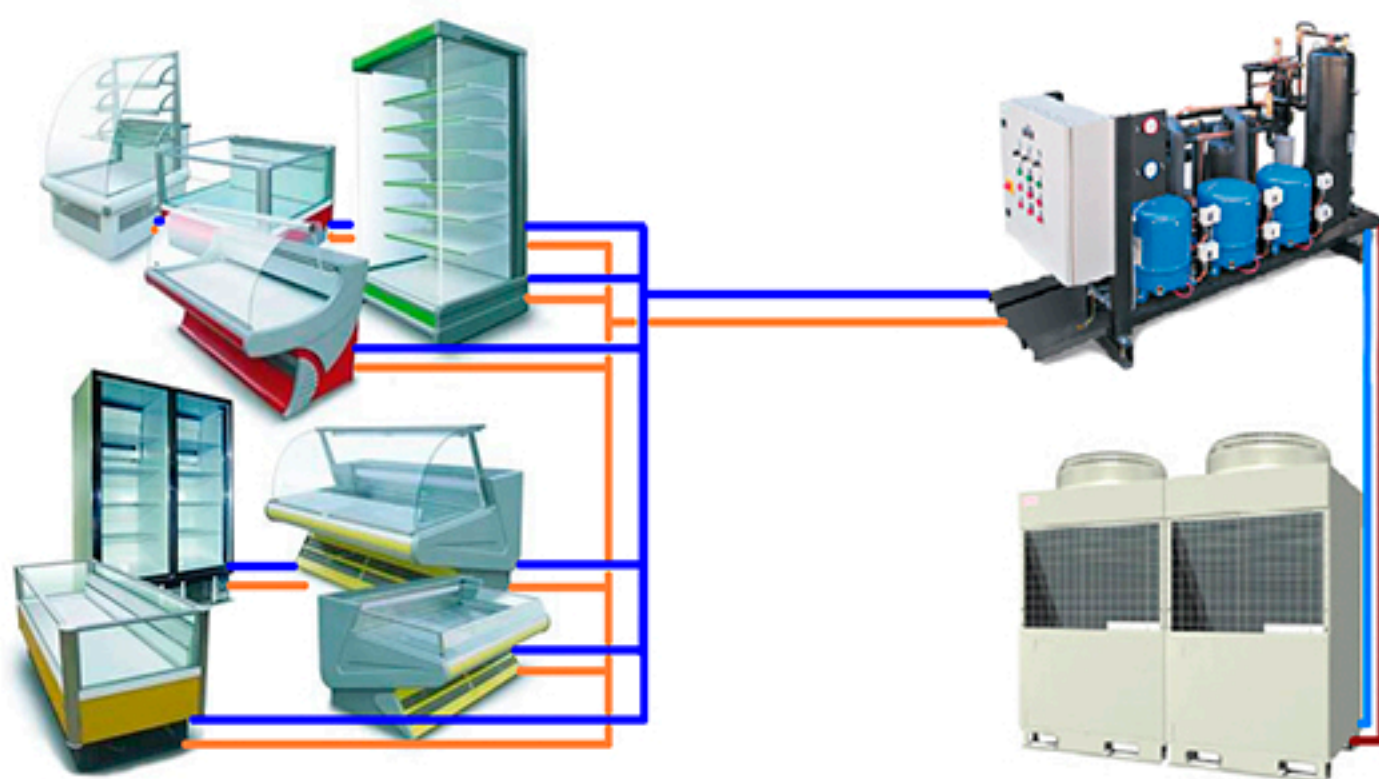




ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЮ ВОЗДУХА



БИШКЕК 2018

Содержание

Введение.....	8
Проблемы охраны озонового слоя и климата Земли	8
Международные соглашения об охране озонового слоя и климата Земли	8
Глава 1. Теоретические основы холодильной техники	10
Предисловие.....	10
1.1 Система единиц СИ.....	12
1.2 Давление	12
1.3 Теплота	14
1.4 Фазовые изменения вещества.....	14
1.5 Теплота испарения.....	15
1.6 Перегрев	16
1.7 Конденсация.....	17
1.8 Диаграмма «температура-энтальпия»	17
1.9 Диаграмма «давление энтальпия»	18
1.10 Холодильный контур	18
1.11 Испаритель	19
1.12 Компрессор	19
1.13 Принцип работы компрессора.....	19
1.14 Конденсатор	20
1.15 Процесс расширения	20
1.16 Стороны высокого и низкого давления холодильной установки	21
1.17 Процесс охлаждения. Диаграмма «давление- энтальпия»	21
1.18 Хладагенты.....	22
Глава 2. Основные компоненты холодильной установки	24
2.1 Основные типы компрессоров	24
2.2 Основные типы конденсаторов	24
2.3 Расширительный вентиль	26
2.4 Испарительные системы	28
2.5 Схема холодильной установки.....	28
Глава 3. Технология извлечения, рециркуляции и восстановления хладагентов.....	31
3.1 Определение извлечения, рециркуляция и восстановления	32
3.2 Определение марки хладагента, используемого в системе.....	32

3.3 Тестирование хладагента на наличие загрязняющих веществ	33
3.4 Тестирование масла на наличие загрязняющих веществ	33
3.5 Регенерация хладагентов	33
3.6 Контейнеры разового и многократного использования для хладагентов.....	34
3.7 Технологии регенерации.....	35
3.8 Эксплуатация регенерационного оборудования	35
3.9 Перекачка жидкого хладагента	36
3.10 Регенерация жидкого хладагента методом «тяги-толкай»	36
3.11 Передача парообразного хладагента	37
3.12 Использование собственного компрессора системы	38
3.13 Повторное использование хладагента.....	38
3.14 Технологии рециркуляции.....	38
3.15 Установка рециркуляции однократного прохождения.....	39
3.16 Установка рециркуляции многократного прохождения.....	39
3.17 Технологии переработки (восстановления)	40
3.18 Установка переработки (восстановления)	41
3.19 Безопасное обращение с регенерированным хладагентом.....	41
3.20 Регенерация хладагента из систем охлаждения бытового назначения – домашней холодильной установки	42
3.21 Регенерация хладагента из системы кондиционирования воздуха	43
3.22 Передача парообразного хладагента	44
3.23 Регенерация хладагента из торговых холодильных камер.....	45
3.24 Регенерация хладагента из мобильных систем кондиционирования воздуха....	46
Глава 4. Извлечение, переработка, утилизация и уничтожение извлечённых хладагентов	48
4.1. Извлечение	48
4.2. Переработка (восстановление).....	48
4.3. Утилизация (повторное использование)	48
4.4 Уничтожение.....	49
Глава 5. Аспекты безопасности при работе с хладагентами.....	50
5.1 Общие требования безопасности	50
5.2. Требования к обслуживающему персоналу.....	50
5.3. Требования безопасности	50
Глава 6. Автомобильные кондиционеры	52
6.1 Основные типы систем кондиционирования воздуха	52
6.2 Системы кондиционирования с расширительным клапаном.....	52

