллон обдувается воздухом. [Ошибка монтажа].</p>	<p>Дефект а) вызывает работу системы с низким давлением всасывания или цикличностью работы компрессора по низкому давлению.</p> <p>Неисправности б), в) приводят к работе с низким давлением всасывания или неправильной цикличности работы компрессора по низкому давлению.</p> <p>Неисправности г), д), е) приводят к перегрузке испарителя с возможностью попадания жидкости в компрессор и выходу компрессора из строя.</p>
<p>Охладитель воздуха</p> <p>а) Испаритель обмерзает только со стороны входа, ТРВ сильно заморожен. [Отказ ТРВ]. [Все дефекты, описанные выше, могут вызвать появление пара в жидкостной магистрали].</p> <p>б) Передняя панель покрыта инеем. [Неправильный или слабый режим оттаивания, либо отсутствие системы оттаивания].</p> <p>в) Вентилятор не вращается. [Дефект двигателя или сработала система защиты двигателя].</p> <p>г) Дефектные лопасти.</p> <p>е) Деформация ребер. [Неаккуратная эксплуатация].</p>	<p>Неисправность а) вызывает: высокий перегрев на выходе из испарителя и работу системы при очень низком давлении всасывания.</p> <p>Неисправности а)—д) вызывают: работу системы с очень низким давлением всасывания, уменьшение производительности; увеличение энергопотребления.</p> <p>Для ТРВ, контролирующих испарители: разность между температурой воздуха на входе в испаритель и температурой кипения должна находиться между 6 и 15 К, предпочтительно ближе к нижнему значению. Для испарителей с контролируемым уровнем жидкости разность между температурой воздуха на входе и температурой кипения должна находиться между 2 и 8 К, предпочтительно ближе к нижнему значению.</p>
<p>Охладитель жидкости</p> <p>а) Термобаллон ТРВ закреплен недостаточно прочно. [Ошибка монтажа].</p> <p>б) ТРВ без внешнего выравнивания давления в жидкостном испарителе с высоким падением давления, например, с коаксиальным испарителем. [Ошибка в размерах или монтаже].</p> <p>в) ТРВ с внешним выравниванием давления, трубка для выравнивания давления не установлена. [Ошибка монтажа].</p>	<p>Вызывает перегрузку испарителя с возможностью попадания жидкости в компрессор и выход его из строя.</p> <p>Неисправности б) и в) вызывают: работу с очень низким давлением всасывания; недостаточную производительность системы; увеличение энергопотребления.</p> <p>Для ТРВ, контролирующих испарители: разность в температуре воздуха на входе испарителя и температурой кипения должна находиться в пределах от 6 до 15 К, предпочтительно ближе к нижнему значению. Для испарителей с контролируемым уровнем жидкости разность между температурой воздуха на входе и температурой кипения должна находиться в пределах от 2 до 8 К, предпочтительно ближе к нижнему значению.</p>
<p>Линия всасывания</p> <p>а) Ненормально сильное захлаживание. [Очень низкий перегрев ТРВ].</p> <p>б) Крутой изгиб или деформации. [Ошибка монтажа].</p>	<p>Опасность попадания жидкости в компрессор и поломки компрессора.</p> <p>Недостаточная цикличность работы компрессора, низкое давление всасывания.</p>

Видимые неисправности и их влияние на работу системы

(продолжение)

Текст в скобках объясняет причину неисправности

Видимые неисправности	Влияние неисправности на работу системы
<p>Регуляторы на линии всасывания Роса или иней за регулятором, отсутствие росы или инея перед регулятором. [Слишком низкий перегрев ТРВ].</p>	<p>Опасность попадания жидкости в компрессор и поломки компрессора.</p>
<p>Компрессор а) Влага или иней на входе компрессора. [Слишком низкий перегрев хладагента за испарителем]. б) Очень низкий уровень масла в картере. [Недостаточное количество масла в системе]. [Накапливание масла в испарителе]. в) Очень высокий уровень масла в картере. [Перезаправка масла]. [Хладагент смешивается с маслом в слишком холодном компрессоре]. [Хладагент смешивается с маслом при слишком низком перегреве на выходе испарителя]. г) Масло вскипает в картере при пуске. [Хладагент смешивается с маслом в слишком холодном компрессоре]. д) Масло кипит в картере в процессе работы. [Хладагент смешивается с маслом при слишком низком перегреве на выходе испарителя].</p>	<p>Опасность попадания жидкости в компрессор и поломки компрессора. Система останавливается по сигналу реле перепада давления масла (если оно установлено). Приводит к износу трущихся деталей. Гидравлические удары в цилиндрах, опасность поломки компрессора; поломки рабочих клапанов; поломки других движущихся деталей компрессора; механические перегрузки. Гидравлические удары, повреждения, как в в) Гидравлические удары, повреждения, как в в)</p>
<p>Камера охлаждения а) Сухая поверхность мяса, вялые овощи. [Недостаточная влажность воздуха, возможно недостаточные размеры испарителя]. б) Дверь не открывается или неисправна. в) Неисправность аварийной сигнализации. г) Неисправность внешней индикации. Для б), в), г): [Недостатки монтажа или проектирования]. д) Отсутствие системы сигнализации. [Ошибка проектирования].</p>	<p>Приводит к ухудшению качества продуктов и/или к их порче. Увеличивает опасность травматизма. Увеличивает опасность травматизма. Увеличивает опасность травматизма.</p>
<p>Общие неисправности а) Подтекание масла из соединений или пятна масла на полу. [Утечки масла из мест соединений]. б) Перегорает предохранитель. [Перегрузка в системе или короткое замыкание]. в) Срабатывание защиты двигателя. [Перегрузка в системе или короткое замыкание]. г) Срабатывание реле давления или температуры и т.д. [Ошибка настройки]. [Дефект оборудования].</p>	<p>Утечка масла и хладагента. Остановка системы. Остановка системы. Остановка системы. Остановка системы.</p>

Неисправности, которые можно почувствовать, услышать или определить по запаху, и их влияние на работу системы

Текст в скобках объясняет причину неисправности

Неисправности, которые можно почувствовать	Влияние неисправности на работу системы
<p>Соленоидный клапан Соленоидный клапан холоднее, чем труба перед соленоидным клапаном. [Неисправен соленоидный клапан. Частично открыт]. Одинаковая температура трубы перед клапаном и самого клапана. [Соленоидный клапан закрыт].</p>	<p>Пар в жидкостной магистрали. Система остановлена по низкому давлению.</p>
<p>Фильтр-осушитель Фильтр холоднее, чем труба перед фильтром. [Фильтр частично забит грязью на входе].</p>	<p>Пар в жидкостной магистрали.</p>
Неисправности, которые можно определить на слух	Влияние неисправности на работу системы
<p>Регуляторы на линии всасывания. Булькающие звуки от регулятора давления кипения или другого регулятора. [Регулятор переразмерен (ошибка выбора регулятора)].</p>	<p>Неустойчивая работа.</p>
<p>Компрессор а) Стуки при запуске. [Кипение масла]. б) Стуки в процессе работы. [Кипение масла], [Износ трущихся деталей].</p>	<p>Гидравлический удар. Опасность повреждения компрессора. Гидравлический удар. Опасность повреждения компрессора.</p>
<p>Холодильная камера Неисправна система аварийной сигнализации. [Дефект монтажа].</p>	<p>Увеличивается опасность травматизма.</p>
Неисправности, которые можно определить по запаху	Влияние неисправности на работу системы
<p>Холодильная камера. Плохой запах в холодильной камере хранения мяса. [Очень высокая влажность воздуха из-за очень большого испарителя или низкой нагрузки].</p>	<p>Приводит к ухудшению качества продукта или его порче.</p>

Рис. 1 Система охлаждения с воздухоохладителем и конденсатором с воздушным охлаждением

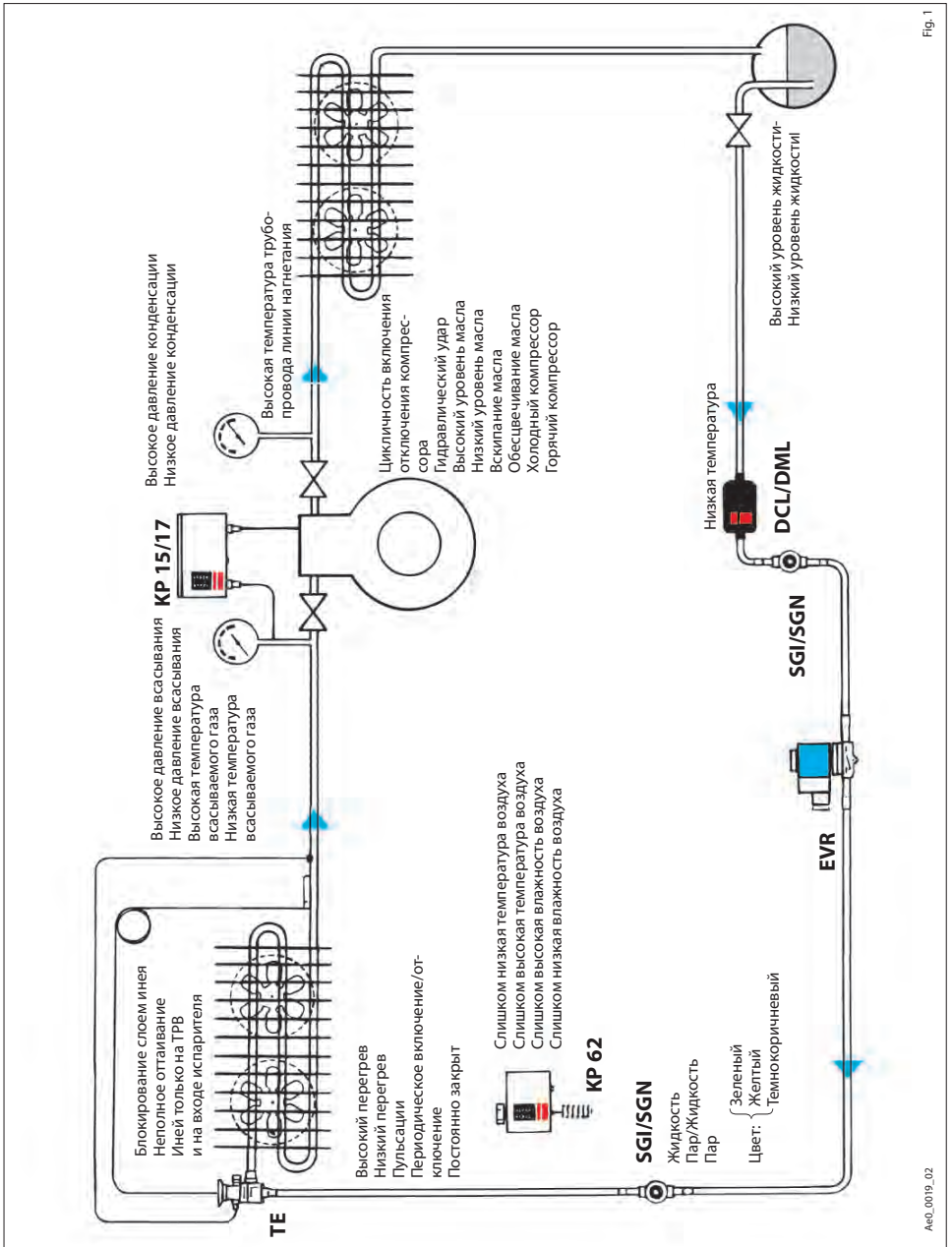


Рис. 2 Система охлаждения с двумя воздухоохладителями и конденсатором с воздушным охлаждением

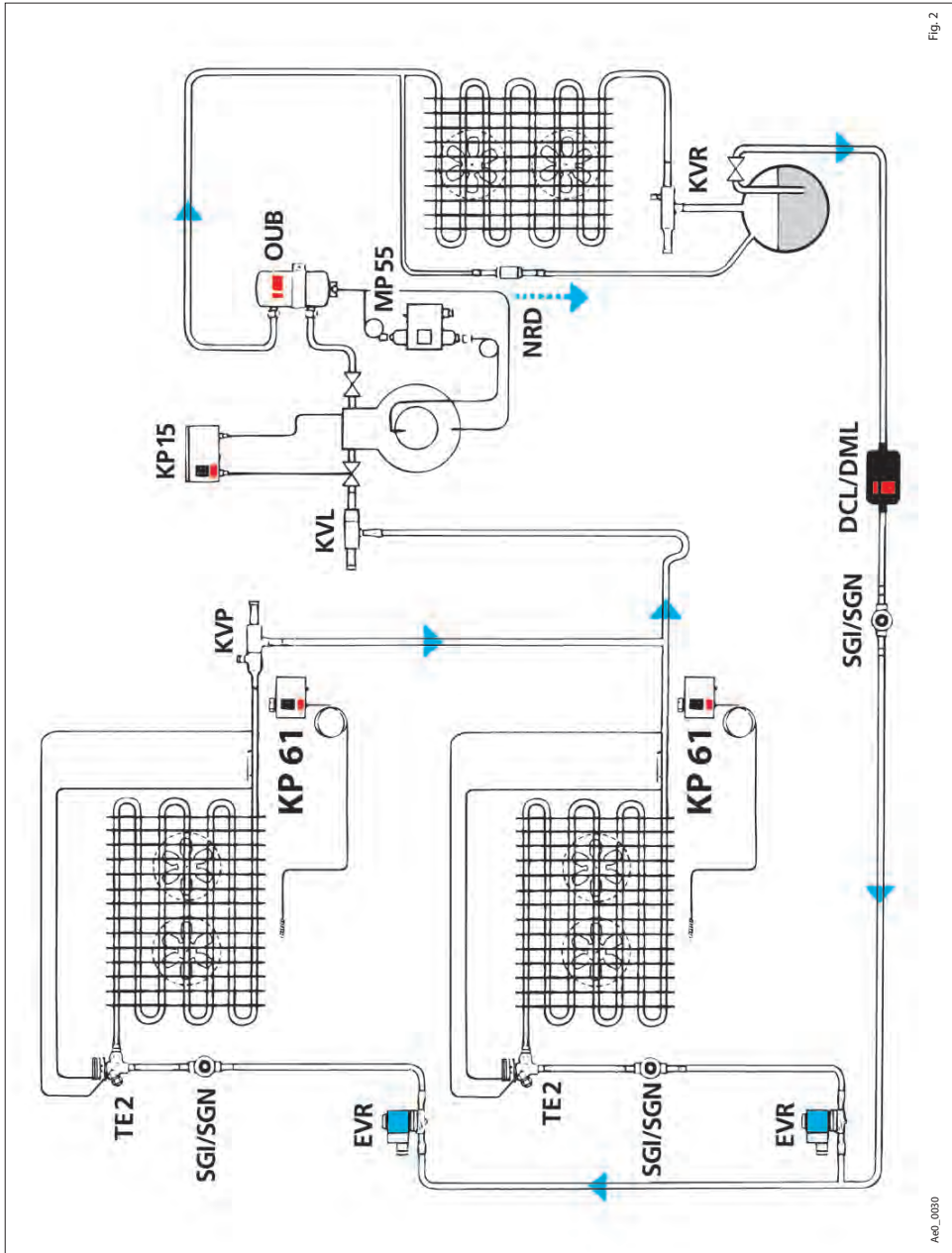
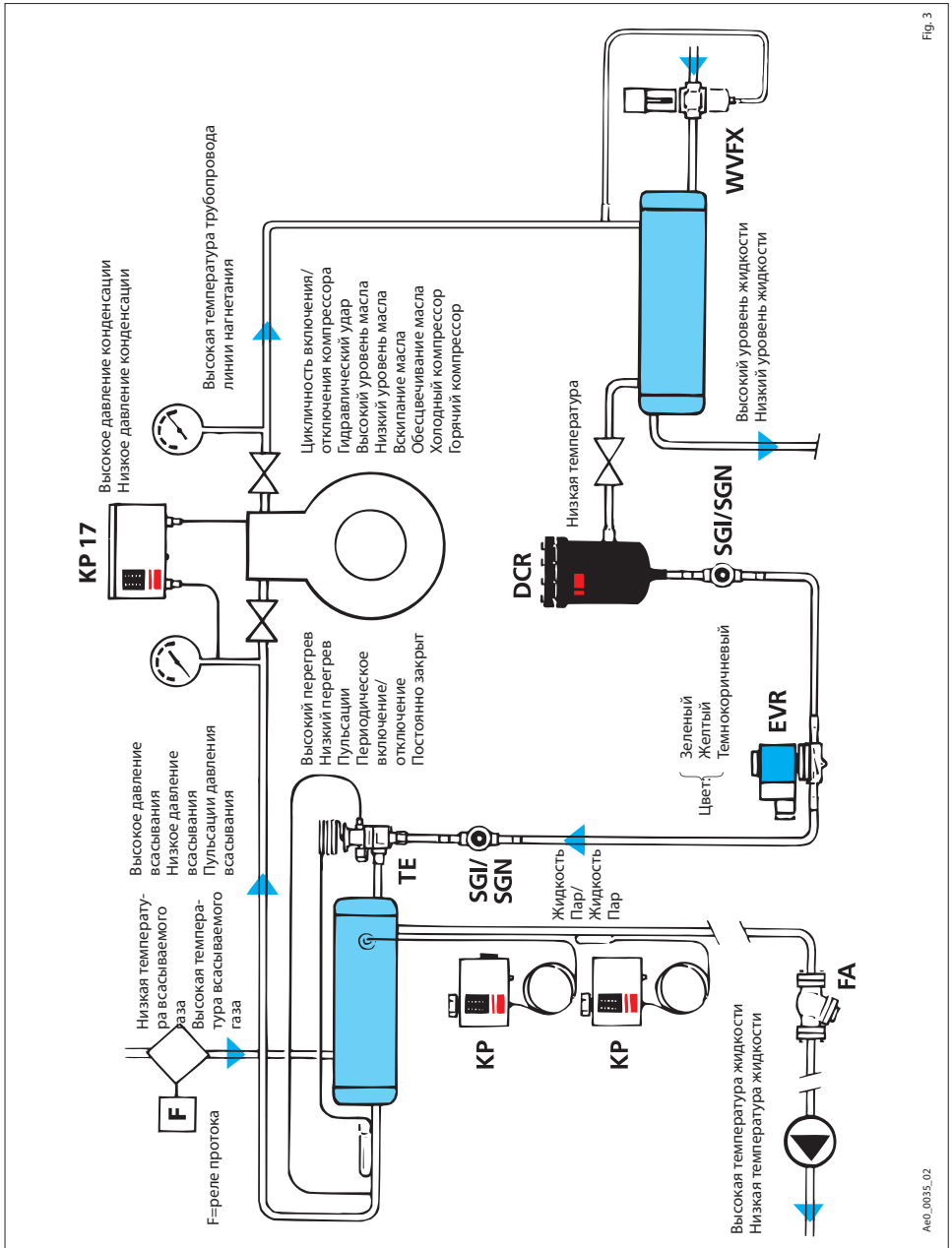