6.3 Системы кондиционирования с расширительной трубкой	53
6.4 Основные элементы систем кондиционирования	54
6.4.1 Компрессор	54
Компрессоры и жидкий хладагент.....	54
Смазка компрессоров	54
Компрессоры поршневого типа	54
Компрессоры поршневого типа с переменной производительностью	57
Компрессоры лопастного типа.....	57
Компрессоры спирального типа.....	58
Муфта сцепления компрессоров	59
6.4.2 Конденсатор	60
Вентилятор конденсатора	61
6.4.3 Испаритель	61
6.4.4 Вентилятор и мотор вентилятора.....	62
6.4.5 Фильтр/осушитель (системы с расширительным клапаном)	62
6.4.6 Аккумулятор (системы с расширительной трубкой)	63
6.4.7 Термочувствительная колба и капиллярная трубка.....	65
6.4.8 Пружина расширительного клапана	65
6.4.9 Расширительная трубка	65
6.4.10 Управление компрессором	66
6.4.11 Выключатель по низкому давлению.....	66
6.4.12 Выключатель по высокому давлению	67
6.4.13 Выключатель по температуре окружающего воздуха	68
6.4.14 Циклический выключатель по давлению хладагента в системе (системы кондиционирования с расширительной трубкой)	69
6.4.15 Плавкий предохранитель/контактный датчик перегрева	69
6.4.16 Термостатический выключатель.....	70
6.4.17 Управляющий клапан (компрессоры с переменной производительностью) ..	71
6.4.18 Управление вентилятором конденсатора.....	71
6.4.19 Выключатель вентилятора системы охлаждения по температуре охлаждающей жидкости	72
6.4.20 Выключатель вентилятора системы кондиционирования по высокому давлению	72
6.4.21 Объединённый тройной выключатель	72
6.4.22 Центральный выключатель вентилятора системы кондиционирования	72
6.4.23 Выключатель вентилятора системы кондиционирования по давлению.....	73

6.4.24 Управление испарителем	73
6.4.25 Клапан-дроссель всасывания	73
6.4.26 Клапан-дроссель, управляемый абсолютным давлением.....	74
6.4.27 Блок клапанов в ресивере	75
6.4.28 Компенсирующий блок клапанов испарителя в ресивере.....	75
6.4.29 Клапан, регулирующий давление в испарителе	75
6.4.30 Управление отбором мощности от двигателя	75
6.4.31 Реле задержки времени	76
6.4.32 Датчик полного открытия дроссельной заслонки	76
6.4.33 Датчик полного закрытия дроссельной заслонки	76
6.4.34 Датчик низкого разрежения во впускном коллекторе	76
6.4.35 Датчик работы усилителя тормозов	77
6.4.36 Датчик повышенной температуры охлаждающей жидкости.....	77
6.4.37 Реле работы двигателя на холостом ходу	77
6.4.38 Таймер временной задержки компрессора	77
6.4.39 Реле калильного зажигания	77
6.4.40 Клапан ограничения давления	77
6.5 Хладагенты.....	78
6.6 Масла для смазки компрессоров	78
Глава 7. Эксплуатация и обслуживание.....	80
7.1 Холодильники	80
7.2 Кондиционеры	80
7.3 Обслуживание и ремонт	80
Глава 8. Торговые и промышленные системы охлаждения и кондиционирования воздуха.....	82
8.1 Монтаж оборудования	82
8.2 Эксплуатация и техническое обслуживание.....	83
8.3 Общие мероприятия	83
8.4 Система охлаждения и система смазки	83
8.5 Высокая (теплая) сторона	84
8.6 Низкая (холодная) сторона	84
8.7 Электрическая система и система контроля	84
8.8 Профилактические мероприятия	85
8.9 Ведение учета и документация	85
Глава 9. Процедуры.....	86

9.1 Проверка утечек, процедура опорожнения и наполнения систем холодильным агентом.....	86
9.2 Процедура замены хладагента (ретрофит), например, R22 на R404A или R-507	86
9.3 Технология замены хладагента (ретрофит)	87
Глава 10. Транспортные рефрижераторы и установки кондиционирования воздуха. Мобильное кондиционирование воздуха (МАС) с приводом от двигателя.....	88
10.1 Общие требования	88
10.2 Профилактика и ремонт	89
10.3 С отдельным приводом	90
10.4 Процедуры.....	91
10.5 Запись наблюдений и документация	95
10.6 Мобильные холодильные установки	96
Глава 11. Модернизация и альтернативы	97
11.1 Общие руководства	97
11.2 Использование прямой замены хладагента	97
11.3 Альтернативы.....	98
11.4 Использование альтернативных холодильных агентов.....	98
11.5 Использование природных холодильных агентов	102
Глава 12. Пайка трубопроводов холодильной системы	106
12.1 Общие сведения.....	106
12.2 Пайка.....	106
12.3 Флюсы.....	109
12.4 Правила пайки.....	109
Приложение 1. Термины и определения.....	111
Приложение 2. Таблицы обращения	118
Приложение 3. Минимальные требования к навыкам и знаниям для сертификации специалистов холодильной отрасли.....	122

Введение

Проблемы охраны озонового слоя и климата Земли

Озон - один из газов, который естественным образом присутствует в атмосфере. Молекула озона состоит из трех атомов кислорода, ее химическая формула O_3 . Озон присутствует, главным образом, в двух зонах атмосферы. Около 10% атмосферного озона содержится в тропосфере, то есть в зоне, прилегающей к земной поверхности (до высоты 10-16 км). Остальная часть сосредоточена на высоте 12-50 км над земной поверхностью (стратосфера). Область повышенной плотности озона в стратосфере часто называют «озоновым слоем». Охрана озонового слоя является одной из важных задач по охране окружающей среды.

Роль озона в зарождении жизни на Земле и в ее дальнейшем поддержании чрезвычайно велика, так как озон обеспечивает поглощение биологически опасного ультрафиолетового излучения Солнца. Следствием этого вида солнечного воздействия являются: нарушение генетического кода и ослабление иммунной системы человека и животных, развитие опасных заболеваний (катаракты, рака кожи и сетчатки глаза и т.д.), гибель фитопланктона, катастрофическое снижение урожайности бобовых и зерновых культур, негативное воздействие на промышленные материалы, различные виды резин и пластмасс. Нагревание нижних слоев атмосферы приводит к охлаждению стратосферы и изменению климата (рост экстремальных температур и частоты засух в одних регионах планеты и уровня осадков и затоплений – в других).

Первым этапом антропогенного разрушения стратосферного озона являются выбросы в земную атмосферу газов, содержащих хлор и бром. В основном эти газы накапливаются в нижних слоях атмосферы, поскольку они инертны и почти не растворяются в осадках. Естественные движения воздушных масс переносят эти газы в стратосферу, где они преобразуются в более реакционноспособные газы. Хлор и бром являются веществами, разрушающими озон.

Некоторые производственные процессы и потребительские товары связаны с выбросами озоноразрушающих веществ (ОРВ) в атмосферу. ОРВ образуются из исходных газообразных галогенов и регулируются в общемировом масштабе Монреальским Протоколом. Важным примером служат хлорфторуглероды (ХФУ), которые раньше применялись практически во всех холодильных агрегатах и кондиционерах воздуха, а также галоны, которые использовались в огнетушителях. Также необходимо обратить особое внимание на гидрохлорфторуглероды (ГХФУ), которые до сих пор применяются в холодильном оборудовании и климатической технике и являются причиной разрушения озонового слоя. Избыточное содержание ОРВ в атмосфере известно благодаря непосредственным замерам образцов воздуха.

Международные соглашения об охране озонового слоя и климата Земли

Под эгидой Программы ООН по окружающей среде (UNEP) была разработана Венская конвенция об охране озонового слоя. В марте 1985 года Конвенция была подписана 21 странами. Стороны Конвенции договорились о совместной работе в области науки для понимания атмосферных процессов, обмена информацией по производству озоноразрушающих веществ (ОРВ), выбросов ОРВ и осуществлению превентивных мер по их ограничению. Впоследствии стороны признали, что этих мер недостаточно для защиты озонового слоя, и в 1987 году был принят Монреальский Протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, сокращению и

прекращению выбросов ОРВ. Протокол содержит список контролируемых озоноразрушающих веществ, и меры по сокращению производства и потребления веществ, разрушающих озоновый слой. Протокол вступил в силу 1 января 1989 г. На сегодняшний день 198 страны являются участниками Монреальского Протокола принявших обязательства по этапам производства, потребления и сокращения ОРВ. На данный момент приняты 4 поправки и 5 дополнений к Монреальскому протоколу.

На II совещании Сторон была утверждена Лондонская Поправка, в соответствии с которой в список были введены дополнительные ХФУ, четыреххлористый углерод, метилхлороформ а также меры контроля за этими веществами. Наряду с введенными дополнениями, принят ускоренный график отмены уже существующих в списке веществ и дополнительные меры контроля, включенные в приложение для развитых и развивающихся стран Монреальского Протокола. Развивающиеся страны относятся к статье 5 Сторон Монреальского протокола, в которых потребление веществ, перечисленных в приложении А, не превышает 0,3 кг на душу населения. Развитые страны классифицируются в соответствии со статьей 2 Протокола. Для предоставления технической и финансовой помощи развивающимся странам, Стороны постановили учредить Многосторонний Фонд по реализации Монреальского протокола, который будет способствовать соблюдению Протокола развивающимися странами и содействовать прекращению потребления ОРВ.

На IV совещании Сторон в 1992 году Копенгагенской Поправкой Протокол был дополнен новыми веществами, (ГХФУ). Для развитых стран были ускорены сроки отмены ХФУ, галонов, тетрахлорметана и метилхлороформа. Кроме того, были введены положения в области производства и потребления ОРВ для удовлетворения основных потребностей.

В 1997 году на IX совещании Сторон Монреальской Поправкой были введены дополнительные меры контроля для развивающихся стран и ускорение сроков потребления ОРВ развитыми странами. Эта поправка предусматривает разработку и принятие систем лицензирования импорта / экспорта ОРВ и продуктов на основе этих веществ.

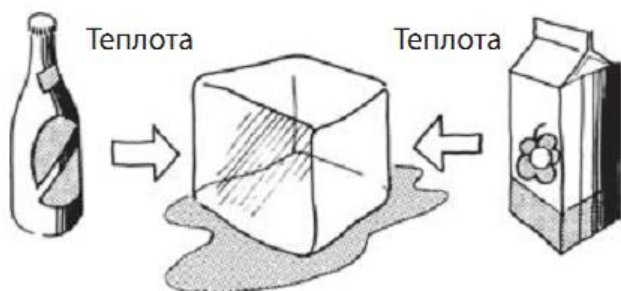
В 1999 году была принята Пекинская Поправка, в которой было отмечено, что для выполнения требований по прекращению потребления ОРВ странами статьи 5, график сокращения потребления ОРВ должен быть увеличен, в виду отсутствия альтернативных технологий. Многосторонний фонд Монреальского Протокола оказывает техническую и нормативно-правовую поддержку странам статьи 5 для скорейшего прекращения использования ОРВ.

Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой, принятая 15 октября 2016 г. в городе Кигали, Руанда, направлена на борьбу со значительным увеличением производства и потребления ГФУ, являющимися сильнейшими парниковыми газами и ростом их выбросов. Эта поправка необходима для обеспечения максимальных климатических выгод и поэтапно осуществит сокращение потребления ГФУ в соответствии с Монреальским Протоколом.

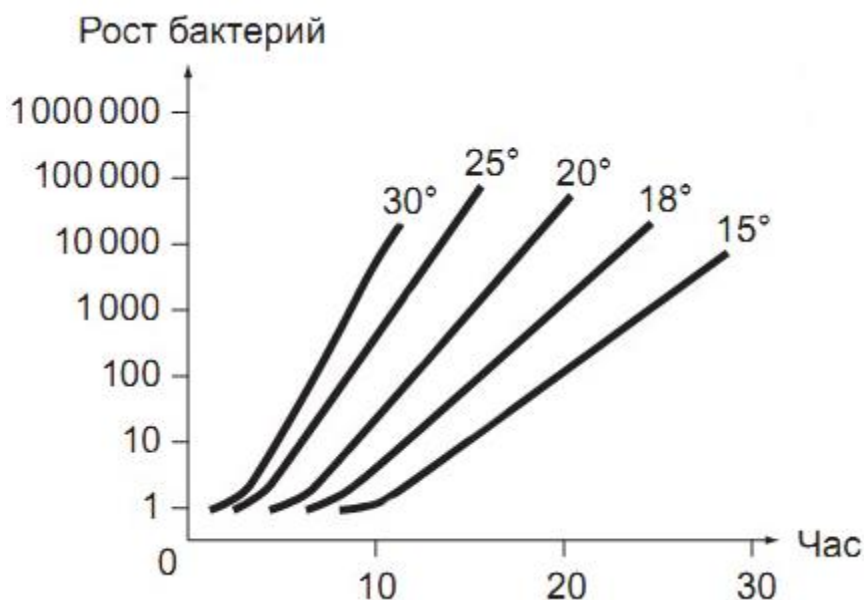
Глава 1. Теоретические основы холодильной техники

Предисловие

Задача холодильной установки — охладить продукты или материалы до температуры, которая ниже температуры окружающего воздуха, и поддерживать ее на этом уровне. Охлаждение, таким образом, можно определить, как процесс отвода теплоты. Самыми старыми и хорошо известными холодильными агентами являются лед, вода и воздух. С древнейших времен единственной целью охлаждения было сохранить пищу. Китайцы были первыми людьми, которые обнаружили, что лед продлевает срок хранения напитков и улучшает их вкус, а эскимосы столетиями консервировали пищу, замораживая ее.