Fig. 2

AgO_0080

Рис. 3 Система охлаждения с охладителями жидкости и конденсатором с водяным охлаждением



Порядок поиска неисправностей

При поиске неисправности пользуйтесь схемами, приведенными на рисунках 1, 2, 3 и следуйте по стрелке, начиная с компрессора

	Стр.
Высокое давление конденсации	169
Низкое давление конденсации	169
Пульсации давления конденсации	170
Высокая температура на линии нагнетания	170
Низкая температура на линии нагнетания	170
Низкий уровень жидкости в ресивере	170
Высокий уровень жидкости в ресивере	170
Слишком низкий расход хладагента	170
Низкая температура фильтра-осушителя	171
Индикатор влажности желтого цвета	171
Индикатор влажности темнокоричневого цвета	171
Пузыри пара в смотровом стекле перед ТРВ	171
Испаритель заблокирован льдом	172
Испаритель покрыт инеем вблизи только ТРВ	172
Слишком высокая влажность воздуха в камере охлаждения	172
Слишком низкая влажность воздуха в камере охлаждения	172
Слишком высокая температура воздуха в камере охлаждения	173
Слишком низкая температура воздуха в камере охлаждения	173
Высокое давление всасывания	173
Низкое давление всасывания	173
Пульсации давления всасывания	174
Высокая температура газа на линии всасывания	174
Низкая температура газа на линии всасывания	174
Работа компрессора короткими циклами	175
Слишком высокая температура нагнетательной трубы	175
Слишком холодный компрессор	175
Слишком горячий компрессор	175
Стук в компрессоре	175
Высокий уровень масла в компрессоре	175
Низкий уровень масла в компрессоре	176
Вскипание масла в компрессоре	176
Изменение цвета масла в компрессоре	176
Компрессор не включается	178
Компрессор работает без отключения	178

Устранение неисправностей

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Слишком высокое давление конденсации. (Конденсаторы с водяным и воздушным охлаждением.)	a) Воздух или неконденсируемые газы в холодильной установке. б) Недостаточная поверхность конденсатора. в) Слишком большая заправка хладагента (скопление жидкости в конденсаторе). d) Регулятор давления конденсатора настроен на высокое давление.	Очистите конденсатор, используя устройство слива, включая и прогоняя систему, пока не будет достигнута рабочая температура. Очистите снова, при необходимости. Замените на конденсатор большего размера. Добавьте хладагент до восстановления нормального давления. Смотровое стекло должно оставаться заполненным. Установите требуемое значение давления.
Слишком высокое давление конденсации. (Конденсаторы с воздушным охлаждением.)	a) Загрязнение на поверхности конденсатора. б) Недостаточная мощность электродвигателя вентилятора или дефект лопаток. в) Затруднен доступ воздуха к вентилятору. г) Слишком большая температура воздуха. d) Неправильное направление воздушного потока через конденсатор. e) Циркуляция воздуха между выходом и входом конденсатора идет по кратчайшему расстоянию.	Очистите конденсатор. Замените электродвигатель, вентилятор или все вместе. Уберите препятствия, ограничивающие доступ воздуха, или передвиньте конденсатор. Обеспечьте доступ наружного воздуха или передвиньте конденсатор. Измените направление потока воздуха. Воздух должен проходить сначала через конденсатор, а затем через компрессор. Организуйте нормальное течение воздуха, например, направив его наружу.
Слишком высокое давление конденсации. (Конденсаторы с водяным охлаждением.)	a) Слишком высокая температура охлаждающей воды. б) Расход воды недостаточен. в) Отложения на внутренних поверхностях трубок (накипь и т.д.). г) Неисправен или вышел из строя водяной насос.	Обеспечьте подачу воды с более низкой температурой. Увеличьте расход подаваемой воды, возможно с помощью автоматического водяного крана. Очистите водяные трубки конденсатора с помощью очистителя. Выявите причину, замените или отремонтируйте насос системы охлаждения.
Слишком низкое давление конденсации. (Конденсаторы с воздушным и водяным охлаждением.)	a) Слишком большая поверхность конденсации. б) Малая нагрузка на испаритель. в) Давление всасывания слишком низкое из-за недостатка жидкости в испарителе. г) Подтекают клапаны на стороне всасывания и нагнетания компрессора. d) Регулятор давления конденсации настроен на слишком низкое давление. e) Ресивер, не имеющий теплоизоляции, более холодный по сравнению с конденсатором (ресивер работает как конденсатор).	Настройте регулятор на давление конденсации или замените конденсатор. Настройте давление конденсации. Найдите неисправность в магистрали между конденсатором и ТРВ (См. раздел "Слишком низкое давление всасывания"). Замените клапанную доску компрессора. Настройте регулятор на поддержание правильного давления конденсации. Переместите ресивер или покройте его теплоизоляцией.
Слишком низкое давление конденсации. (Конденсаторы с воздушным охлаждением.)	a) Слишком низкая температура охлаждающего воздуха. б) Слишком большой расход охлаждающего воздуха.	Организуйте регулирование требуемого давления конденсации. Замените вентилятор на менее мощный или установите регулятор скорости вращения электродвигателя.
Слишком низкое давление конденсации. (Конденсаторы с водяным охлаждением.)	a) Слишком большой расход охлаждающей воды. б) Слишком низкая температура охлаждающей воды.	Установите автоматический водяной кран WVFХ или настройте установленный кран. Уменьшите расход воды с помощью, например, автоматического крана WVFХ.

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Пульсации давление конденсации.	<ul style="list-style-type: none"> а) Слишком большой дифференциал реле давления, включающего и отключающего вентилятор. Может привести к образованию пара в жидкостной магистрали через некоторое время после запуска вентилятора из-за хладагента, накопившегося в конденсаторе. б) Пульсация TPV. в) Неисправность клапанов регулирования давления конденсации KVR, KVD (проходное сечение клапанов слишком большое). г) Последствия колебания давления всасывания. д) Неправильно выбран или установлен обратный клапан на линии конденсации. 	<p>Настройте дифференциал на меньшее значение, используйте регуляторы расхода (KVD+KVR) или регуляторы скорости вращения вентилятора.</p> <p>Настройте TPV на большой перегрев или установите клапанный узел с меньшим проходным сечением.</p> <p>Установите клапанный узел с меньшим проходным сечением.</p> <p>См. "Пульсации давления всасывания".</p> <p>Установите обратный клапан правильного размера. Установите обратный клапан з конденсатором ближе к входу в ресивер.</p>
Слишком высокая температура на линии нагнетания.	<ul style="list-style-type: none"> а) Слишком низкое давление всасывания из-за: <ul style="list-style-type: none"> 1) недостатка жидкости в испарителе; 2) недостаточной нагрузки на испаритель; 3) подтекания всасывающего и нагнетающего клапанов компрессора; 4) большого перегрева теплообменника или аккумулятора на линии всасывания. б) Слишком большое давление конденсации. 	<p>Найдите неисправность на участке от ресивера до линии всасывания (См. раздел "Давление всасывания слишком низкое").</p> <p>Замените клапанную доску компрессора.</p> <p>Обойдите теплообменник или выберите теплообменник меньшего размера.</p> <p>См. "Слишком большое давление конденсации".</p>
Слишком низкая температура на линии нагнетания.	<ul style="list-style-type: none"> а) Жидкость течет в сторону компрессора. (Установлен слишком низкий перегрев TPV или плохой контакт термобаллона). б) Слишком низкое давление конденсации. 	<p>См. стр. 175 и 176."</p> <p>См. "Слишком низкое давление конденсации."</p>
Слишком низкий уровень жидкости в ресивере	<ul style="list-style-type: none"> а) Недостаток хладагента в системе. б) Испаритель перезаправлен. <p>1. Низкая нагрузка на испаритель, приводящая к скоплению хладагента в испарителе</p> <p>2. Неисправность TPV (например, задан слишком низкий перегрев или неправильно установлен термобаллон).</p> <p>В) Из-за слишком низкого давления конденсации хладагент скапливается в конденсаторе.</p>	<p>Выявите причину (течь, перезаправка испарителя), устранит неисправность и заправьте систему, при необходимости.</p> <p>См. стр. 175 и 176</p> <p>См. стр. 175 и 176</p> <p>В конденсаторах с воздушным охлаждением установите регулятор скорости вращения вентилятора, например, типа RGE.</p>
Слишком высокий уровень жидкости в ресивере. Холодопроизводительность системы нормальная	<ul style="list-style-type: none"> Слишком большая заправка хладагента. 	<p>Приведите заправку в норму; давление в системе при этом должно оставаться нормальным, а пузыри пара в смотровом стекле отсутствовать.</p>
Слишком высокий уровень жидкости в ресивере. Слишком низкая холодопроизводительность системы (возможно, компрессор работает короткими циклами).	<ul style="list-style-type: none"> а) Частичное блокирование компонент системы в жидкостной линии. б) Неисправен терморегулирующий вентиль (например, слишком большой перегрев, слишком маленький клапанный узел, потеря заправки, частичное блокирование TPV) 	<p>Найдите неисправный компонент, очистите или замените его.</p> <p>См. стр. 175 и 176.</p>

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Фильтр-осушитель холодный, влажный или покрыт инеем.	<ul style="list-style-type: none"> а) Частичное блокирование сетки фильтра грязью. б) Фильтр-осушитель полностью или частично насыщен водой или кислотой. 	<p>Проверьте, имеется ли грязь в системе, очистите фильтр или замените его, при необходимости.</p> <p>Определите, есть ли в системе вода и кислота, очистите или замените фильтр-осушитель (или антикислотный фильтр). Если содержание кислоты в системе велико, замените хладагент и масло, установите в систему фильтр типа DCR со сменным сердечником.</p>
Индикатор влажности: желтого цвета	В системе присутствует влага	Проверьте систему на утечку. При необходимости, устраните неисправность. Проверьте систему на наличие кислоты. Замените фильтр-осушитель, если необходимо, то несколько раз. В крайнем случае замените хладагент и масло.
коричневый или черный	В системе присутствуют мелкие частицы	Прочистите систему при необходимости. Замените смотровое стекло SGI/SGN и фильтр-осушитель.
Пузырьки пара в смотровом стекле, установленном перед TRV	<ul style="list-style-type: none"> а) Недостаточное переохлаждение жидкости из-за большого падения давления в жидкостной магистрали, возникающего по причинам: <ul style="list-style-type: none"> 1. Длина жидкостной магистрали слишком велика по сравнению с ее диаметром, 2. Диаметр жидкостной магистрали слишком мал, 3. Крутые изгибы в жидкостной магистрали, 4. Частичное блокирование фильтра-осушителя, 5. Неисправность соленоидного клапана. б) Недостаточное переохлаждение жидкости из-за проникновения тепла в жидкостную магистраль, возможно, из-за высокой температуры окружающего воздуха. в) Конденсаторы с водяным охлаждением: недостаточное переохлаждение из-за неправильного направления течения охлаждающей воды. г) Слишком низкое давление конденсации. д) Запорный клапан ресивера мал или не открыт полностью. е) Слишком большой перепад давления в жидкостной магистрали (слишком большой перепад высот между TRV и ресивером). ж) Плохая или неправильная настройка регулятора давления конденсации, приводящая к скоплению жидкости в конденсаторе. з) Регулирование давления конденсации с помощью вентилятора, работающего в режиме включения/отключения, может привести к образованию пара в жидкостной магистрали спустя некоторое время после пуска электродвигателя. и) Недостаточная заправка хладагента в системе. 	<p>Установить в жидкостной магистрали трубу подходящего диаметра.</p> <p>Установить в жидкостной магистрали трубу подходящего диаметра.</p> <p>Устранить крутые изгибы в магистрали и заменить узлы, вызывающие большое падение давления.</p> <p>Проверить систему на примеси, очистить, и при необходимости, заменить фильтр-осушитель.</p> <p>См. главу «Соленоидные клапаны»</p> <p>Снизьте окружающую температуру или установите теплообменник между жидкостной магистралью и магистралью всасывания или теплоизолируйте эти две магистрали.</p> <p>Поменяйте местами вход и выход охлаждающей воды (потоки воды и хладагента должны быть направлены в противоположные стороны).</p> <p>См. «Слишком низкое давление конденсации».</p> <p>Замените клапан или откройте его полностью.</p> <p>Установите теплообменник между жидкостной и всасывающей магистралями перед подъемным участком жидкостной магистрали.</p> <p>Замените или настройте регулятор KVR на правильное значение.</p> <p>Установите, при необходимости, заданное давление конденсации при помощи клапанов (KVD+KVR) или регулятора скорости вращения вентилятора типа VLT.</p> <p>Дозаправьте систему, убедившись, что отсутствую т неисправности по п.п. а), б), в), г), д), е), ж), з) во избежание опасности перезаправки системы.</p>

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Воздухоохладитель. Испаритель заблокирован инеем.	<p>а) Неисправность системы оттаивания.</p> <p>б) Влажность в холодильной камере слишком высокая из-за влаги, поступающей от:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) распакованных продуктов; 2) доступа воздуха в камеру через щели или открытую дверь. 	<p>Установите систему оттаивания или настройте систему на требуемый режим работы.</p> <p>Упакуйте продукты или установите требуемый режим оттаивания испарителя. Восстановите герметичность. Держите двери плотно закрытыми.</p>
Воздухоохладитель. Испаритель покрыт инеем только в районе магистрали, примыкающей к ТРВ.	<p>Слишком небольшое количество хладагента подается в испаритель из-за:</p> <p>а) дефектов ТРВ, например:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) недостаточное проходное сечение; 2) слишком большой перегрев; 3) частичная потеря наполнителя термобаллона; 4) частично заблокирована сетка фильтра; 5) частично заблокировано проходное сечение клапана. <p>б) Неисправность, описанная в разделе "Пузырьки газа в смотровом стекле".</p>	<p>См. стр. 175 и 176.</p> <p>См. "Пузырьки газа в смотровом стекле".</p>
Воздухоохладитель. Испаритель вышел из строя..	Деформированы ребра	Выпрямить ребра, используя гребень.
Слишком высокая влажность в холодильной камере при нормальной температуре воздуха.	<p>а) Слишком большая поверхность испарителя является причиной работы системы при избыточной температуре кипения в течение короткого времени.</p> <p>б) Нагружена холодильную камеру незначительно, например, зимой (происходит недостаточное обезвоживание из-за короткого времени работы компрессора в течение суток).</p>	<p>Замените на испаритель меньшего размера.</p> <p>Обеспечить необходимую влажность с помощью гигрометра, нагревательного элемента и защитного термореле КР 62.</p>
Слишком низкая влажность воздуха в холодильной камере.	<p>а) Плохая изоляция холодильной камеры</p> <p>б) Большое внутреннее выделение энергии, например, от света и вентиляторов.</p> <p>в) Поверхность испарителя слишком мала, что приводит к длительному времени работы холодильной установки при низкой температуре кипения.</p>	<p>Усильте изоляцию.</p> <p>Сократите расход энергии внутри камеры.</p> <p>Установите испаритель большего размера.</p>