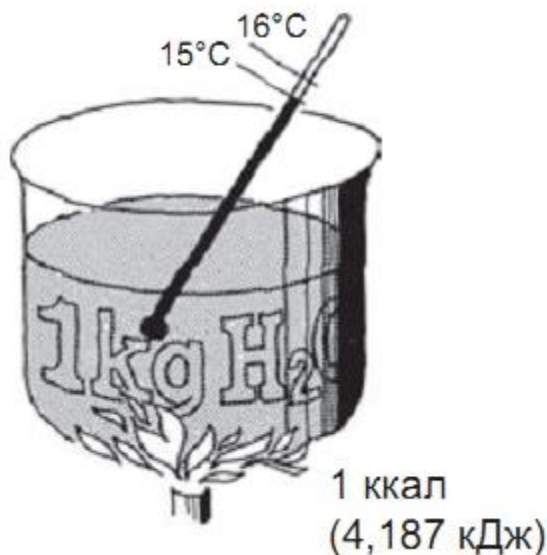


В начале 18-го века широко были известны такие понятия, как бактерии, грибки, плесень, ферменты и т.п. Было обнаружено что рост числа микроорганизмов зависит от температуры, т.е. он падает с понижением температуры и становится незначительным при температуре ниже $+10^{\circ}\text{C}$. В результате этого знания для сохранения пищи стали применять охлаждение и для этой цели стали использовать естественный лед.



Первые механические холодильные установки для производства льда появились в 1860 году. В 1880 году в США были созданы первые аммиачные компрессоры и теплоизолированные склады-холодильники. В начале прошлого столетия начало играть большую роль электричество,

и механические холодильные установки стали применяться во многих отраслях хозяйства, например, при изготовлении напитков, на скотобойнях, в рыбной промышленности, при производстве льда и т.д. После Второй мировой войны широкое развитие получили небольшие герметичные компрессоры, и в домах стали появляться холодильники и морозильники. Сегодня к этим приборам относятся, как к естественной необходимости.



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

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

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



1.1 Система единиц СИ

На международном уровне достигнуто соглашение об использовании системы единиц СИ (Международная система единиц), которая заменила метрическую систему единиц. Чтобы эта система полностью внедрилась в холодильную промышленность, потребуется некоторое время, но поскольку многие промышленно развитые страны разрабатывают стандарты для холодильного оборудования и соответствующее законодательство они все должны привыкнуть к повседневному использованию этой системы единиц. Чтобы облегчить переход от метрической системы единиц к системе СИ, компания «Данфосс» использует метрическую систему и в скобках указывает значение данных величин в системе СИ.

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

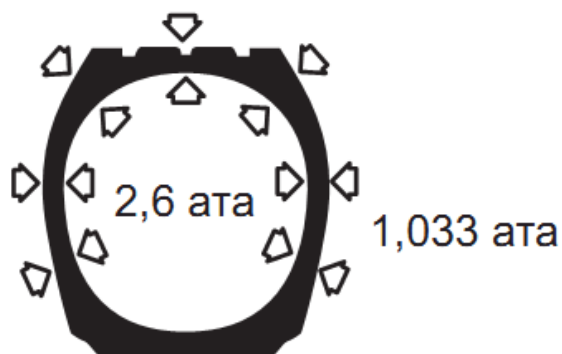
1.2 Давление

Результат действия силы на поверхность зависит от площади этой поверхности. В качестве очевидного примера можно привести человека, стоящего на лыжах и не проваливающегося глубоко. Это происходит потому, что лыжи распределяют вес человека на большую площадь и его вес на единицу площади снежной поверхности становится незначительным. Давление определяется как отношение силы к площади поверхности, на которую действует эта сила. Давление измеряется в различных единицах в зависимости от цели измерения. В метрической системе наиболее часто употребляется единица давления Г/см² (кp/см²). В сокращенном виде она обозначается как ат (at) и означает одну техническую атмосферу.



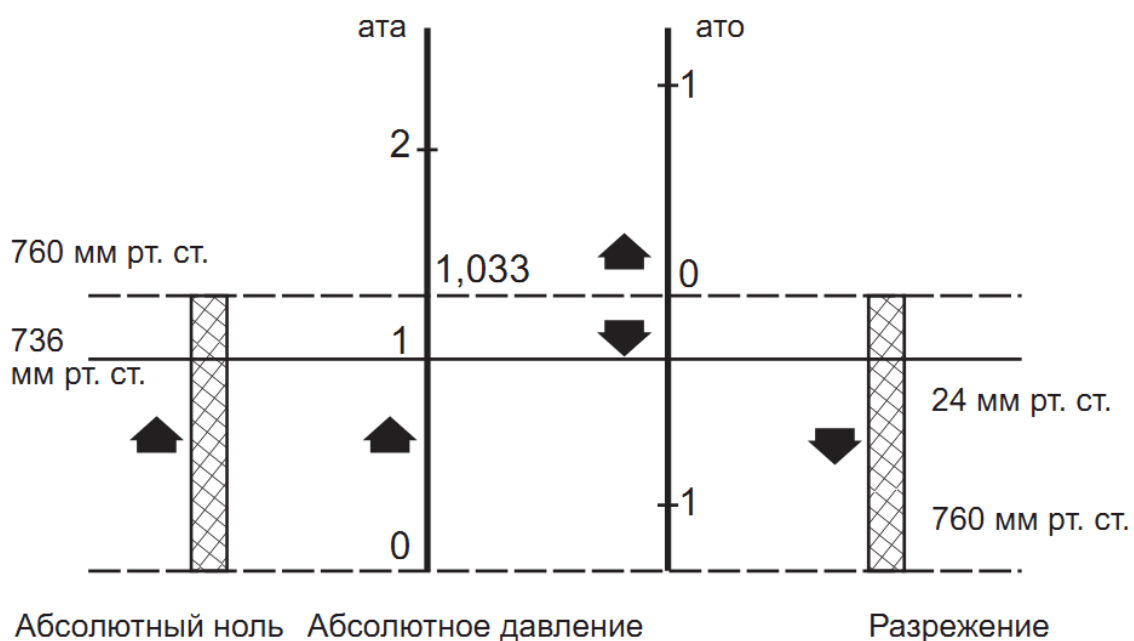
Давление воздуха при нормальных условиях составляет $1,033 \text{ кг/см}^2$ и означает одну физическую атмосферу, в сокращенном виде атм (atm). В зависимости от того, что принимается за нулевую точку, получаются различные единицы давления. Если за нулевую точку принят абсолютный вакуум, единицы давления обозначаются как ата (ata), где «а» означает абсолютное давление.

Эти единицы наиболее часто используются в холодильной технике. На манометрах обычно ставится единица измерения атм ман. (ato) — манометрическое давление. Здесь отсчитывается избыточное давление и за нулевую точку берется физическая атмосфера (1 атм, или $1,033 \text{ ата}$). Другой, часто встречающейся единицей измерения давления, является мм ртутного столба, сокращенно мм рт. ст. (mm Hg) Давление воздуха при нормальных условиях равно 760 мм рт. ст. и соответствует 1 атм или $1,033 \text{ ата}$.



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

Единицей измерения давления в системе СИ служит Ньютон/м², также называемый Паскаль (Па). Поскольку эта единица представляет очень небольшое давление по сравнению с теми, которые используются, например, в холодильной технике, вместо нее употребляется единица давления 1 бар = 10^5 Па . Так удачно сложилось, что $1 \text{ ат} = 0,9807 \text{ бар} \approx 1 \text{ бар}$. Поэтому на практике для измерения давлений стало возможным использовать обе этих системы: международную и метрическую.



1.3 Теплота

Теплота — это одна из форм существования энергии, которую нельзя наблюдать. Заметно только ее влияние на вещество и измерением степени этого влияния можно определить количество теплоты. Единицей измерения количества теплоты в метрической системе единиц служит калория (кал), которая определяется как количество теплоты, необходимое для увеличения температуры 1 г воды от 15 до 16°C. В холодильной технике обычно используют килокалорию (ккал), которая равна 1000 калорий. В системе СИ все виды работы, включая теплоту и энергию, измеряются в Джоулях (Дж). Перевод из метрической системы в систему СИ показывает, что:

$$1 \text{ кал} = 4,187 \text{ Дж}$$

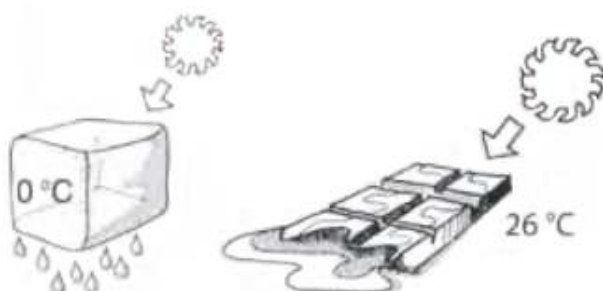
$$1 \text{ ккал} = 4,187 \text{ кДж}$$

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



1.4 Фазовые изменения вещества

Каждое вещество может существовать в трех различных формах: твердой, жидкой и газообразной. Наиболее типичным примером этого является вода — в твердой форме она представляет собой лед, в жидкой форме она лежит вокруг нас, а в газообразной форме это пар. Общим для всех этих форм является то, что молекулы воды остаются неизменными, т.е. вода, лед и пар имеют одну и ту же молекулярную формулу, H₂O.



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

Рассмотрим в качестве примера ледник при начальной температуре -10°C . Получая тепло от окружающей среды и внесенных в нее продуктов, лед в леднике быстро нагревается до 0°C . Затем лед начнет плавиться, и в течение всего времени его плавления температура льда будет постоянной и равной 0°C . Если в ледник не добавлять свежий лед, плавление постепенно закончится и на дне ледника начнет собираться вода. Температура воздуха в леднике поднимется и достигнет температуры окружающей среды. Количество теплоты, которое необходимо для плавления вещества, называется теплотой плавления. Она определяется как количество теплоты, необходимое для расплавления 1 кг вещества, которое предварительно подогрето до точки плавления. Если рассматривать воду в качестве примера, то теплота плавления льда составит 80 ккал (335 кДж).

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

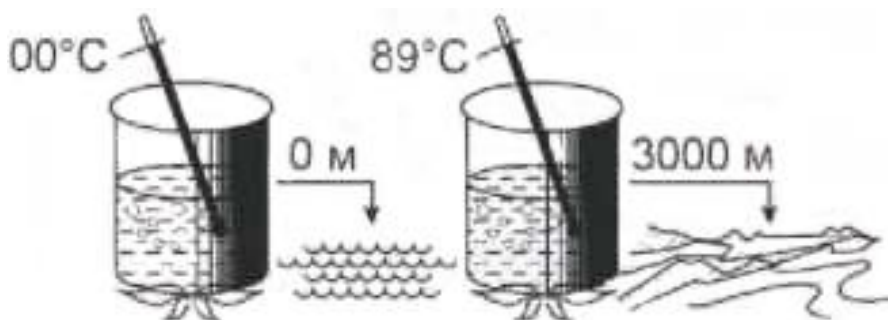
- фазовые превращения происходят при постоянной температуре,
- фазовые превращения требуют подвода сравнительно большого количества теплоты на 1 кг вещества.

1.5 Теплота испарения

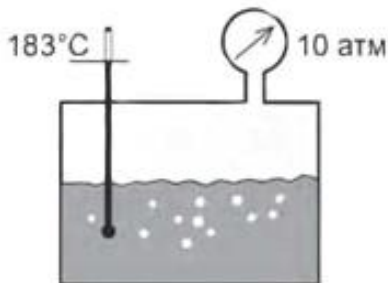
Поскольку поведение воды легко наблюдать и поскольку она ведет себя так же, как большинство хладагентов, возьмем ее в качестве примера.

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

Если давление опустится ниже атмосферного, температура кипения станет меньше 100°C , например, при давлении 531 мм рт. ст. (что эквивалентно высоте 3000 м над уровнем моря) температура кипения воды равна 89°C .



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



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

Дав.	Темп.	Дав.	Темп.
0,2	60	2,0	120
0,4	75	4,0	143
0,6	86	6,0	158
0,8	93	8,0	170
1,0	99	10,0	179

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

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

1.6 Перегрев

При подводе теплоты к насыщенному пару мы получим перегретый пар, этот процесс мы будем называть перегревом. Поскольку фазовый переход уже произошел, подводимая теплота будет сухой теплотой, а температура пара в процессе подвода тепла будет повышаться. При переходе вещества от жидкой фазы к газообразной его теплоемкость изменяется. Например, чтобы нагреть 1 кг пара на 1°C требуется только 0,45 ккал (1,9 кДж), а чтобы нагреть 1 кг воды на ту же температуру требуется 1 ккал (4,187 кДж).

1.7 Конденсация

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

1.8 Диаграмма «температура-энтальпия»

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

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

Линия В—С соответствует скрытой теплоте парообразования (теплоте испарения), которая необходима для перевода 1 кг воды {от точки В} в сухой насыщенный пар (в точку С). Теплота испарения воды при атмосферном давлении составляет, как было отмечено ранее, 539 ккал/кг, а энтальпия воды в точке С должна быть равна сумме теплоты, подведенной к воде, т.е. $100+539=639$ ккал/кг. Важно помнить, что при переходе от точки В к точке С температура воды не изменяется.