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Слишком высокая температура в холодильной камере.	<ul style="list-style-type: none"> a) Дефект термореле камеры. б) Слишком низкая производительность компрессора. в) Слишком высокая нагрузка на холодильную камеру из-за: <ul style="list-style-type: none"> 1) загрузки неохлажденных продуктов; 2) большого рассеивания энергии от ламп и вентиляторов; 3) плохо изолированной холодильной камеры; 4) большого доступа воздуха. г) Испаритель очень мал. д) Недостаточное поступление хладагента или его отсутствие в испарителе. е) Регулятор давления испарения настроен на очень высокое давление испарения. ж) Настройка реле низкого давления слишком завышена. з) Клапан регулятора производительности открывается при слишком высоком давлении кипения. и) Регулятор давления в картере настроен на слишком высокое давление открытия. 	<p>См. раздел «Реле температуры». См. раздел «Компрессор».</p> <p>Снизьте нагрузку на холодильную камеру и увеличьте производительность системы.</p> <p>Уменьшите потребление энергии или увеличьте мощность системы.</p> <p>Усильте теплоизоляцию.</p> <p>Восстановите герметичность камеры и сократите время открывания дверей.</p> <p>Замените на испаритель больших размеров.</p> <p>См. «Пузырьки пара в смотровом стекле, установленном перед ТРВ» и руководство для монтажников», стр. 175 и 176.</p> <p>Настройте регулятор давления испарения на правильное значение, используя манометр.</p> <p>Настройте реле низкого давления на правильное давление срабатывания, используя манометр.</p> <p>Настройте регулятор на более низкое давление открытия.</p> <p>Если компрессор оснащен регулятором, настройте его на более высокое давление открытия.</p>
Слишком низкая температура в холодильной камере	<ul style="list-style-type: none"> a) Дефект реле температуры: <ul style="list-style-type: none"> 1) реле температуры настроено на низкое значение; 2) неправильная установка термобаллона. б) Слишком низкая температура окружающего воздуха. 	<p>См. стр. 180.</p> <p>В случае крайней необходимости установите электрический подогреватель, управляемый термореле.</p>
Слишком высокое давление всасывания.	<ul style="list-style-type: none"> a) Компрессор очень мал. б) Один или несколько клапанов подтекают. в) Регулятор производительности неисправен или неправильно настроен. г) Слишком высокая нагрузка на систему. д) Течет клапан оттаивания горячим газом. 	<p>Замените компрессором большего размера.</p> <p>Заменить клапанную доску.</p> <p>Замените, отремонтируйте или правильно настройте регулятор производительности.</p> <p>Снизьте нагрузку, установите компрессор большего размера или установите регулятор давления в картере типа KVL.</p> <p>Замените клапан.</p>
Слишком высокое давление всасывания и слишком высокая температура всасываемого газа	<ul style="list-style-type: none"> a) Слишком низкая уставка перегрева ТРВ или неправильная установка термобаллона. б) Слишком большое проходное сечение клапанного узла. в) Течь жидкости в теплообменнике между диниями жидкости и газа. 	<p>См. стр. 175 и 176.</p> <p>Замените на узел с меньшим проходным сечением.</p> <p>Замените теплообменник.</p>
Слишком низкое давление всасывания. Компрессор работает непрерывно.	Неправильно настроено или вышло из строя реле низкого давления.	Настройте или замените реле низкого давления KP1 или двухблочное реле KP 15.

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Слишком низкое давление всасывания, компрессор работает нормально или короткими циклами	<p>а) Низкая нагрузка на систему.</p> <p>б) Недостаток количества хладагента в испарителе из-за:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) недостатка хладагента в ресивере; 2) слишком длинной магистралю жидкости; 3) слишком малого диаметра трубопровода жидкостной магистрали; 4) крутых изгибов трубопровода жидкостной магистрали; 5) частичной блокировки фильтра-осушителя; 6) залипания соленоидного клапана; 7) недостаточного переохлаждения жидкости; 8) дефект ТРВ <p>в) Испаритель слишком мал.</p> <p>г) Неисправен вентиль испарителя.</p> <p>д) Слишком большой перепад давления на испарителе и/или в магистрали всасывания.</p> <p>е) Отсутствует или недостаточно эффективна система оттаивания.</p> <p>ж) Замерзание рассола.</p> <p>з) Недостаточен расход воздуха или рассола через охладитель.</p> <p>и) Скопление масла в испарителе.</p>	<p>Настройте регулятор производительности или увеличьте дифференциал реле низкого давления.</p> <p>См. “Уровень жидкости в ресивере слишком низкий”.</p> <p>См “Пузырьки газа в смотровом стекле”. То же.</p> <p>То же.</p> <p>См. «Пузырьки пара в смотровом стекле».</p> <p>То же. То же.</p> <p>См. стр. 175 и 176. Замените испарителем большего размера. Замените или отремонтируйте вентиль. Замените, при необходимости, испаритель и/или магистраль всасывания.</p> <p>Установите систему оттайки или отладьте работу системы оттайки.</p> <p>Увеличьте концентрацию рассола и установите систему защиты от замерзания.</p> <p>Выявите причину и устраните неисправность. См. “Воздухоохладители” и “Жидкостные охладители”.</p> <p>См. “Уровень масла в картере очень низкий”.</p>
Колебания давления всасывания. Терморегулирующий вентиль работает нормально.	<p>а) Слишком низкий перегрев ТРВ</p> <p>б) Слишком большой клапаный узел.</p> <p>в) Неисправность регулятора производительности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) выбран слишком большой регулятор производительности; 2) неправильно настроено реле ступенчатого регулирования давления. 	<p>См стр. 175 и 176.</p> <p>Установите регулятор производительности КVC меньших размеров. Настройте реле на более широкий диапазон давления включения/отключения.</p>
Колебания давления всасывания. Электронный терморегулирующий вентиль работает нормально.	Колебания не опасны.	Ничего не предпринимайте.
Слишком высокая температура всасываемого газа.	<p>В испаритель поступает недостаточное количество хладагента.</p> <ol style="list-style-type: none"> а) Недостаточное количество хладагента в системе. б) Неисправность в жидкостной магистрали или ее узлах. <p>в) Слишком высокий перегрев ТРВ или частичная потеря наполнителя термобаллона.</p>	<p>Заправьте систему хладагентом до требуемого уровня.</p> <p>Обратитесь к разделам: “Уровень жидкости в ресивере”, “Холодный фильтр-осушитель”, “Пузырьки в смотровом стекле”, “Слишком низкое давление всасывания”.</p> <p>См. стр. 175 и 176.</p>
Слишком низкая температура всасываемого газа.	<p>Избыточное количество хладагента, поступающего в испаритель по причинам:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) ТРВ отрегулирован на очень низкое значение перегрева; б) неправильная установка термобаллона ТРВ (в очень горячей точке или плохой контакт с трубой). 	<p>См. стр. 175 или 176.</p> <p>См. стр. 175 или 176.</p>

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Компрессор работает короткими циклами (отключение по реле низкого давления).	<ul style="list-style-type: none"> a) Производительность компрессора в любой момент времени слишком велика по сравнению с нагрузкой. b) Слишком большой компрессор. c) Уставка регулятора давления кипения слишком высока. 	<p>Организуите регулирование производительности с помощью регулятора производительности KVC или соедините компрессоры параллельно.</p> <p>Замените на компрессор меньшего размера.</p> <p>Используя манометр, настройте регулятор давления KVR на заданную величину.</p>
Компрессор работает короткими циклами (отключение по реле высокого давления).	<ul style="list-style-type: none"> a) Слишком высокое давление конденсации. b) Неисправность реле высокого давления. c) Реле высокого давления настроено на очень низкое давление срабатывания. 	<p>См. «Слишком высокое давление конденсации».</p> <p>Замените реле высокого давления KP5/7 или двухблочное реле KP15.</p> <p>Используя манометр, настройте реле давления на правильную величину. Исключите работу компрессора короткими циклами ручной настройкой реле высокого давления.</p>
Слишком высокая температура трубопровода на линии нагнетания	Слишком высокая температура трубопровода нагнетания.	Заменить клапанную доску. См. также "Слишком высокая температура нагнетания".
Компрессор. Слишком холодный компрессор.	Слишком высокий расход хладагента от испарителя в магистраль всасывания и, возможно, в компрессор из-за неправильной настройки TPV.	Настроить TPV на более низкий перегрев, используя метод MSS, см. "Терморегулирующие вентили на стр. 175 и 176".
Компрессор. Слишком горячий компрессор.	<ul style="list-style-type: none"> a) Компрессор и его электродвигатель перегружены из-за большой нагрузки на испаритель и слишком высокого давления всасывания. b) Недостаточное охлаждение электродвигателя из-за: <ul style="list-style-type: none"> 1) недостаточного количества жидкости в испарителе; 2) низкой нагрузки на испаритель; 3) негерметичности клапанов всасывания/нагнетания компрессора; 4) сильного перегрева газа на теплообменнике или аккумуляторе на линии всасывания. v) Слишком высокое давление конденсации. 	<p>Уменьшите нагрузку на испаритель или установите более мощный компрессор.</p> <p>Устранить неисправность в магистрали между конденсатором и TPV (см. "Слишком низкое давление всасывания").</p> <p>То же.</p> <p>Заменить клапанную доску.</p> <p>Обойти теплообменник или установить, по возможности, теплообменник меньшего размера.</p> <p>См. "Слишком высокое давление конденсации".</p>
Стуки a) постоянные; b) в момент пуска.	<ul style="list-style-type: none"> a) Гидроудары в цилиндрах из-за попадания жидкости в компрессор. b) Кипение масла из-за высокого уровня жидкости в картере. c) Износ трущихся деталей компрессора, в особенности подшипников. 	<p>Настроить TPV на низкий перегрев, используя метод MSS.</p> <p>Установите внутренний или наружный подогреватель картера.</p> <p>Отремонтируйте или замените компрессор.</p>
Компрессор Слишком высокий уровень масла в картере компрессора. a) при большой тепловой нагрузке на систему; b) при остановке или запуске.	<p>Избыточное количество масла в системе.</p> <p>Смешивание хладагента с маслом в картере из-за низкой температуры окружающего воздуха.</p>	<p>Слейте масло до нужного уровня, убедившись сначала, что большое количество масла не связано с поглощением в нем хладагента.</p> <p>Установить на компрессоре подогреватель картера (наружный или внутренний).</p>

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
<p>Компрессор Слишком низкий уровень масла в картере компрессора</p>	<p>a) Недостаточное количество масла. b) Плохой возврат масла из испарителя из-за: 1) очень большого диаметра вертикального участка всасывающего трубопровода; 2) отсутствия маслоотделителя; 3) недостаточного наклона горизонтального участка всасывающего трубопровода.</p> <p>c) Износ поршня, поршневых колец и цилиндра. d) Для компрессоров, соединенных параллельно: 1) С уравнильной трубой: Компрессоры установлены не в одной плоскости. Диаметр уравнильной трубы недостаточен. 2) С регулятором уровня масла: Поплавковый клапан частично или полностью заблокирован. Поплавковый клапан залип. e) Возврат масла из маслоотделителя полностью или частично заблокирован или произошло залипание поплавоквого клапана.</p>	<p>Наполните картер маслом до установленного уровня, убедившись сначала, что низкий уровень масла в картере не является результатом его накопления в испарителе. Установите масляную ловушку на высоте от 1,2 до 1,5 м на вертикальном участке всасывающего трубопровода. Если жидкость поступает в нижнюю часть испарителя, необходимо поменять местами входные и выходные трубопроводы (жидкость движется вверх). Замените изношенные детали.</p> <p>При всех условиях эксплуатации: компрессор, включившийся последним, наиболее страдает от недостатка масла.</p> <p>Установите компрессоры в одной горизонтальной плоскости.</p> <p>Установите уравнильную трубу большего диаметра. При необходимости установите уравнильную трубу над уровнем масла. Очистите или замените поплачковую камеру с поплачковым клапаном.</p> <p>Очистите или замените трубку возврата масла или замените поплачковый клапан или маслоотделитель.</p>
<p>Компрессор Масло вскипает при включении компрессора</p>	<p>a) Из-за низкой температуры воздуха хладагент интенсивно поглощается маслом в картере компрессора. b) Системы с маслоотделителями. При отключении системы хладагент интенсивно поглощается маслом в маслоотделителе.</p>	<p>Установите подогреватель снаружи или внутри компрессора.</p> <p>Маслоотделитель при включении слишком холодный. Установите нагреватель, управляемый термореле, или соленоидный клапан с временной задержкой в трубопровод возврата масла. Установите обратный клапан в нагнетательный трубопровод после маслоотделителя.</p>
<p>Компрессор Кипение масла при работе установки.</p>	<p>a) Натекание жидкого хладагента из испарителя в картер компрессора. b) Системы с маслоотделителем: Поплавковый клапан не закрывается полностью.</p>	<p>Настройте TPV на более высокое значение перегрева методом MSS. Замените поплачковый клапан или весь маслоотделитель.</p>
<p>Компрессор Изменение цвета масла.</p>	<p>Загрязнение системы является следствием: 1) не соблюдалась чистота в процессе монтажа; 2) разложение масла из-за влаги в системе; 3) разложение масла из-за высокой температуры нагнетательной трубы; 4) частицы износа трущихся деталей; 5) недостаточная очистка после пережога электродвигателя.</p>	<p>Во всех случаях загрязнения замените масло и фильтр-осушитель. При необходимости проведите очистку системы. При необходимости проведите очистку системы. Выявите и устраните причину нагрева магистрали нагнетания. См. "Слишком высокая температура магистрали нагнетания". При необходимости проведите очистку установки. Проведите очистку установки. Замените изношенные детали или установите новый компрессор. Очистите холодильную установку. Установите антикислотный фильтр типа DA. При необходимости замените фильтр несколько раз.</p>

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
<p>Компрессор Компрессор не включается.</p>	<p>a) Недостаточное напряжение или отсутствие напряжения на предохранителях. б) Предохранители перегорели.</p> <p>в) Выход из строя предохранителя в цепи управления. г) Основной переключатель не включен. д) Сработала тепловая защита электродвигателя или вышла из строя по причинам: 1) избыточное давление всасывания; 2) слишком высокое давление конденсации; 3) отложение грязи или меди на подшипниках компрессора и т.д.; 4) слишком низкое напряжение электропитания; 5) отключение одной фазы; 6) короткое замыкание в обмотке электродвигателя (двигатель сгорел).</p> <p>е) Сработала защита двигателя из-за избыточного тока потребления.</p> <p>ж) Контакты пускателя сгорели из-за: 1) большого пускового тока; 2) небольшой площади контактов.</p> <p>з) Сработали другие устройства защиты (неправильно настроены или вышли из строя): Реле перепада давления на линии подачи масла (отсутствие масла, кипение масла); Реле высокого давления; Реле низкого давления;</p> <p>Реле протока (недостаточная концентрация рассола, отказ насоса перекачки рассола, блокирование фильтра в линии перекачки рассола, слишком низкая). Реле защиты от замерзания (недостаточная концентрация рассола, отказ насоса перекачки рассола, блокирование фильтра в линии перекачки рассола, слишком низкая).</p>	<p>Обратитесь в энергоснабжающую компанию.</p> <p>Определите неисправность. Замените предохранитель. Определите неисправность. Замените предохранитель. Включите выключатель. Определите причину неисправности, отремонтируйте или замените защиту. См. "Слишком высокое давление всасывания".</p> <p>См. "Слишком высокое давление конденсации".</p> <p>Очистите систему охлаждения, заменить компрессор и фильтр-осушитель. Обратитесь в энергоснабжающую компанию.</p> <p>Найдите и устраните неисправность (обычно это выход из строя предохранителя фазы). Очистите систему охлаждения, замените компрессор и фильтр-осушитель.</p> <p>Определите и устраните причину большого тока потребления, запустите систему, когда обмотка остынет (занимает времени).</p> <p>Определите и устраните причину перегрузки двигателя, замените контакты. Установите контакты большого размера.</p> <p>Во всех случаях перед запуском системы определите и устраните причину неисправности. См. "Компрессор. Слишком низкий уровень масла" и "Компрессор. Вскипание масла". См. "Слишком высокое давление конденсации".</p> <p>См. "Слишком низкое давление всасывания".</p> <p>Определите причину уменьшения расхода и прекращения протекания рассола. См. "Охладители жидкости".</p> <p>Определите причину слишком низкой температуры рассола. См. "Охладители жидкости".</p>

Устранение неисправностей (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Компрессор Компрессор не включается.	<p>и) Сработали, неправильно настроены или неисправны регулирующие устройства: регулятор низкого давления, реле температуры воздуха.</p> <p>к) Обмотка двигателя сгорела.</p> <p>1. Негерметичный компрессор: Компрессор и двигатель перегружены; Мала мощность двигателя.</p> <p>Герметичный и полугерметичный компрессоры: Компрессор и двигатель перегружены;.</p> <p>Образование кислоты в холодильной установке.</p> <p>л) Заклинивание подшипников или цилиндров компрессора из-за:</p> <p>1) частиц грязи в системе охлаждения;</p> <p>2) осаждения меди на металлических деталях из-за образования кислоты в холодильной системе;</p> <p>3) недостатка или отсутствия смазки в результате:</p> <p>Неисправности масляного насоса; Кипения масла в картере; Недостаточного количества масла.</p> <p>Скопления масла в испарителе.</p> <p>Плохого или полного отсутствия выравнивания масла в параллельно соединенных компрессорах (компрессор, включенный вторым, получает недостаточное количество масла).</p>	<p>Выявите и устраните неисправность. См. “Слишком низкое давление всасывания”, стр. 179, 175 и 176.</p> <p>Определите и устраните причину перегрузки. Замените электродвигатель Замените на двигатель большей мощности.</p> <p>Определите и устраните причину перегрузки. Замените компрессор.</p> <p>Выявите и устраните причину образования кислоты, снимите компрессор, промойте, при необходимости, систему охлаждения, установите новый антикислотный фильтр типа DN, заполните систему маслом и хладагентом, установите новый компрессор.</p> <p>Очистите систему и установите новые фильтроосушитель и компрессор. Очистите систему и установите новые фильтроосушитель и компрессор.</p> <p>Во всех случаях: выявите и устраните неисправность, замените неисправные детали или установите новый компрессор.</p> <p>См. “Компрессор. «Вскипание масла”. См. “Компрессор. «Слишком низкий уровень масла в картере компрессора».</p> <p>См. “Компрессор. «Слишком низкий уровень масла в картере компрессора».</p> <p>См. “Компрессор. «Слишком низкий уровень масла в картере компрессора».</p>
Компрессор работает без отключения. Слишком низкое давление всасывания	<p>Реле низкого давления настроено на слишком низкое давление срабатывания или дефект реле.</p>	<p>См. “Слишком низкое давление всасывания”.</p>
Компрессор работает без отключения. Слишком высокое давление всасывания	<p>а) Клапаны всасывания/нагнетания компрессора не герметичны.</p> <p>б) Производительность компрессора слишком низкая по сравнению с тепловой нагрузкой на систему.</p>	<p>Замените клапанную доску.</p> <p>Уменьшите нагрузку или установите более мощный компрессор.</p>

Устранение неисправностей в терморегулирующих вентилях

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
<p>Слишком высокая температура воздуха в камере</p>	<p>Слишком большие потери давления в испарителе. Недостаточное переохлаждение жидкости на входе в ТРВ.</p> <p>Потери давления в ТРВ выше расчетных.</p> <p>Термобаллон установлен слишком далеко от выхода испарителя или слишком близко от массивных клапанов, фланцев и т.п.</p> <p>ТРВ закупорен льдом или другими загрязнениями.</p> <p>Слишком малая производительность ТРВ.</p> <p>Утечка наполнителя из термочувствительной системы.</p> <p>Перетекание наполнителя из термобаллона в надмембранную полость.</p>	<p>Установите ТРВ с внешним выравниванием давления. Отрегулируйте перегрев (при необходимости). Проверьте переохлаждение жидкости на входе в ТРВ. В случае необходимости увеличьте переохлаждение. Проверьте перепад давления на ТРВ. Установите клапанный узел с отверстием большего проходного сечения. Отрегулируйте перегрев (при необходимости). Проверьте размещение термобаллона. Отодвиньте его от массивных деталей.</p> <p>Очистите ТРВ. Проверьте цвет индикатора в смотровом стекле (зеленый цвет означает, что в системе слишком много влаги). Замените фильтр-осушитель. Проверьте масло в системе. Слить или долить масло? Поменять компрессор? Очистите фильтры.</p> <p>Проверьте мощность холодильной установки и сравните ее с производительностью ТРВ. Установите клапанный узел с отверстием большего проходного сечения или более мощный ТРВ. Отрегулируйте перегрев.</p> <p>Проверить ТРВ на наличие утечки. Сменить ТРВ и отрегулируйте перегрев.</p> <p>Проверьте заправку ТРВ. Выявите и устраните причину перетекания. Отрегулируйте перегрев.</p>
<p>Слишком высокая температура воздуха в камере</p>	<p>Плохой контакт между термобаллоном и трубопроводом всасывания.</p> <p>Испаритель полностью или частично покрыт инеем.</p>	<p>Проверьте крепление капсулы на всасывающем трубопроводе. При необходимости, теплоизолируйте термобаллон.</p> <p>Проведите оттаивание испарителя.</p>
<p>Колебания параметров системы охлаждения.</p>	<p>ТРВ настроен со слишком низким перегревом.</p> <p>Слишком высокая производительность ТРВ.</p>	<p>Отрегулируйте перегрев ТРВ.</p> <p>Замените ТРВ или установите клапанный узел с отверстием меньшего проходного сечения. Отрегулируйте перегрев.</p>
<p>Колебания параметров системы охлаждения при слишком высокой температуре в камере</p>	<p>Неправильно установлен термобаллон: на коллекторе, на вертикальном участке после масляной ловушки, вблизи массивных вентилей, фланцев и т.п. или после внутреннего теплообменника</p>	<p>Проверьте расположение термобаллона. Разместите его так, чтобы он получал достоверный сигнал. Добейтесь, чтобы он был правильно закреплен на трубопроводе всасывания. Отрегулируйте перегрев.</p>
<p>Слишком высокое давление всасывания</p>	<p>Попадание во всасывающую магистраль неспарившейся жидкости: — большое сечение ТРВ; — неправильная регулировка ТРВ.</p> <p>Утечка наполнителя из термочувствительной системы.</p> <p>Перетекание наполнителя из термобаллона в надмембранную полость.</p>	<p>Проверьте мощность холодильной установки и сравните ее с производительностью ТРВ. Установите клапанный узел с отверстием большего проходного сечения или более мощный ТРВ. Отрегулируйте перегрев.</p> <p>Проверить ТРВ на наличие утечки. Заменить ТРВ и отрегулируйте перегрев.</p> <p>Увеличьте перегрев. Проверьте производительность ТРВ и сравните ее с тепловой нагрузкой на систему. Замените ТРВ или клапанный узел. Отрегулируйте перегрев.</p>

Устранение неисправностей в терморегулирующих вентилях (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Слишком низкое давление всасывания	Большие потери давления на испарителе.	Установите ТРВ с внешним выравниванием давления. Отрегулируйте перегрев.
	Недостаточное переохлаждение на входе в ТРВ.	Проверьте переохлаждение жидкости на входе в ТРВ. Добейтесь более высокого переохлаждения.
	Перегрев в испарителе слишком большой.	Проверьте и отрегулируйте перегрев.
	Потери давления на ТРВ выше расчетных.	Проверьте потери давления на ТРВ. Установить ТРВ или клапанный узел с большим проходным сечением отверстия.
	Неправильно установлен термобаллон: в потоке холодного воздуха или вблизи массивных клапанов, фланцев и т.п.	Проверьте расположение термобаллона. При необходимости теплоизолируйте его от окружающей среды. Отодвиньте термобаллон от массивных деталей.
	Слишком малый ТРВ.	Сравните мощность установки с хладопроизводительностью ТРВ. Установите ТРВ или клапанный узел с большим проходным сечением отверстия. Отрегулируйте перегрев.
	ТРВ закупорен льдом или грязью.	Очистите ТРВ. Проверьте цвет индикатора в смотровом стекле (желтый цвет указывает на повышенное содержание влаги). При необходимости замените фильтр-осушитель. Проверьте масло в системе охлаждения. Заменить или долить масло? Заменить компрессор? Очистите фильтр.
	Утечка наполнителя из термобаллона.	Проверьте заправку ТРВ. Замените ТРВ и отрегулируйте перегрев.
	Перетекание наполнителя из термобаллона в ТРВ.	Проверьте заправку ТРВ. Замените ТРВ и отрегулируйте перегрев.
Испаритель полностью или частично покрыт инеем.	Проведите оттаивание испарителя.	
Гидравлический удар в компрессоре.	Слишком большая производительность ТРВ.	Замените ТРВ или клапанный узел меньшим проходным сечением отверстия. Отрегулируйте перегрев.
	Установлен слишком низкий перегрев..	Увеличьте перегрев.
	Плохой контакт термобаллона ТРВ с всасывающим трубопроводом.	Проверьте крепление термобаллона на трубопроводе и при необходимости теплоизолируйте его.
	Термобаллон установлен в слишком горячем месте или вблизи массивных деталей (клапанов, фланцев и т.п.).	Проверьте расположение термобаллона на всасывающем трубопроводе. Переместите его в соответствующее место.

Устранение неисправностей в соленоидных клапанах

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Соленоидный клапан не открывается	Нет напряжения на катушке.	<p>Проверьте, открыт или закрыт клапан:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) примените детектор магнитного поля; 2) приподнимите катушку. <p>Должно ощущаться сопротивление подъему.</p> <p>Внимание! Никогда не снимайте катушку при включенном электропитании: катушка может сгореть.</p> <p>Проверьте монтажную схему и цепь подключения катушки.</p> <p>Проверьте контакты реле.</p> <p>Проверьте подключение проводов.</p> <p>Проверьте предохранители.</p>
	Несоответствие напряжения/частоты номинальному значению.	<p>Сравните характеристики катушки с измеренными значениями.</p> <p>Замерьте рабочее напряжение на катушке.</p> <p>Допустимые отклонения:</p> <ul style="list-style-type: none"> на 10% выше номинального значения напряжения; на 15% ниже номинального значения напряжения. <p>При необходимости замените на катушку с соответствующими параметрами.</p>
	Катушка сгорела.	См. признак неисправности "Катушка сгорела".
	Слишком высокий перепад давления на клапане.	<p>Проверьте технические характеристики клапана и допустимый перепад давления на клапане.</p> <p>Замените на более подходящий клапан.</p> <p>Проверьте мембрану и/или кольца плунжера и замените кольцевые уплотнения и прокладки*.</p> <p>Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.</p>
	Повреждена или изогнута труба сердечника.	Замените дефектные детали*.
	Грязь в диафрагме и плунжере.	<p>Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.</p> <p>Замените дефектные детали*.</p> <p>Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.</p>
	Грязь на седле клапана. Грязь на сердечнике.	<p>Очистите от грязи.</p> <p>Замените дефектные детали*.</p> <p>Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.</p>
	Коррозия/трещины.	<p>Замените дефектные детали*.</p> <p>Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.</p>
При разборке клапана выявилось отсутствие отдельных деталей.	<p>Установите недостающие детали.</p> <p>Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.</p>	

*См. табличные данные в инструкции. См. также каталог запасных частей <http://www.danfoss.com>.

Устранение неисправностей в соленоидных клапанах (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Соленоидный клапан открывается не полностью.	Слишком малый перепад давления.	Проверьте технические характеристики клапана и значение перепада давления. Замените на более подходящий клапан. Замените мембрану и/или кольца плунжера. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	Повреждение или изгиб трубки сердечника.	Замените дефектные детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	Грязь на мембране и в плунжере.	Замените дефектные детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	Грязь на седле клапана. Грязь на сердечнике.	Очистите от грязи. Замените дефектные детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	Коррозия/растрескивание.	Замените дефектные детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	При разборке клапана выявилось отсутствие отдельных деталей.	Установите недостающие детали. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
Соленоидный клапан не закрывается или закрывается не полностью.	Постоянное напряжение на катушке.	Приподнимите катушку. Должно ощущаться сопротивление подъему. Внимание! Никогда не снимайте катушку при включенном электропитании: катушка может сгореть. Проверьте монтажную схему и цепь подключения катушки. Проверьте контакты реле. Проверьте подключение проводов. Проверьте предохранители.
	Ручной шпindel не поворачивается в исходное положение.	Проверьте положение шпинделя.
	Пульсации давления в нагнетательной магистрали. Слишком высокий перепад давления на клапане в положении «открыт». Давление на выходе иногда превышает давление на входе.	Проверьте технические характеристики клапана. Проверьте давление и условия течения хладагента. Замените на более подходящий клапан. Проверьте остальные узлы системы.
	Повреждение или изгиб трубки сердечника.	
	Неисправность клапанной пластины, седла клапана или мембраны	Замените дефектные детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	Неправильная установка мембраны и опорной пластины.	Проверьте давление и условия течения хладагента Замените дефектные детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	Грязь на клапанной пластине. Загрязнения проходного отверстия пилотной линии. Грязь в трубке сердечника.	Проверьте правильность монтажа клапана*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*. Очистите от загрязнений. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
Соленоидный клапан не закрывается или закрывается не полностью.	Коррозия/растрескивание проходных отверстий пилота и клапана.	Замените дефектные детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.
	Отсутствуют детали после разборки клапана.	Установите отсутствующие детали*. Замените кольцевые уплотнения и прокладки*.

*См. табличные данные в инструкции. См. также каталог запасных частей <http://www.danfoss.com>.

Устранение неисправностей в соленоидных клапанах (продолжение)

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Шум в соленоидном клапане	Звук определенной частоты (клапан гудит).	Причина не в соленоидном клапане. Проверьте параметры электропитания.
	Гидравлический удар при открытии клапана.	См. раздел “Соленоидные клапаны”.
	Гидравлический удар при закрытии клапана.	См. раздел “Соленоидные клапаны”.
Катушка сгорела (напряжение подано, катушка холодная)	Слишком большой перепад давления и/или пульсации давления в нагнетательной магистрали.	Проверьте технические характеристики клапана. Проверьте давление и условия течения. Замените на более подходящий клапан. Проверьте остальные узлы системы.
	Напряжение и частота не соответствуют номинальным значениям.	Сравните характеристики катушки с измеренными значениями. Проверьте рабочее напряжение на катушке. Допустимые отклонения: на 10% выше номинального значения напряжения; на 15% ниже номинального значения напряжения. При необходимости замените на катушку с соответствующими параметрами.
	Короткое замыкание в катушке (возможно, из-за влаги в катушке).	Проверьте отсутствие короткого замыкания в остальных узлах системы. Проверьте цепь подключения катушки. После определения отказа замените катушку (убедившись в наличии напряжения питания). Проверьте кольцевые уплотнения трубки сердечника и уплотнения под гайкой.
	Не поднимается сердечник: 1) изгиб или неисправность трубки сердечника; 2) неисправность сердечника; 3) загрязнения в трубке сердечника.	Замените дефектные детали ¹ . Очистите от грязи. Замените кольцевые уплотнения и прокладки ¹ .
	Слишком высокая температура окружающего воздуха.	Сравните характеристики клапана и катушки с условиями эксплуатации. Замените на более подходящий клапан.
	Слишком высокая температура рабочей среды.	Смените, при необходимости, положение клапана в системе. Проверьте соответствие характеристик катушки с условиями эксплуатации. Усыльте вентиляцию в месте расположения клапана и катушки.
Выход из строя плунжера, колец плунжера (для соленоидных клапанов с сервоприводом типа EVSA).	Замените дефектные детали ¹ . Замените кольцевые уплотнения и прокладки ¹ .	

¹См. табличные данные в инструкции. См. также каталог запасных частей <http://www.danfoss.com>.