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

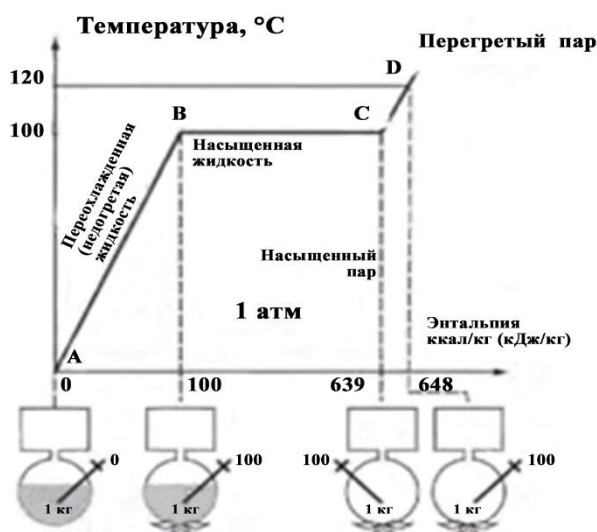


Диаграмма "температура - энтальпия"

1.9 Диаграмма «давление энтальпия»

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

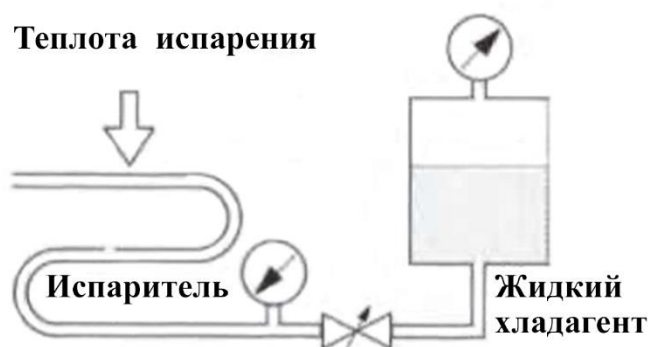
Диаграмма «давление энтальпия»



1.10 Холодильный контур

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

На рисунке ниже приведена схема простого холодильного контура. На других рисунках приведены описания его отдельных компонентов.



1.11 Испаритель

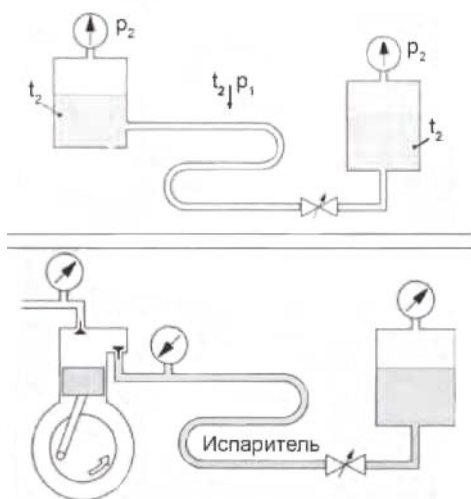
При кипении жидкий хладагент поглощает тепло, т.е. процесс охлаждения связан с фазовым переходом жидкости в пар. Если хладагент, находящийся при той же температуре, что и окружающий воздух, выходит через шланг наружу в окружающее пространство с атмосферным давлением, тепло будет отбираться у воздуха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

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

1.12 Компрессор

Подразумевается, что процесс охлаждения происходит в замкнутом пространстве (в холодильном контуре). Хладагент не должен выходить на открытый воздух. Если хладагент из испарителя поступает в бак, давление в баке начнет расти, пока не сравняется с давлением в испарителе. Таким образом, расход хладагента будет уменьшаться, а температура как в баке, так и в испарителе начнет постепенно приближаться к температуре окружающего воздуха. Для того, чтобы поддерживать низкое давление и соответствующую ему низкую температуру хладагента в испарителе, из последнего необходимо постоянно удалять пар. Это делается с помощью компрессора, который всасывает пар, выходящий из испарителя. Другими словами, компрессор можно сравнить с насосом, который перемещает пар в холодильном контуре.

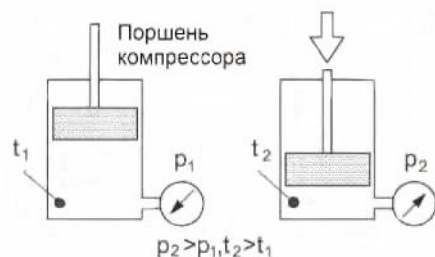
В замкнутом контуре господствует принцип равновесия. Если компрессор будет всасывать газ быстрее, чем он образуется в испарителе, давление, и вместе с ним температура в испарителе будут падать. Наоборот, если тепловая нагрузка на испаритель возрастет и хладагент будет испаряться быстрее, давление, а вместе с ним температура в испарителе будут расти.



1.13 Принцип работы компрессора

Хладагент покидает испаритель в виде насыщенного или слабо перегретого пара и поступает в компрессор, где сжимается. Процесс сжатия осуществляется так же, как в бензиновом двигателе, т.е. при помощи поршня. Компрессор потребляет энергию и производит работу. Эта работа передается парам хладагента; она называется работой сжатия. Благодаря работе сжатия пар выходит из компрессора при другом давлении, а дополнительная энергия идет на перегрев

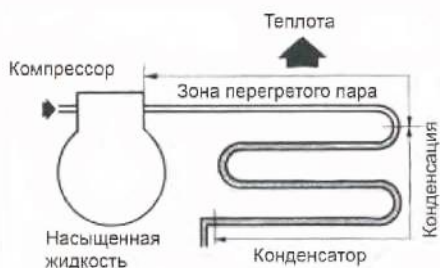
пара. Работа сжатия зависит от давления и температуры хладагента в системе. Конечно, при сжатии 1 кг пара при давлении 10 ат (бар) требуется совершить большую работу, чем при сжатии того же количества пара при 5 ат (бар).



1.14 Конденсатор

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

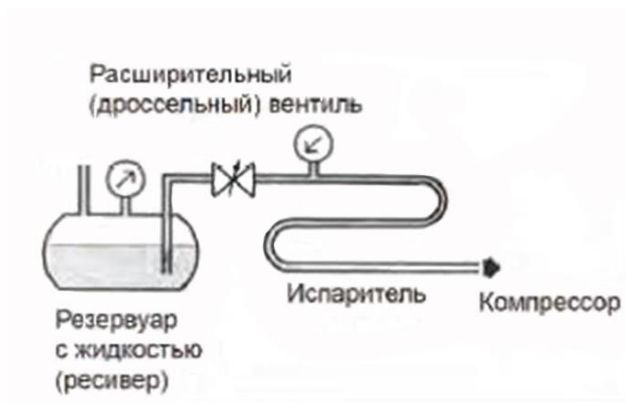
Среда, воспринимающая теплоту, может быть воздухом или водой; единственное требование, которое должно выполняться, это то, что температура среды должна быть меньше температуры, которая соответствует давлению конденсации. Процесс фазового перехода, который происходит в конденсаторе, можно сравнить с процессом, происходящим в испарителе, за исключением того, что он имеет противоположный «знак», т.е. здесь осуществляется фазовый переход от пара к жидкости.