Устранение неисправностей в реле давления

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
<p>Реле высокого давления отключено Внимание! Не запускайте установку, не установив и не устранив неисправность.</p>	<p>Слишком высокое давление конденсации по причине: — поверхность конденсатора покрыта грязью или пылью; — остановился вентилятор или не хватает расхода воды для охлаждения конденсатора, — перегорел предохранитель, пробита фаза или неисправен вентилятор; — избыток хладагента в контуре; — наличие воздуха в контуре.</p>	<p>Устраните отмеченные неисправности.</p>
<p>Реле низкого давления не отключает компрессор</p>	<p>а) Установлен слишком большой дифференциал: давление срабатывания находится ниже — 1 бар; б) Установлен слишком большой дифференциал: давление в системе не может достичь давления срабатывания реле.</p>	<p>Увеличьте уставку давления или уменьшите дифференциал.</p>
<p>Слишком короткое время работы компрессора</p>	<p>а) Слишком малый дифференциал реле низкого давления. б) Слишком малая уставка давления реле высокого давления, близкая к номинальному рабочему давлению. в) Слишком высокое давление конденсации вследствие: — загрязненности поверхности конденсатора*, — отключения вентилятора или недостаточного расхода охлаждающей воды, —отключения фазы, срабатывания предохранителей или неисправности электродвигателя вентилятора; — избытка хладагента в контуре; — наличия воздуха в контуре.</p>	<p>а) Увеличьте дифференциал. б) Проверьте уставку реле высокого давления: увеличьте ее, если характеристики системы позволяют это сделать. в) Устраните отмеченные неисправности.</p>
<p>Давление срабатывания реле КР7 или КР 17 на стороне высокого давления не соответствует уставке.</p>	<p>Если отклонение давления составляет более 3 бар, срабатывает система защиты сильфона.</p>	<p>Замените реле давления.</p>
<p>Поврежден винт настройки дифференциала одноблочного реле давления и прибор не работает.</p>	<p>Неисправность явилась следствием ручной проверки электрической цепи с правой стороны прибора.</p>	<p>Замените прибор и не пытайтесь выполнять ручную проверку, если отсутствует разрешение фирмы Данфосс.</p>
<p>Пульсации реле высокого давления</p>	<p>Сильфон заполнен жидкостью, препятствующей демпфирующему действию дросселя на входном штуцере.</p>	<p>Установите реле давления так, чтобы жидкость не попадала в сильфон (см. инструкцию). Не допускать обдува сильфона холодным воздухом во избежание конденсации в нем жидкости. Установите демпфирующий дроссель (кодовый номер 060-1048) в конце штуцера.</p>
<p>Периодическое исчезновение контакта в электронном регуляторе при минимальных токе и напряжении.</p>	<p>Слишком высокое сопротивление контактов.</p>	<p>Установите КР с позолоченными контактами.</p>

Устранение неисправностей в реле температуры

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
<p>Короткое время работы компрессора и высокая температура в холодильной камере.</p> <p>Система охлаждения работает со слишком высокими перепадами температур</p>	<p>Капиллярная трубка реле температуры касается более холодного, чем датчик температуры (термобаллон), испарителя или всасывающего трубопровода.</p> <p>а) Слабая циркуляция воздуха вокруг датчика температуры.</p> <p>б) Температура системы охлаждения меняется слишком быстро для реле.</p> <p>в) Реле температуры размещено на холодной стенке камеры.</p>	<p>Установите капиллярную трубку так, чтобы ее наиболее холодной частью был датчик температуры.</p> <p>а) Найти более удачное расположение датчика (более интенсивная циркуляция воздуха, лучший контакт с испарителем).</p> <p>б) Установите реле температуры с датчиком температуры меньшего размера. Уменьшите дифференциал. Проверьте контакт датчика температуры.</p> <p>в) Изолируйте реле температуры от холодной стенки.</p>
<p>Реле температуры не включает компрессор, даже если температура датчика выше заданной величины.</p> <p>Термореле не реагирует при нагреве зонда в руках.</p>	<p>а) Термореле частично или полностью потеряло герметичность (разрушена капиллярная трубка).</p> <p>б) Часть капиллярной трубки с паровым наполнителем более холодная, чем датчик.</p>	<p>а) Замените термореле и правильно установите датчик (термобаллон) и капиллярную трубку.</p> <p>б) Найдите лучшее место для термореле, чтобы термобаллон был наиболее холодной деталью прибора. Установите термореле с адсорбционным наполнителем.</p>
<p>Компрессор продолжает работать, даже если температура датчика ниже заданной величины (величина уставки минус дифференциал)</p>	<p>Термореле с паровым наполнителем настроено без учета графиков, приведенных в технической документации.</p>	<p>При низкой уставке температуры дифференциал больше, чем указано по шкале (см. графики, приведенные в технической документации).</p>
<p>Термореле с адсорбционным наполнителем работает нестабильно</p>	<p>Слишком большие колебания окружающей температуры.</p>	<p>Не допускайте больших колебаний температуры воздуха вокруг термореле. По возможности, установите термореле с паровым наполнителем (не так чувствительным к колебаниям температуры окружающего воздуха). Замените на реле температуры с датчиком большего размера.</p>
<p>Поврежден винт настройки дифференциала одноблочного реле давления и прибор не работает.</p>	<p>Неисправность явилась следствием ручной проверки электрической цепи с правой стороны прибора.</p>	<p>Замените прибор и не пытайтесь выполнять ручную проверку, если отсутствует разрешение фирмы Данфосс.</p>

 *) Find spare part documentation on <http://www.danfoss.com>

Устранение неисправностей в водорегуляторах

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
<p>В конденсаторе с водяным охлаждением слишком высокое повышенное давление конденсации.</p>	<p>Водяной кран WV настроен на слишком высокое давление (расход воды слишком мал).</p> <p>На входе в клапан WV закупорен фильтр.</p> <p>Негерметичность сальфона водяного крана WV.</p> <p>Закупорена или пережата капиллярная трубка между краном WV и конденсатором.</p> <p>Водяной кран WV закрыт вследствие неисправности верхней мембраны.</p>	<p>Увеличьте расход воды, настроив водяной кран на более низкое давление.</p> <p>Очистите фильтр и промойте кран водой, полностью открыв его с помощью двух отверток (см. инструкцию).</p> <p>Проверьте сальфон течеискателем. При необходимости замены сальфона найдите его по кодовому номеру в каталоге запасных частей*. При снятии сальфона давление в нем должно быть уравновешено с атмосферным.</p> <p>Замените капиллярную трубку и правильно установить ее на место.</p> <p>Проверьте мембрану. При необходимости замены найдите ее кодовый номер в каталоге запасных частей. При снятии сальфона давление в нем должно быть уравновешено с атмосферным.</p>
<p>В конденсаторе с водяным охлаждением слишком низкое давление конденсации.</p>	<p>Слишком большой расход воды.</p> <p>Водяной кран WV открыт вследствие неисправности нижней мембраны.</p> <p>Водяной кран не может закрыться из-за грязи на посадочном седле клапана. Клапанный конус залип из-за грязи</p>	<p>Настроить кран WV на меньший расход (более высокое давление).</p> <p>Проверьте мембрану. При необходимости замены найдите ее кодовый номер в каталоге запасных частей. При снятии сальфона давление в нем должно быть уравновешено с атмосферным.</p> <p>Проверьте клапан и промойте его водой. При необходимости замены найдите их кодовый номер в каталоге запасных частей. При снятии сальфона давление в нем должно быть уравновешено с атмосферным. На входе в водяной кран установите фильтр.</p>
<p>Пульсации давления конденсации</p>	<p>Слишком большой водяной кран.</p>	<p>Установите кран меньшего размера.</p>

* Каталог запасных частей приведен в <http://www.danfoss.com>.

Устранение неисправностей в фильтрах и смотровых стеклах

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Индикатор смотрового стекла имеет желтый цвет.	В системе слишком много влаги.	Замените фильтр*.
Недостаточная производительность испарителя.	Слишком большое падение давления на фильтре.	Согласуйте размеры фильтра с производительностью системы. Замените фильтр-осушитель*.
	Фильтр засорен.	Замените фильтр-осушитель*.
	Размеры фильтра недостаточны.	Согласуйте размеры фильтра с производительностью системы. Замените фильтр-осушитель*.
Пузырьки в смотровом стекле, установленном за фильтром.	Слишком большой перепад давления на фильтре.	Согласуйте размеры фильтра с производительностью системы. Замените фильтр-осушитель*.
	Фильтр засорен.	Замените фильтр-осушитель*.
	Недостаточные размеры фильтра.	Согласуйте размеры фильтра с производительностью системы. Замените фильтр-осушитель*.
	Недостаточное переохлаждение.	Установите причину недостаточного переохлаждения. Не добавляйте хладагент только из-за недостаточного переохлаждения.
Выход фильтра холоднее, чем вход (может быть покрыт инеем).	Слишком большое падение давления на фильтре.	Согласуйте размеры фильтра с производительностью системы. Замените фильтр-осушитель*.
	Фильтр засорен.	Замените фильтр-осушитель*.
	Недостаточные размеры фильтра.	Согласуйте размеры фильтра с производительностью системы. Замените фильтр-осушитель*.
	Недостаточное количество хладагента.	Добавьте необходимое количество хладагента.

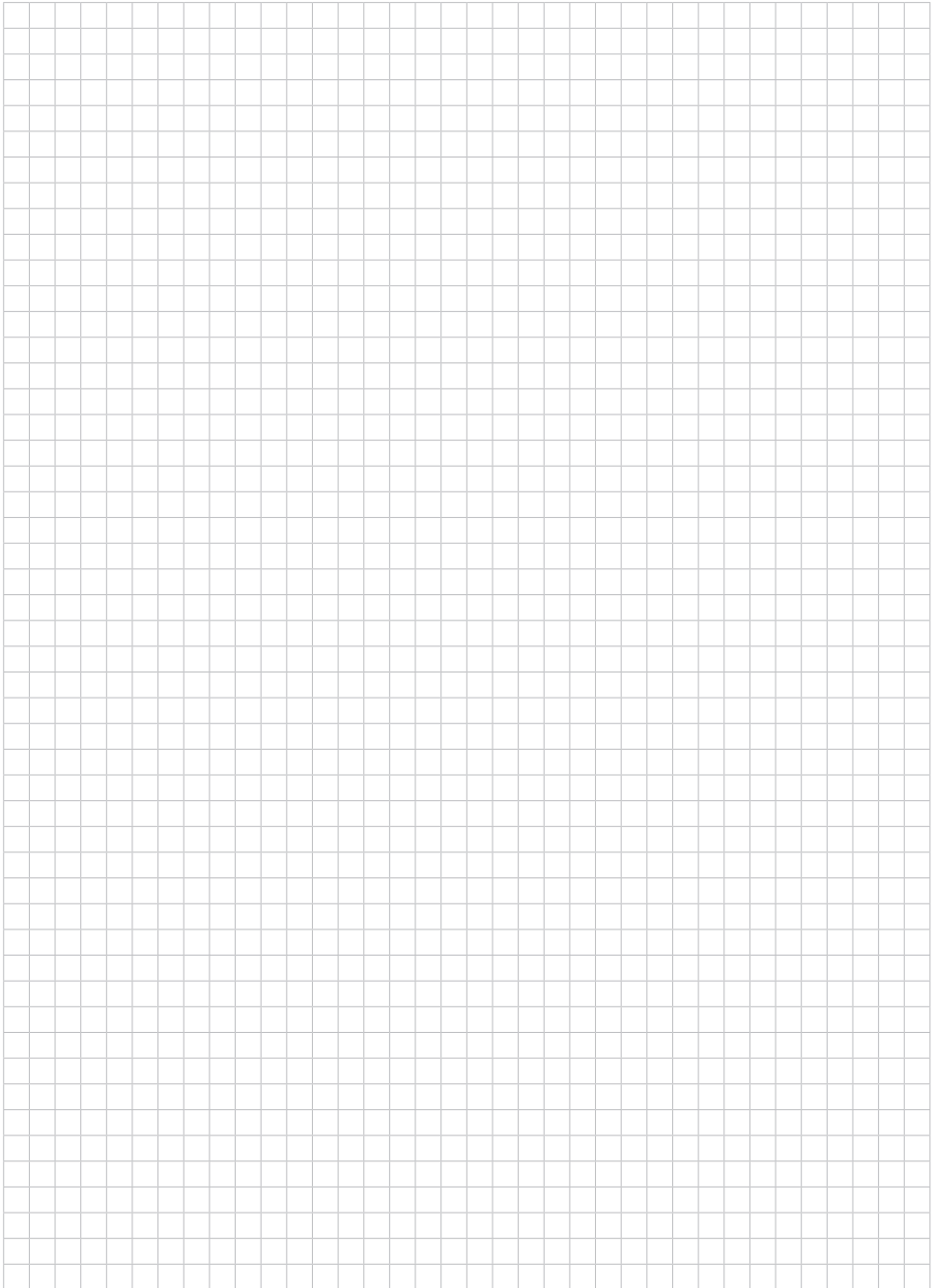
* Не забудьте плотно закрыть штуцеры фильтра.

Устранение неисправностей в регуляторах давления KV

Признак неисправности	Возможная причина	Способы устранения
Слишком высокая температура в камере	Регулятор давления кипения KVP настроен на слишком высокую температуру. Негерметичность сальфона регулятора давления кипения KVP.	Уменьшите уставку регулятора давления кипения. Уставка должна быть на 8-10 К ниже требуемой температуры в камере. Не забудьте после настройки регулятора завернуть защитный колпачок. Медленно отверните защитный колпачок. Если под колпачком обнаружится давление или следы хладагента, значит, сальфон негерметичен. Замените регулятор.
Слишком низкая температура в камере	Регулятор давления кипения KVP настроен на слишком низкую температуру.	Увеличьте уставку регулятора давления кипения. Уставка должна быть на 8-10 К ниже требуемой температуры в камере. Не забудьте после настройки регулятора завернуть защитный колпачок.
Пульсации давления всасывания	Регулятор давления кипения KVP слишком большой. Регулятор производительности KVC слишком большой.	Замените регулятор давления кипения регулятором меньшего размера. Не забудьте после настройки регулятора завернуть защитный колпачок. Замените регулятор производительности регулятором меньшего размера. Не забудьте после настройки регулятора завернуть защитный колпачок.
Слишком высокое давление всасывания	Регулятор производительности KVC неисправен или настроен на высокую производительность	Замените регулятор производительности. Настройте регулятор на меньшее давление. Не забудьте после настройки регулятора завернуть защитный колпачок.
Давление конденсации в конденсаторах с воздушным охлаждением слишком высокое	Регулятор давления конденсации KVR настроен на слишком высокое давление.	Настройте регулятор на правильное давление. Не забудьте после настройки регулятора завернуть защитный колпачок.
Давление конденсации в конденсаторах с водяным охлаждением слишком высокое	Негерметичность сальфона регулятора давления в картере компрессора KVR.	Медленно отверните защитный колпачок. Если под колпачком обнаружится давление или следы хладагента, значит, сальфон негерметичен. Замените регулятор.
Неисправен регулятора давления в картере компрессора.	Негерметичность сальфона регулятора давления в картере компрессора KVL	Медленно отверните защитный колпачок. Если под колпачком обнаружится давление или следы хладагента, значит, сальфон негерметичен. Замените регулятор.
Слишком горячий нагнетательный трубопровод.	Негерметичность сальфона регулятора производительности KVC Повышенный расход горячего газа.	Медленно отверните защитный колпачок. Если под колпачком обнаружится давление или следы хладагента, значит, сальфон негерметичен. Замените регулятор. Уменьшите настройку давления регулятора производительности KVC. Установите на линии всасывания инжекторный клапан (например, TE2).
Слишком высокая температура ресивера. Отсутствует переохлаждение жидкости.	Низкая настройка давления регулятора давления в ресивере KVD. Негерметичность сальфона регулятора давления в ресивере KVD.	Увеличьте настройку регулятора давления KVD. Иногда возникает необходимость увеличить настройку регулятора давления конденсации. Медленно отверните защитный колпачок. Если под колпачком обнаружится давление или следы хладагента, значит, сальфон негерметичен. Замените регулятор.

Содержание	Стр.
1.0 Компрессор/установка не работает (не запускается)	191
2.0 Компрессор и система работают, но с пониженной холодопроизводительностью	195
3.0 Слишком большое потребление энергии	198
4.0 Шум	200

Для заметок

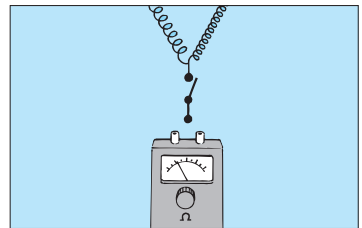


1.0
Компрессор/установка
не работает
(не запускается)

Не срабатывает сетевой выключатель	<ul style="list-style-type: none"> Перегорел предохранитель Короткое замыкание на раму Неисправность электродвигателя Неисправность токоподводящих проводов Неисправность электрооборудования
Компрессор	<ul style="list-style-type: none"> Электродвигатель компрессора/устройства защиты механически заблокированы Перегрузка Напряжение/частота Пульсация давления Тип хладагента Выравнивание давления Отключение вентилятора
Реле высокого и низкого давления	<ul style="list-style-type: none"> Механический дефект Неправильное подключение Неправильная настройка дифференциала Неправильная настройка давления срабатывания Пульсация давления
Реле температуры	<ul style="list-style-type: none"> Механический дефект Неправильное подключение Слишком малый дифференциал Неправильная настройка давления срабатывания

1.1

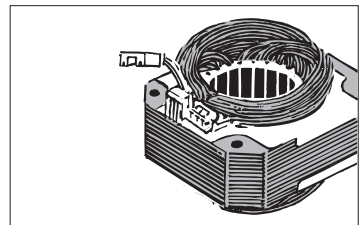
Если перегорел основной предохранитель, необходимо найти причину неисправности. Чаще всего это может быть следствием дефекта в обмотках электродвигателя или в устройстве защиты двигателя, замыкания на раму или большого тока в подводящих проводах, который также ведет к выходу из строя основного предохранителя. Если не включается электродвигатель компрессора, всегда начинайте поиск неисправности с проверки сопротивлений. Во всех компрессорах основная и пусковая обмотки располагаются так, как показано на рисунке справа. Значения сопротивлений указываются производителем компрессоров в соответствующей технической литературе.



Am0_0075

1.2

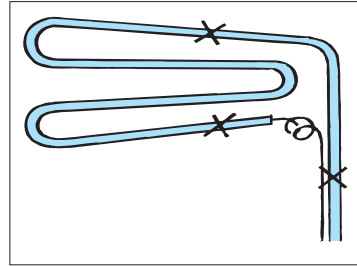
Как правило, все электродвигатели компрессоров имеют встроенное устройство защиты. Если данное устройство отключает двигатель из-за повышения его температуры, вызванного накоплением тепла, период отключения может быть довольно продолжительным (до 45 минут). Если электродвигатель не работает и после этого, необходимо провести измерение сопротивлений, которое должно определить: не сработало устройство защиты или неисправна обмотка электродвигателя. Механическое заклинивание компрессора проявится само собой после повторных попыток включения двигателя, сопровождающихся высоким значением потребляемого тока и высокими температурами обмотки, которые приведут к срабатыванию устройства защиты.



Am0_0076

1.3

Факт перегрузки компрессора можно определить по отказу компрессора включаться или по его включению и последующему отключению после непродолжительного периода работы (в результате срабатывания устройства защиты). Если компрессор работает вне пределов его применения, естественным результатом его эксплуатации будет перегрузка электродвигателя. Границы применения компрессора, такие, как допустимые напряжения, частоты, температуры и давления, а также тип хладагента, приводятся в соответствующих технических документах.

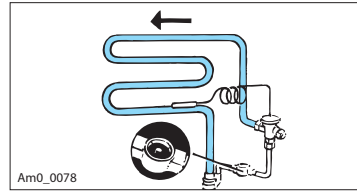


Am0_0077

В системах, не имеющих реле защиты по высокому давлению со стороны линии нагнетания, перегрузку компрессора может вызвать неисправный или отключившийся из-за срабатывания собственного защитного устройства электродвигатель вентилятора. В общем случае должно быть точно определено количество хладагента в системе. В системах с капиллярной трубкой наиболее употребительным методом определения достаточности заправки является измерение температуры хладагента в испарителе и на линии всасывания.

1.4

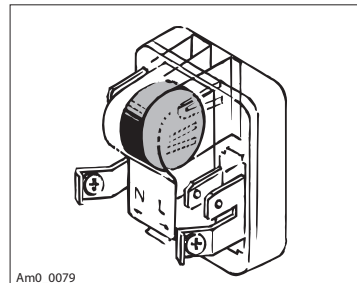
В системах с терморегулирующим вентилем объем заправки должен контролироваться с помощью смотрового стекла. Как в том, так и в другом случае объем хладагента в системе должен быть меньше свободного объема магистралей на стороне нагнетания.



Am0_0078

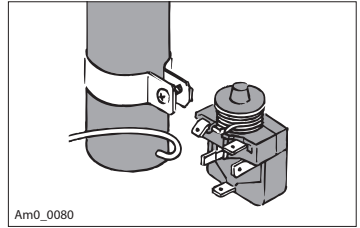
1.5

Компрессоры, предназначенные для работы в системах с капиллярной трубкой, обычно оборудованы пусковым устройством PTC LST (с низким пусковым моментом). Перед каждым пуском компрессора, имеющего устройство PTC, необходимо выравнивать давления на сторонах нагнетания и всасывания. Кроме того, чтобы компрессор смог включиться, данное устройство необходимо выдержать обесточенным в течение около 5 минут, чтобы оно достаточно охладилось и смогло обеспечить максимальный пусковой момент. В случае, когда запускается «холодный» компрессор и через некоторое время отключается ток, может возникнуть конфликт между пусковым устройством PTC и устройством защиты электродвигателя. Из-за того, что двигатель остается теплым, может потребоваться около 1 часа, пока не осуществится нормальный пуск компрессора.



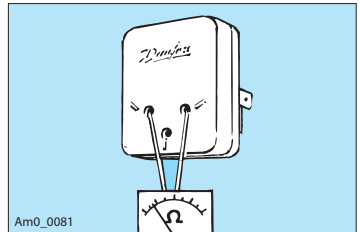
Am0_0079

- 1.6** В системах, в которых выравнивание давлений перед пуском не обязательно, компрессор должен быть оборудован пусковым устройством типа HST (с высоким пусковым моментом). Оно также может работать в системах с капиллярной трубкой и требует некоторого времени на охлаждение, которое в общем случае занимает не более 5 минут. Неисправные или неправильно настроенные реле и пусковые конденсаторы также могут служить причиной многих проблем, возникающих при пуске компрессора, и способствовать его отключению через устройство защиты электродвигателя.

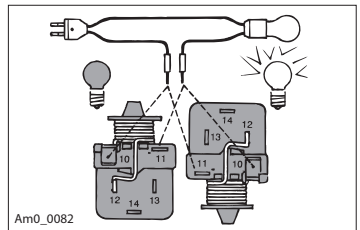


Обращайте внимание на технические данные, приводимые изготовителями компрессоров. Если Вы подозреваете, что пусковое устройство неисправно, меняйте всю аппаратуру, включая реле и пусковой конденсатор.

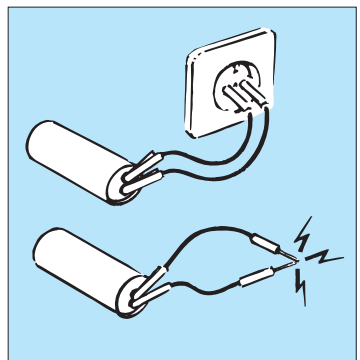
- 1.7** Устройство PTC (25 Ом для сетевого напряжения 220 В и 5 Ом для напряжения 115 В) можно проверить с помощью омметра.



- 1.8** Пусковое реле можно проверить с помощью лампы (см. рисунок). Реле исправно, если лампа не загорается, когда реле стоит прямо, и загорается, если реле перевернуто.

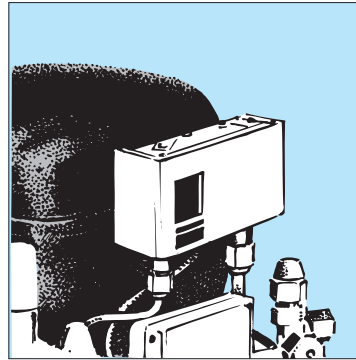


- 1.9** Пусковой конденсатор можно проверить, приложив к нему на несколько секунд номинальное сетевое напряжение и затем накоротко замкнув провода. Если появится искра, значит, конденсатор работает нормально.



1.10

Компания «Данфосс» выпускает компрессорно-конденсаторные агрегаты с двухблочным реле высокого и низкого давления, которые защищают компрессор от слишком высокого давления на стороне нагнетания и слишком низкого давления на стороне всасывания. Если компрессор отключается по сигналу реле высокого давления, необходимо проверить, действительно ли произошел скачок давления. Если компрессор отключается по сигналу реле низкого давления, причиной этого могут быть недостаточное количество хладагента в системе, течь в системе, обледенение испарителя и/или частичная закупорка дроссельного устройства. Если не отмечено отклонения давления на сторонах высокого и низкого давлений, необходимо проверить исправность самого реле, см. раздел 1 «Реле давления» в руководстве для монтажников.

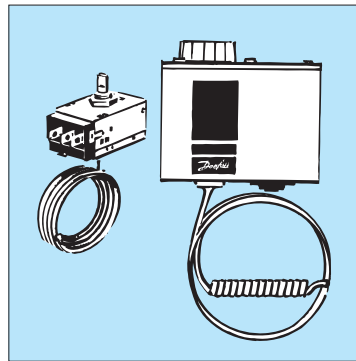


Am0_0084

1.11

Установка может также отключиться из-за неисправного или неправильно настроенного/выбранного реле температуры (термореле, регулятор температуры).

Если регулятор температуры потерял заправку или если уставка температуры слишком высока, компрессор не запустится. Если температурный дифференциал регулятора слишком мал, нерабочий период компрессора будет слишком коротким и при использовании пускового устройства LST возникнут проблемы с его включением. При использовании пускового устройства HST это может привести к сокращению срока службы компрессора. Оптимальное значение времени выравнивания давления при использовании пускового устройства LST составляет 5—8 минут для холодильных установок и 7—10 минут для морозильных аппаратов.



Am0_0085

При использовании пускового устройства HST периоды работы компрессора в часовом интервале необходимо задавать настолько малыми, насколько это возможно. Ни при каких обстоятельствах не должно быть более 10 включений за час. Рекомендации по настройке регуляторов температуры и обнаружению неисправностей см. в руководстве для монтажников, раздел «Реле температуры».

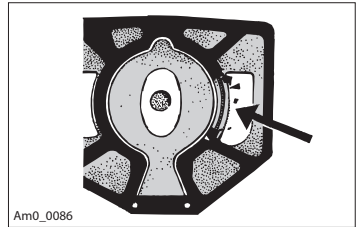
2.0
Компрессор/система
работают,
но с пониженной
холодопроизводитель-
ностью

Компрессор	Утечка Коксование масла
Нестабильность давления	Закупорка Неконденсирующиеся газы Влага Грязь Неисправность вентилятора Недостаток хладагента Избыток хладагента Обледенение
Дроссельное устройство Капиллярная трубка / Терморегулирующий вентиль	Настройка на постоянный перегрев Размер/диаметр отверстия клапанного узла

2.1

Постоянно встречающимися причинами пониженной холодопроизводительности системы являются коксование масла и омеднение деталей компрессора, которые ведут к сокращению срока службы агрегата и разрушению прокладок в его клапанах.

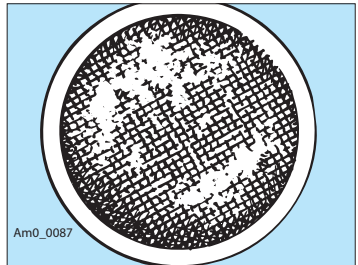
Коксование в основном является результатом присутствия влаги в холодильной системе. Присутствие влаги при высоких температурах вызывает также появление медной пленки на клапанных седлах. Разрушение прокладок является следствием воздействия предельного давления конденсации и предельно высоких и кратковременных пиков давления, превышающих 60 бар (гидравлический удар).



Am0_0086

2.2

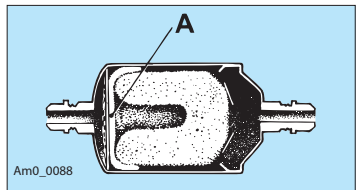
Для предотвращения коксования и омеднения мы рекомендуем устанавливать в системе качественные фильтры-осушители. Если материал фильтра будет плохого качества, продукты его износа не только частично закупорят капиллярную трубку и фильтр терморегулирующего вентиля, но могут повредить сам компрессор (посредством его заклинивания).



Am0_0087

2.3

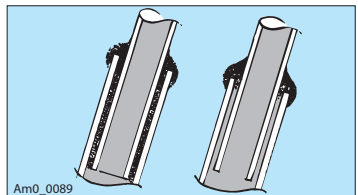
Как правило, промышленные холодильные установки оборудуются фильтрами с твердым сердечником, например, типа DML. (См. также раздел «Фильтры-осушители и смотровые стекла» в руководстве для монтажников). Фильтры-осушители необходимо менять после каждого ремонта системы. При замене осушителя необходимо убедиться, что материал, используемый в фильтре, соответствует данному хладагенту и его количество достаточно для эксплуатации системы.



Am0_0088

2.4

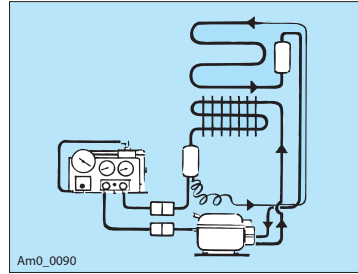
Плохо пропаянные стыки могут служить причиной образования пробок в системе. Хорошо пропаянные стыки получаются при правильно выбранном припое, содержащем соответствующее процентное отношение серебра. Использование флюсов должно быть ограничено и, по возможности, сведено к минимуму.



Am0_0089

2.5

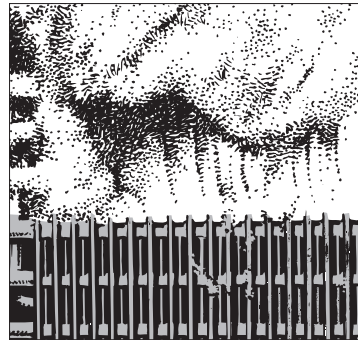
Плохо пропаянные стыки могут также служить причиной разгерметизации системы и последующего коксования масла. Содержание неконденсирующихся газов в контуре охлаждения должно быть не более 2%, в противном случае давление в системе возрастет. Удаление неконденсирующихся газов является основной целью вакуумирования установки перед заправкой ее хладагентом. Процесс вакуумирования также способствует осушению системы. Вакуумирование можно производить одновременно со стороны нагнетания и со стороны всасывания системы, а можно только со стороны всасывания. Вакуумирование с обеих сторон дает лучшие результаты. Вакуумирование только со стороны всасывания не позволяет получить достаточное разряжение на стороне нагнетания. Поэтому при проведении одностороннего вакуумирования рекомендуется производить продувку системы сухим азотом до тех пор, пока давления в обеих сторонах не сравняются.



2.6

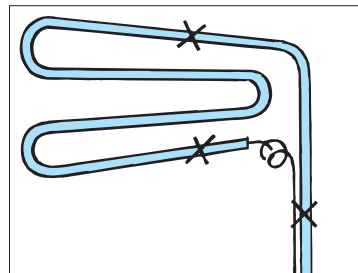
Грязь на конденсаторе и неисправность вентилятора могут привести к предельному давлению конденсации и, таким образом, уменьшить холодопроизводительность установки. В этом случае защиту компрессора от перегрузки со стороны конденсатора должно обеспечить встроенное реле высокого давления.

Примечание: встроенное устройство защиты электродвигателя не гарантирует безопасность работы компрессора при увеличении давления конденсации в результате отключения вентилятора, так как температура устройства защиты не сможет подняться достаточно быстро, чтобы обеспечить его срабатывание. Это справедливо и для случая, когда количество заправленного в систему хладагента больше того значения, которое может поместиться в свободном объеме системы со стороны линии нагнетания.



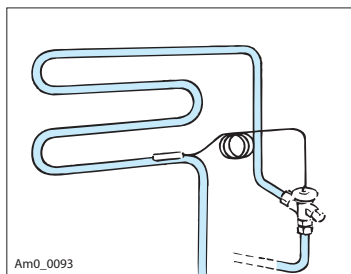
2.7

Очень важно точно определить количество заправляемого хладагента, особенно в системах с капиллярной трубкой. Общей рекомендацией может служить условие, чтобы температура хладагента на входе в испаритель была по возможности равна температуре хладагента на выходе из испарителя и чтобы его перегрев на участке между выходом из испарителя и входом в компрессор был как можно больше. (Температура хладагента на входе в компрессор должна быть приблизительно на 10 K меньше температуры конденсации)



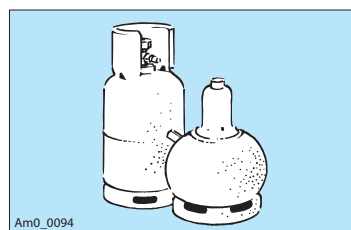
2.8

Избыточная заправка холодильной системы, снабженной терморегулирующим вентилем, дает отрицательные результаты, особенно когда объем заправленного хладагента в жидкой фазе больше свободного объема ресивера, так как в этом случае площадь конденсации уменьшается, а давление конденсации растет.



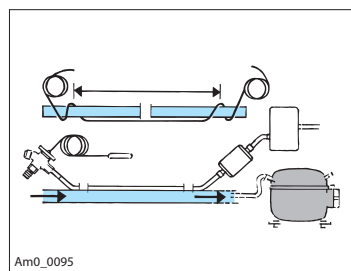
2.9

Факты, когда в системе слишком мало хладагента, довольно редки, за исключением случаев, когда в трубопроводах появляется течь. Признаком недостаточного количества хладагента часто является неравномерное обледенение испарителя. Неравномерное обледенение не только уменьшает холодопроизводительность установки, но и может вызвать затруднения с оттаиванием испарителя, так как датчик температуры регулятора оттаивания не может регистрировать наличие льда. Точное знание количества заправленного хладагента дает уверенность, что лед на испарителе будет распределен равномерно.



2.10

Оптимальная эффективность системы может быть достигнута в случае, если будет теплообмен между всасывающим и жидкостным трубопроводом, обеспечивающий переохлаждение жидкого хладагента приблизительно на 5 K в системах с терморегулирующим вентилем и приблизительно на 3 K в системах с капиллярной трубкой. С этой целью в системах с терморегулирующим вентилем трубопровод линии всасывания и трубопровод жидкости должны быть припаяны друг к другу на длине 0,5—1,0 м. В системах с капиллярной трубкой трубопровод линии всасывания и капиллярная трубка должны быть припаяны друг к другу на длине 1,5—2,0 м.