1.15 Процесс расширения

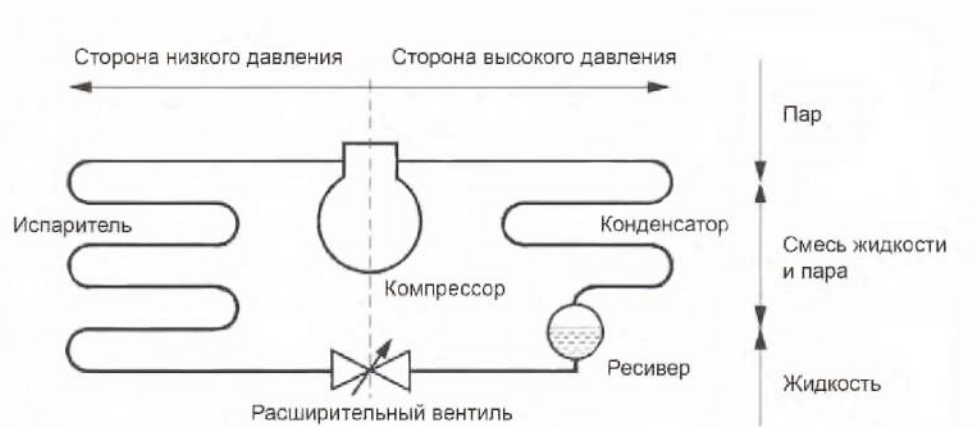
Жидкость из конденсатора поступает в сборный резервуар, или ресивер. Он может быть соединен с емкостью, описанной в разделе 3.1, т. е. с испарителем. Давление в ресивере намного больше, чем в испарителе благодаря сжатию пара, которое происходит в компрессоре. Для того, чтобы снизить давление до уровня, соответствующего давлению кипения в испарителе, за ресивером необходимо установить устройство, которое осуществляет этот процесс, так называемый процесс дросселирования или расширения. Это устройство называется дросселирующим или расширительным устройством. Как правило, его роль играет вентиль, который называется дроссельным или расширительным вентилем.

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



1.16 Стороны высокого и низкого давления холодильной установки

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



1.17 Процесс охлаждения. Диаграмма «давление- энтальпия»

Параметры сконденсировавшегося хладагента, который находится в ресивере, представлены точкой А, которая лежит на линии кипения жидкости. Жидкость имеет температуру t (температуру конденсации), давление p_k (давление конденсации) и энтальпию h_0 . Когда жидкость проходит через расширительный вентиль, ее состояние изменяется от точки А к точке В. Изменение состояния вызвано кипением жидкости, которое началось, как только давление хладагента при расширении упало до давления p_0 . При падении давления понизилась также температура кипения жидкости t_0 . За расширительным вентилем, поскольку теплота не подводилась и не отводилась, энтальпия хладагента осталась равной h_0 .

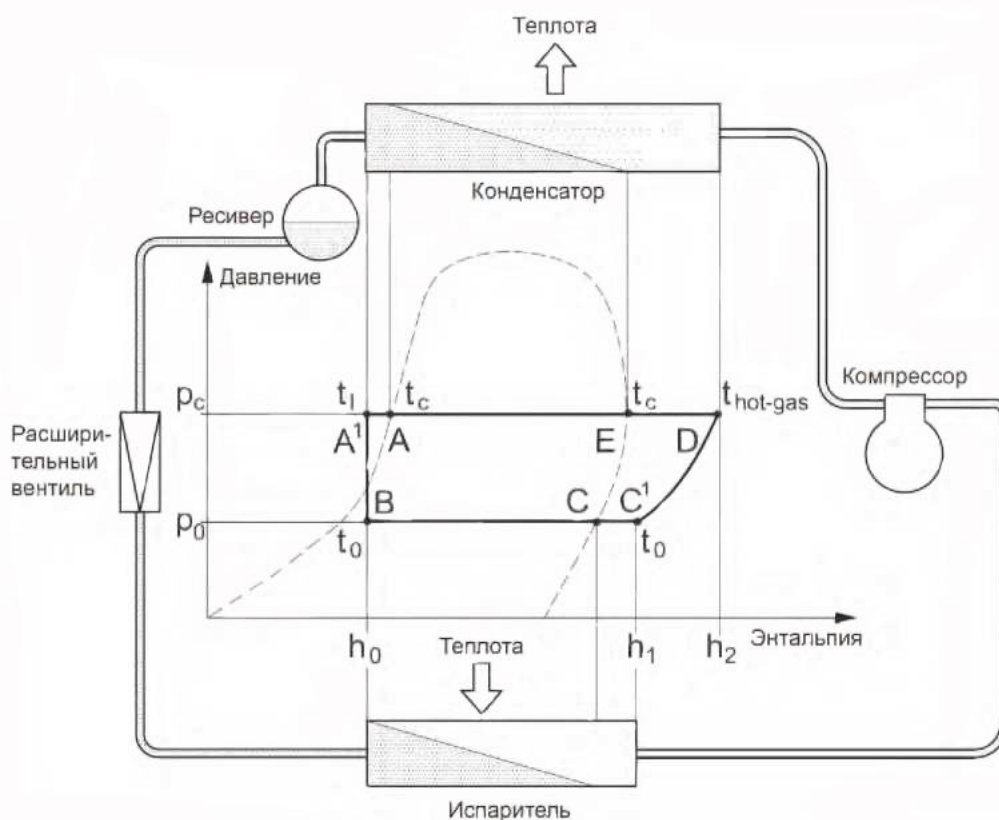
На вход в испаритель поступает смесь пара и жидкости, а на выходе из испарителя получается насыщенный пар (точка С). Давление и температура пара остались такими же, как в

точке В, но энтальпия хладагента изменилась до величины h_1 поскольку он поглотил тепло из окружающей испаритель среды.

При прохождении хладагента через компрессор его состояние изменяется от точки С к точке D. Давление пара при этом поднимается до давления конденсации p_k . Температура пара поднимается до температуры t_{0v} , которая будет выше температуры конденсации t_k , так как пар в этой точке сильно перегрет. Хладагент получил много тепла, и поэтому его энтальпия увеличилась до величины h_2 .

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

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



1.18 Хладагенты

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

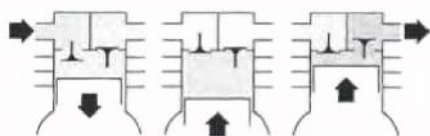
Однако хорошо известно, что на практике используются различные хладагенты в зависимости от условий эксплуатации холодильных установок и требований, предъявляемым к ним. Наиболее важные факторы, которые должны рассматриваться при выборе хладагентов:

- Хладагент не должен быть ядовитым. Если требование невозможно выполнить, хладагент должен обладать характерным запахом или содержащий маркировочную добавку, позволяющую быстро обнаружить утечки.
- Хладагент не должен быть огнеопасным. Там, где это требование выполнить невозможно, примите меры предосторожности, описанные в первом пункте.
- При температуре кипения в испарителе давление хладагента должно быть выше атмосферного.
- Чтобы конструкция конденсатора была не слишком тяжелой, давление конденсации не должно быть слишком высоким.
- Теплота испарения хладагента должна быть сравнительно высокой, чтобы передача тепла осуществлялась по возможности, при небольшом расходе хладагента.
- Пар хладагента не должен иметь слишком высокий удельный объем, поскольку эта величина является определяющей при расчете производительности компрессора.
- Хладагент должен быть химически устойчив при температурах и давлениях, существующих в холодильных установках.
- Хладагент не должен быть агрессивным и не должен, в жидком или газообразном виде, воздействовать на обычные конструкционные материалы.
- Хладагент не должен разрушать смазочное масло.
- Хладагент должен быть легкодоступен и не вызывать затруднений при обращении.
- Хладагент не должен быть слишком дорогим.