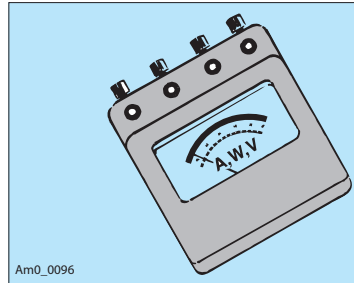
3.0
Слишком большое
потребление энергии

Компрессор	Признаки износа компрессора Неисправность электродвигателя Снижение холодопроизводительности Охлаждение компрессора
Неравномерность давления	Закупорка трубопроводов Неконденсирующиеся газы Влажность Грязь Неисправность вентилятора
Перегрузки	Превышены границы эксплуатации Напряжение/частота Неравномерность давления Температура Тип хладагента

3.1

Неравномерность давления и перегрузки часто являются причиной выхода компрессора из строя, что проявляется в виде повышенного энергопотребления. Информация по проблемам, связанным с неравномерностью давления и перегрузками компрессора, которые зависят от состояния системы, приведена на предыдущих страницах.

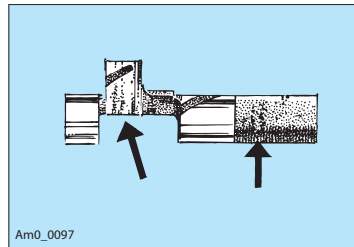
Предельные давления испарения и конденсации приводят к перегрузке электродвигателя компрессора, что ведет к повышению его энергопотребления. Эта проблема также возникает в случае, когда компрессор недостаточно хорошо охлаждается или работает при повышенном напряжении. Падение напряжения ниже 198 В тоже увеличивает нагрузку на электродвигатель компрессора.



Am0_0096

3.2

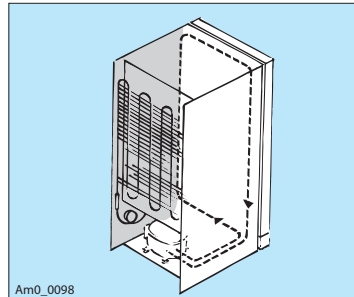
Работа с постоянной нагрузкой ведет к износу подшипников и клапанов компрессора. Перегрузка, которая приводит к частому срабатыванию устройства защиты обмоток электродвигателя, может привести к обрыву цепи. В случаях, когда установка работает за пределами области эксплуатации, в нее надо внести изменения. Например, использовать терморегулирующий вентиль с ограничением максимального давления открытия (МОП), который сможет ограничить давление испарения, установить регулятор давления или регулятор давления конденсации. См. раздел «Терморегулирующие вентили» и раздел «Регуляторы давления марки KV» в руководстве для монтажников.



Am0_0097

3.3

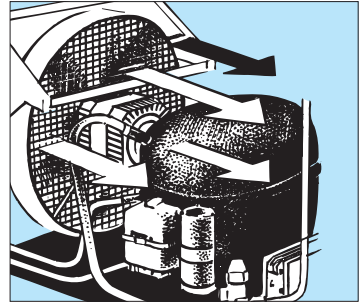
Постоянное охлаждение (при определенных обстоятельствах, использование маслоохладителя) оказывает благоприятное влияние на работу большинства домашних холодильников при условии, что зазоры между холодильником и окружающими его предметами, заданные производителем холодильника, неукоснительно соблюдаются, что особенно касается встроенных холодильников.



Am0_0098

3.4

Промышленные установки должны охлаждаться при помощи вентиляторов. Рекомендуемая нормальная скорость воздуха, проходящего через конденсатор и омывающего компрессор, должна составлять 3 м/с.



Am0_0099

3.5

Еще одна рекомендация касается регулярности обслуживания холодильной системы, включая постоянную чистку конденсатора.



Am0_0100

4.0
Шум

Компрессор	Контур под давлением Уровень масла Зазоры между поршнями и цилиндрами Клапанная система
Вентилятор	Деформированные лопатки вентилятора Износ подшипников Опорная рама
Вентили	«Свист» терморегулирующего вентиля «Дребезжание» соленоидного и обратного клапанов
Шум в системе	Шум жидкости (в основном в испарителе)
Установка	Трубопроводы Элементы крепления компрессора, вентилятора и конденсатора

4.1

Компрессоры и конденсаторные агрегаты фирмы «Данфосс» обычно не дают никакого повода для жалоб по части шума. Уровень шума, производимого компрессорами и вентиляторами, удовлетворяет требованиям, диктуемым рынком холодильных установок. Если иногда и появляются жалобы, то они, в основном, связаны с местом установки и ошибками монтажа системы.



Am0_0101

4.2

Редкие проблемы с шумом, которые иногда случаются, по большей части происходят вследствие производственных погрешностей, например, когда трубопроводы линии нагнетания касаются корпуса компрессора, уровень масла слишком высокий или низкий, имеется большой зазор между поршнем и цилиндром, плохо собрана система клапанов.

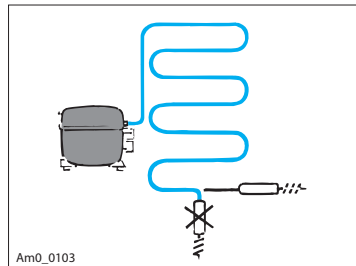
Этот шум легко диагностировать с помощью отвертки, используемой как «стетоскоп».



Am0_0102

4.3

Шум в системе является неприятным фактом для домашних холодильников. Здесь характерно появление шума при входе жидкости в испаритель. От этой проблемы трудно избавиться, поскольку все детали являются предметами массового производства. Если фильтр установлен вертикально, возможно, сможет помочь установка его горизонтально. В любом случае необходимо учитывать, что шум может усиливаться корпусом холодильника, например, при его касании со встроенным прибором или устройством. В этом случае необходимо связаться с изготовителем оборудования.

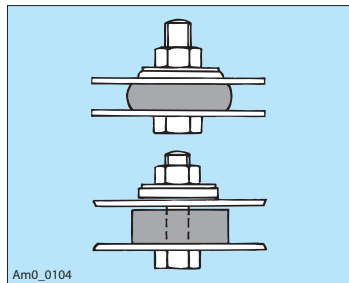


Am0_0103

4.5

Чтобы исключить передачу вибрации, трубопроводы холодильной системы не должны касаться компрессора, теплообменника или боковых стенок.

При установке компрессора необходимо использовать элементы крепежа и установочные втулки, которые исключают чрезмерное сжатие резиновых прокладок, при котором они теряют свои шумопоглощающие свойства.

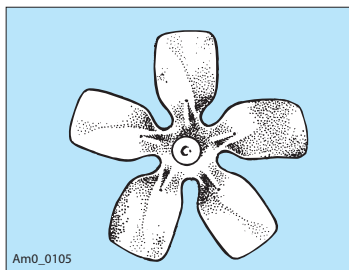


Am0_0104

4.6

Вентиляторы используются в основном в промышленных холодильных системах. Шум может возникнуть, если лопатки вентилятора деформированы или касаются ребер теплообменника. Много шума производят изношенные подшипники вентиляторов.

Вентилятор должен быть прочно закреплен на раме и не смещаться относительно крепежного кронштейна. Обычно уровень шума вентиляторов выше, чем компрессоров. В некоторых случаях можно уменьшить шум от вентиляторов, установив менее мощный электродвигатель, но это можно рекомендовать только тогда, когда площадь конденсатора переразмерена.



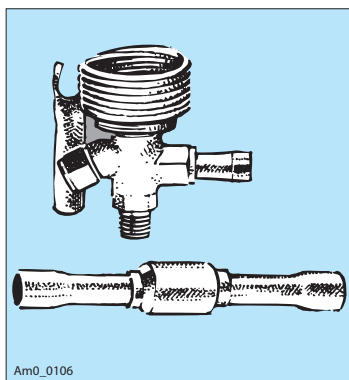
Am0_0105

4.7

Если шум исходит от вентилей, обычной причиной этого является их неправильный размер. Соленоидные вентили и обратные клапаны выбираются не из условия совпадения их размеров с размерами трубопровода, а в соответствии с коэффициентом kv.

Он гарантирует минимальный перепад давления на вентиле, необходимый для его открытия и поддержания в открытом состоянии без «дребезжания».

Другим явлением может быть «свист» терморегулирующего вентиля. В этом случае следует убедиться, что размер проходного отверстия в вентиле соответствует заданным характеристикам системы и, кроме того, переохлаждение жидкости перед терморегулирующим вентилем (приблизительно 5 K) достаточно для нормальной работы системы.

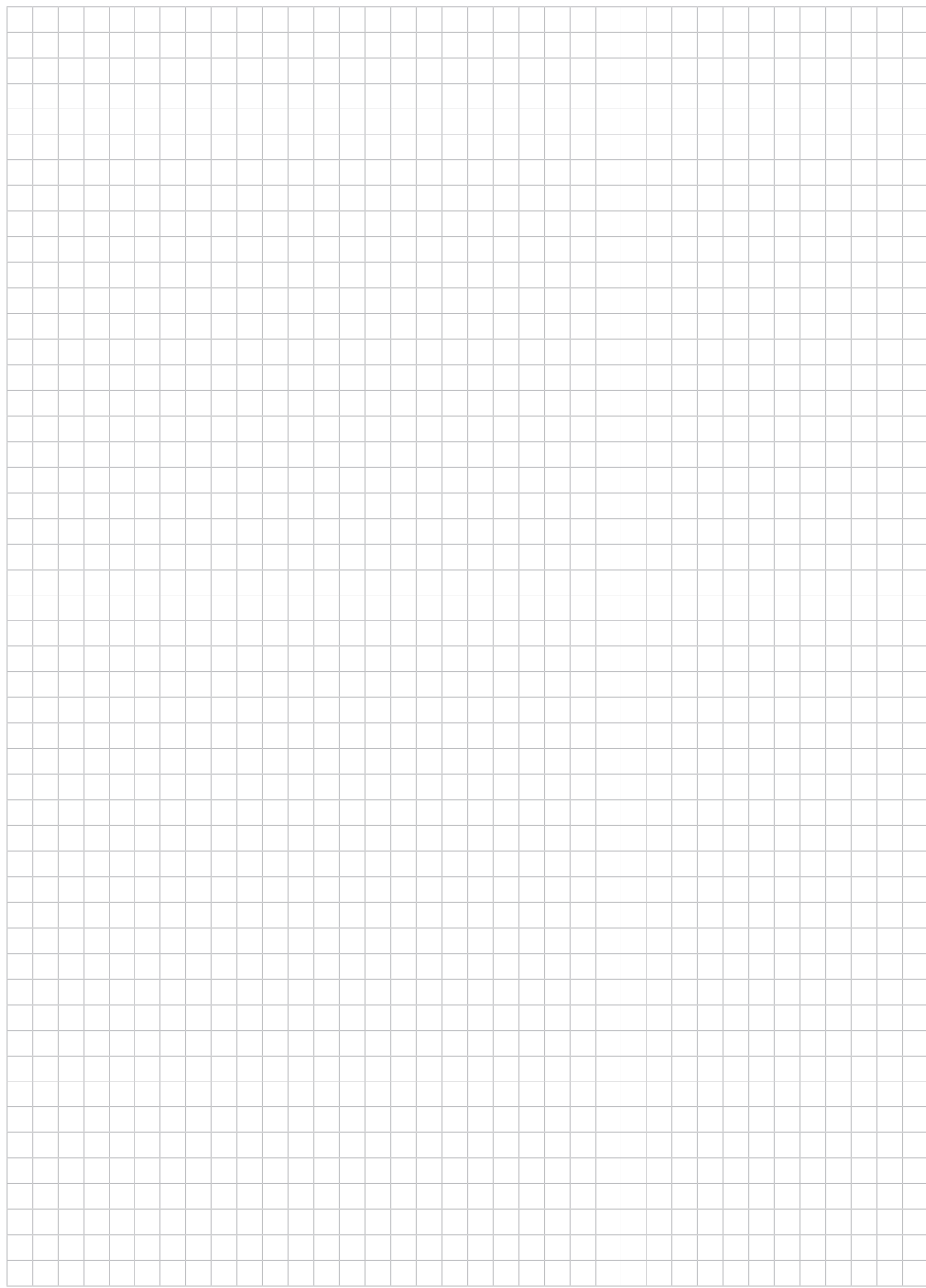


Am0_0106

Содержание

	Стр.
Введение	204
Поиск неисправностей	204
Быстрая проверка электрооборудования компрессора	204
Проверка основной и пусковой обмоток	205
Проверка устройства защиты	205
Проверка реле	205
Проверка РТС.....	206
Поиск неисправностей	207
Наиболее общие причины неисправностей	207

Для заметок



Ведение

Этот раздел посвящен вопросам обслуживания бытовых холодильных установок. Они оборудованы, в основном, компрессорами типа PL, TL, NL и FR с напряжением питания 220-240 В.

Более подробная информация по компрессорам приведена в техническом описании.

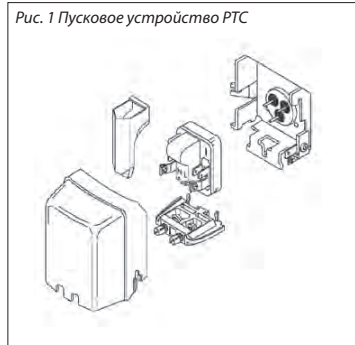
Компрессоры типа PL, TL, NL, FR и частично SC оснащены пусковым устройством PTC (рис.1) или реле с пусковым конденсатором (рис. 2). Устройство защиты электродвигателя встроено в обмотки электродвигателя.

При неудачном включении холодного компрессора должно пройти около 15 минут, пока устройство защиты не возвратится в исходное состояние.

Если устройство защиты срабатывает в горячем компрессоре, для его возврата в исходное состояние необходимо около 1 часа.

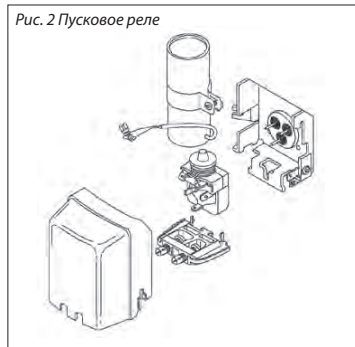
Не включайте компрессор без сопутствующего электрооборудования.

Рис. 1 Пусковое устройство PTC



Am0_0069

Рис. 2 Пусковое реле



Am0_0070

Поиск неисправностей

За 5 минут до того, как начать поиск неисправностей, отключите электропитание. Это даст возможность пусковому устройству PTC охладиться и быть готовым к включению.

Падение напряжения или сбой электропитания в течение первых минут работы установки с холодным компрессором могут привести к блокированию установки.

Компрессор с пусковым устройством PTC не сможет включиться без выравнивания давления, а устройство PTC не сможет охладиться так быстро. Для того чтобы установка имела возможность нормально работать, может потребоваться более 1 часа.

Быстрая проверка электрооборудования компрессора

Во избежание нежелательного срабатывания устройства защиты и длительного ожидания его возврата в исходное состояние рекомендуется проводить поиск неисправностей в порядке, указанном ниже. Последовательность поиска указана на следующей странице.

- Снимите электрооборудование
- Проверьте электрическую связь между клеммами основной и пусковой обмоток.

- Проверьте электрическую связь между клеммами основной обмотки и общей фазы.
- Замените компрессор, если электрическая цепь разомкнута.
- Замените электрооборудование.

Если компрессор по-прежнему не работает, вероятно, дело не в электрооборудовании. Просмотрите таблицы неисправностей.

Проверка основной и пусковой обмоток

- Измерьте омметром электрическое сопротивление между клеммами М (основная обмотка) и S (пусковая обмотка) (рис. 3).

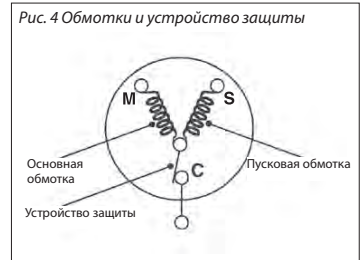
Цепь не разорвана →	Основная и пусковая обмотки в нормальном состоянии →	Замените реле	
Цепь разорвана →	Основная или пусковая обмотки неисправны →	Замените компрессор	

При холодном компрессоре (25 °С) с напряжением электропитания 220-240 В электрическое сопротивление должно составлять 10-100 Ом.

При частичном коротком замыкании величину электросопротивления можно найти в технической документации на компрессор.



Am0_0071



Am0_0072

Проверка устройства защиты

- Измерьте омметром электрическое сопротивление между клеммами М (основная обмотка) и S (общая фаза) (рис. 3 и 4).

Цепь не разорвана →	Устройство защиты исправно		
Цепь разорвана →	Компрессор холодный →	Устройство защиты неисправно	Замените компрессор
	Компрессор горячий →	Устройство защиты может быть исправно, но разъединено	Подождите, пока устройство защиты не возвратится в исходное состояние

Проверка реле

- Снимите реле с компрессора
- Измерьте сопротивление между контактами 10 и 12 (рис. 5).

Цепь разорвана →	Реле неисправно →	Замените реле	
------------------	-------------------	---------------	--

- Измерьте сопротивление между контактами 10 и 11 (рис. 5).

- В вертикальном положении (как установлен, катушкой вверх):

Цепь не разорвана →	Реле исправно →	Замените реле	
Цепь разорвана →	Реле исправно →		

- В вертикальном положении (катушкой вниз):

Цепь не разорвана →	Реле исправно →		
Цепь разорвана →	Реле неисправно →	Замените реле	

Проверка РТС

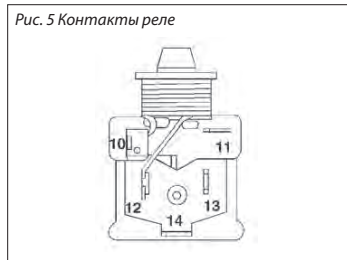
- Снимите РТС с компрессора.
- Потрясите РТС рукой. Контакт С может слегка дребезжать.

Дребезжащий шум внутри РТС (кроме контакта С) →	Реле неисправно →	Замените реле	
-------------------------------------------------	-------------------	---------------	--

- Измерьте сопротивление между клеммами М и S (рис. 6).
- При комнатной температуре для компрессора с напряжением питания 220 В величина сопротивления должна составлять 10—100 Ом.

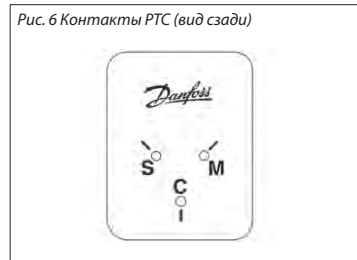
Цепь не разорвана →	РТС исправно →	Все нормально	
Цепь разорвана →	РТС неисправно →	Замените РТС	

Рис. 5 Контакты реле



Am0_0073

Рис. 6 Контакты РТС (вид сзади)



Am0_0074

Поиск неисправностей
Наиболее общие причины неисправностей.

Претензии потребителя	Признаки неисправности	Возможная причина	Проверяемый узел или параметр	Способы устранения	
Установка не охлаждает. Пониженная холодопроизводительность	Компрессор не работает	На компрессор не подается электропитание или характеристики электропитания не соответствуют номинальным	Напряжение источника электропитания и напряжение на предохранителе		
			Электропитание установки		
			Работоспособность термореле		
			Кабели и электрические соединения на установке		
		Напряжение на клеммах компрессора			
		Неисправно реле	Работоспособность реле: потрясите его рукой и убедитесь, что сердечник перемещается	Замените реле	
	Неисправен пусковой конденсатор	Работоспособность пускового конденсатора	Замените пусковой конденсатор		
	Неисправно пусковое устройство РТС	Потрясите РТС	Замените РТС, если появится шум		
		Измерьте сопротивление между клеммами М и S, которое должно находиться в диапазоне от 10 до 100 Ом	Замените РТС, если сопротивление не находится в диапазоне от 10 до 100 Ом		
		Компрессор с РТС не может включиться при наличии разности давления	Время отключения установки должно быть достаточным для выравнивания давления	Настройте дифференциал реле температуры	
	Компрессор работает, не отключаясь	Компрессор механически заблокирован	Неисправно пусковое устройство РТС	Сопротивление РТС между клеммами М и S должно находиться в диапазоне от 10 до 100 Ом	Замените РТС
			Неисправно пусковое реле	Работоспособность реле: потрясите его рукой и убедитесь, что сердечник перемещается	Замените реле конденсатор
Компрессор перегружен			Давление конденсации и наличие вентиляции Температура окружающего воздуха слишком велика по сравнению с характеристиками, указанными на заводской табличке	Убедитесь, что вентиляция нормальная	
Неисправны обмотки электродвигателя			Проверьте сопротивление обмоток	Замените компрессор	
Неисправно устройство защиты электродвигателя			Проверьте омметром сопротивление устройства защиты	Замените компрессор	
Компрессор механически заблокирован			Включите компрессор с соответствующим пусковым устройством, при номинальном напряжении и заданных условиях работы с исправными обмотками и устройством защиты	Замените компрессор	
Компрессор работает, не отключаясь	Компрессор механически заблокирован	В системе отсутствует хладагент или недостаточная заправка хладагента	Дозаправьте хладагент или найдите утечку	Убедитесь, что течь отсутствует и заправка в норме	
		Слишком высокая температура окружающего воздуха	Температура окружающего воздуха соответствует характеристикам, указанным на заводской табличке	Замените осушитель	
		Слишком высокая температура конденсации	Обдуйте конденсатора и компрессора	Убедитесь, что вентилятор работает нормально и наблюдаются зазоры между холодильной установкой и стенами	
		Капиллярная трубка частично заблокирована	Перезаправьте контур и найдите утечку. Измерьте давление всасывания. Если давление всасывания слишком низкое, значит, трубка заблокирована		
		Вентили закоксованы или повреждены	Перезаправьте контур и найдите утечку	Если охлаждение все еще недостаточное, замените компрессор	

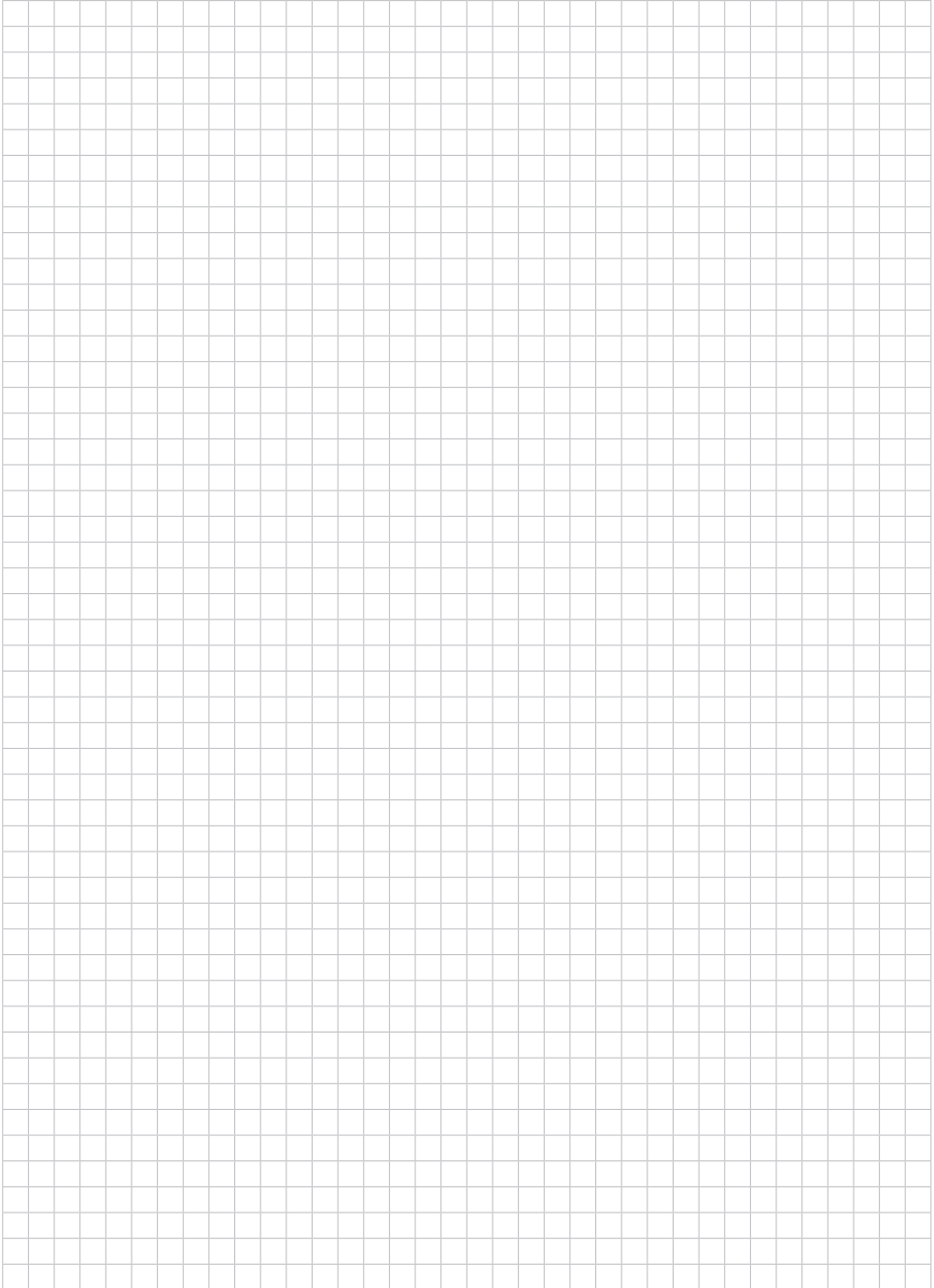
Поиск неисправностей
(Продолжение)

Претензии потребителя	Признак неисправности	Возможная причина	Проверяемый узел или параметр	Способы устранения	
	Компрессор включается/отключается	Неисправно реле температуры	Тип реле и его функционирование	Замените реле температуры	
		Неправильная заправка хладагента	Перезаправьте контур и найдите утечку	Убедитесь, что течь отсутствует и заправка в норме	
			Иней на испарителе	Замените осушитель	
			Работоспособность и настройки реле температуры	Произведите оттаивание	
		Срабатывает защита электродвигателя	Работоспособность вентилятора системы защиты от замерзания	Работоспособность вентилятора системы защиты от замерзания	Замените реле температуры
				Загрузка компрессора, обдув компрессора и конденсатора	Убедитесь, что вентилятор работает нормально и соблюдаются зазоры между холодильной установкой и стенами
				Напряжение электропитания компрессора ниже 187 В	Убедитесь, что напряжение нормальное
Отсутствует электропитание компрессора. Проверьте реле температуры и надежность соединения кабелей	Затяните все электрические соединения				
Частично закорочены или заземлены обмотки электродвигателя	Замените компрессор				
Шум	Дребезг и стук	Трубы касаются корпуса	Разводка труб	Осторожно согните трубы, установив их на нужное место	
		Компрессор касается корпуса	Монтаж компрессора на резиновых прокладках	Подложите резиновые прокладки и правильно установите компрессор	
		Сломана внутренняя пружинная подвеска или трубопровод нагнетания	Прослушайте шумы в компрессоре, приложив к нему отвертку	Замените компрессор, если он неестественно шумит	
		Резонанс	Найдите вибрирующую деталь	Надежно закрепите деталь	
		Шумит вентилятор	Вибрация или плохое крепление вентилятора	Закрепите вентилятор и его лопасти. Замените неисправные лопасти.	
	Стук во время включения и отключения компрессора	Компрессорный блок стучит о корпус	Компрессор перегружен	Очистите конденсатор от грязи. Убедитесь, что размеры зазоров достаточны для циркуляции воздуха	
			Работоспособность вентилятора		
			Заправка хладагента	Если обнаружен избыток хладагента, перезаправьте контур	
			Выравнивание давления перед включением компрессора и количество циклов включения/отключения	Если время отключения установки менее 5 минут, перенастройте реле температуры	
			Температура окружающего воздуха в соответствии с характеристиками, указанными на заводской табличке	Отключите установку, если температура воздуха слишком высокая	
Реле часто щелкает после пуска	Перегружен компрессор	Обдув компрессора и конденсатора. Проверьте работоспособность вентилятора.	Очистите конденсатор от грязи. Убедитесь, что размеры зазоров достаточны для циркуляции воздуха		
	Неисправно реле	Соответствие типа реле и производительности компрессора	Замените реле		

Поиск неисправностей
(Продолжение)

Претензии потребителя	Признак неисправности	Возможная причина	Проверяемый узел или параметр	Способы устранения	
Перегорают предохранители	Короткое замыкание в установке	Неисправный кабель	Надежность электрических соединений соединительных кабелей и кабеля электропитания. Короткое замыкание	Затяните электрические соединения	
		Неисправно реле температуры	Электрические соединения термореле	Затяните электрические соединения	
		Заземление	Электрическое сопротивление между фазой, нейтралью и землей		
	Короткое замыкание в компрессоре	Неисправны клеммы	Пережог клемм		Замените электрические компоненты
		Короткое замыкание между кабелями и клеммами	Разъемы и кабели компрессора		Изолируйте кабели и разъемы
		Короткое замыкание в электродвигателе	Сопротивление обмоток Сопротивление между клеммами и землей		Замените компрессор, если обнаружено короткое замыкание
	Предохранитель перегорает при пуске компрессора	Слишком высокое напряжение электропитания	Напряжение электропитания при пуске компрессора более 187 В		
		Предохранитель защищает слишком много установок	Общая нагрузка на предохранитель		Поставьте на каждую установку свой предохранитель
		Автоматический предохранитель слишком быстро срабатывает	Нагрузка на предохранитель и его номинал		По возможности замените предохранителем другого номинала
		Частичное короткое замыкание на землю	Сопротивление между клеммами и землей		Замените компрессор, если обнаружено короткое замыкание
	Вышел из строя пусковой конденсатор	Неисправно пусковое реле	Работоспособность реле: потрясите его рукой и убедитесь, что сердечник перемещается		Замените реле и конденсатор
		Реле не того типа	Тип реле		Замените реле и конденсатор
Слишком часто включается и отключается компрессор		Неисправность реле температуры или слишком малый дифференциал реле		Замените реле и конденсатор	
Перегорел пусковой конденсатор	Короткое замыкание в электродвигателе компрессора	Сопротивление электродвигателя		Настройте нужный дифференциал или замените реле	
				Замените компрессор	

Для заметок



Номенклатура изделий компании Данфосс для систем охлаждения и кондиционирования воздуха

Компания Данфосс является мировым производителем промышленных, коммерческих и торговых холодильных установок и систем кондиционирования, занимающими ведущее место на рынке холодильной техники. Мы обращаем основное внима-

ние на качество наших изделий, компонентов и систем, которое является основой повышения эффективности работы и снижения производственных затрат – ключевым фактором экономии финансовых средств.



Регуляторы коммерческих холодильных установок



Регуляторы промышленных холодильных установок



Электронные регуляторы и датчики



Компоненты промышленной автоматики



Бытовые компрессоры



Коммерческие компрессоры



Компрессорно-конденсаторные агрегаты



Термостаты



Паяные пластинчатые теплообменники

Мы являемся единственным производителем высокотехнологичных компонентов для холодильных установок и систем кондиционирования воздуха самой широкой номенклатуры. Мы предлагаем передовые технические и деловые решения, которые могут помочь Вашей компании снизить затраты, модернизировать производство и обеспечить выполнение поставленных задач.

Компания Данфосс не несет ответственности за возможные ошибки в каталогах, брошюрах и других печатных материалах. Данфосс сохраняет за собой право вносить изменения в свою продукцию без предупреждения. Это также касается уже заказанной продукции при условии, что такие изменения могут быть сделаны без последующих изменений в уже согласованных спецификациях. Все торговые марки являются собственностью соответствующих компаний. danfoss и логотип danfoss является торговой маркой компании Данфосс. Все права защищены.

www.danfoss.ru



Филиалы:

- Россия, 194044, г. Санкт-Петербург, Пироговская наб, д. 17, корп. 1
Тел.: +7 (812) 320-20-99; факс: +7 (812) 327-87-82
- Россия, 350049, г. Краснодар, ул. Атарбекова, д. 1/1, оф. 49
Тел.: +7 (861) 275 27 39, +7 (861) 275 28 68; факс: +7 (861) 275-28-97
- Россия, 690000, Владивосток, ул. Запорожская, д. 77, бизнес-центр «CITY HALL», оф. 442
Тел.: +7 (423) 265 00 66; факс: +7 (423) 265 04 01
- Россия, 630004, г. Новосибирск, Комсомольский пр-т, 13/1, оф. 503, 504
Тел.: +7 (383) 33 57 155; факс: +7 (383) 33 57 166
- Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Текучева, д. 139/94, БЦ «Clover House», 11 этаж, оф. 0910
Тел./факс: +7 (863) 204 03 57, +7 (863) 204 03 58
- Россия, 443100, г. Самара, ул. Самарская, д. 270, оф. 35
Тел.: +7 (846) 270 62 40; тел./факс: +7 (846) 337 74 50

Представительство

- Республика Беларусь, 220040, г. Минск, ул. М. Богдановича, д. 124, офис 4Н
Тел.: +7(375 17) 237 53 66, 237 23 94; факс: +7(375 17) 237 29 68

ООО «Данфосс»

Россия, 143581, Московская область,
Истринский район, с./пос. Павло-Слободское,
деревня Лешково, д. 217
Тел.: +7 (495) 792-57-57
Факс: +7 (495) 792-57-60
e-mail: ra@danfoss.ru
www.danfoss.ru