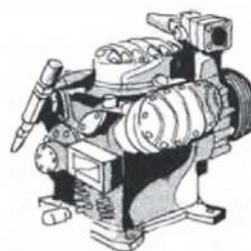
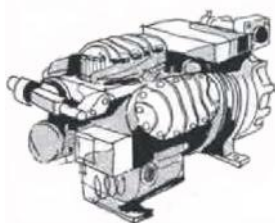
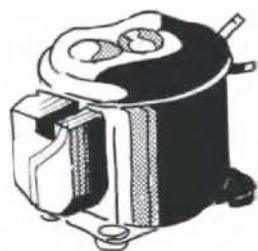
Глава 2. Основные компоненты холодильной установки

2.1 Основные типы компрессоров

Задача компрессора — всасывать пар, выходящий из испарителя, и подавать его в конденсатор. Наиболее общеупотребительные типы компрессоров — это поршневые компрессоры, но получили распространение также и другие типы компрессоров, например, центробежные и винтовые. Поршневые компрессоры имеют широкую номенклатуру: от небольших одноцилиндровых моделей для домашних холодильников до 8-ми и 10-ти цилиндровых моделей с большим рабочим объемом для промышленных холодильных установок. В небольших холодильных установках используются герметичные компрессоры, в которых поршневая группа и электродвигатель объединены вместе и находятся в герметичном корпусе.



В более мощных холодильных установках применяются полугерметичные (безсальниковые) компрессоры. Их преимущество заключается в том, что они не имеют уплотнений вала, которые трудно менять, когда они начинают течь. Однако эти компрессоры нельзя использовать в аммиачных установках, поскольку аммиак вредно воздействует на обмотки электродвигателя. Более мощные фреоновые (сальниковые) компрессоры и все аммиачные (сальниковые) компрессоры выполняются по «открытой» схеме, когда электродвигатель находится вне картера компрессора. Вращательный момент от электродвигателя подается на коленчатый вал компрессора непосредственно или с помощью ременной передачи. Для установок специального назначения выпускаются безмасляные компрессоры. Но смазка подшипников и стенок цилиндра маслом обычно производится всегда. В больших компрессорах масло подается к трущимся деталям при помощи масляного насоса.



2.2 Основные типы конденсаторов

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

Кожухотрубный конденсатор. Конденсатор этого типа используется в установках, где в качестве охлаждающей среды применяется вода. Он представляет собой горизонтальный

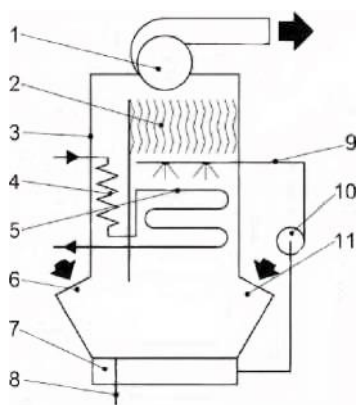
цилиндр с приваренными внутри плоскими трубными плитами, в которых закрепляются концы труб. К трубным плитам с помощью болтов приворачиваются торцевые крышки.

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



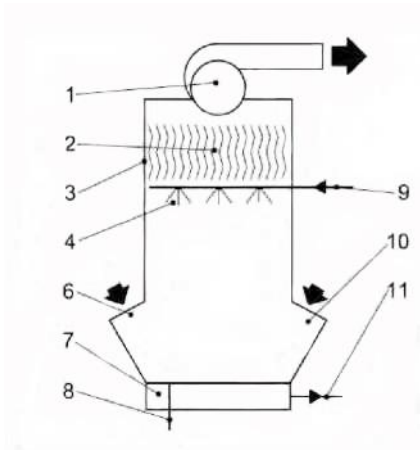
Когда желательнее или необходимо уменьшить количество охлаждающей воды, используют так называемый испарительный конденсатор. Этот конденсатор состоит из корпуса, в котором находятся конденсирующий теплообменник, разбрызгивающие трубы, отклоняющие пластины и вентиляторы. Пары хладагента поступают в верхнюю часть теплообменника, конденсируются там и выходят снизу в виде жидкости.

В верхней части конденсатора находятся разбрызгивающие трубы, которые подают воду на поверхность теплообменника. Вентиляторы пропускают через теплообменник сильный поток воздуха. В потоке воздуха часть воды, находящейся на поверхности теплообменника, испаряется, забирая при этом тепло у паров хладагента и заставляя его конденсироваться.



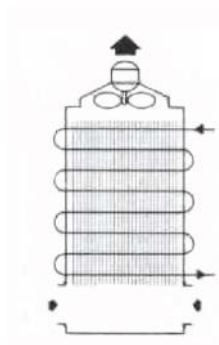
1. Вентилятор;
2. Отклоняющие пластины;
3. Наружная теплоизоляция;
4. Устройство снижения перегрева;
5. Трубопроводы конденсирующего теплообменника;
6. Воздухозаборник;
7. Поддон;
8. Переливная труба;
9. Разбрызгивающая труба;
10. Насос для циркуляции воды;
11. Воздухозаборник.

Такой же принцип использования теплоты испарения воды для охлаждения хладагента применяется в градирнях. Градирни используются совместно с кожухотрубными теплообменниками и устанавливаются вблизи компрессора. Вода циркулирует по замкнутому контуру между конденсатором и градирней. Фактически, градирня работает так же, как и испарительный конденсатор, но вместо конденсирующего теплообменника здесь используются отклоняющие пластины (насадки). Проходя через градирню и вступая в прямой контакт с каплями воды, падающими вниз, воздух поглощает влагу, испарившуюся из воды. Таким способом охлаждающая вода теряет тепло. Потери воды восполняются подачей в градирню дополнительного количества воды.



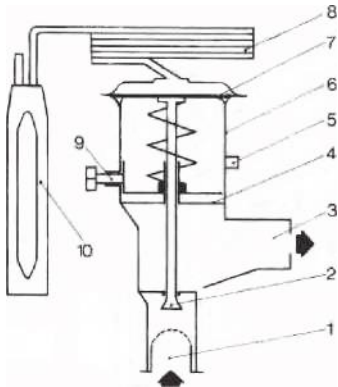
1. Вентилятор;
2. Насадки;
3. Наружная теплоизоляция;
4. Разбрызгивающие насадки;
6. Воздухозаборник;
7. Поддон;
8. Переливная труба;
9. Охлаждающая вода, поступающая из конденсатора;
10. Воздухозаборник;
11. Подача охлаждающей воды в конденсатор.

Используя в качестве охладителей испарительные конденсаторы и градирни, можно на 90-95% уменьшить расход воды на охлаждение хладагента по сравнению с кожухотрубным конденсатором. По той или иной причине иногда нет возможности использовать воду для охлаждения хладагента. В таких случаях необходимо применять конденсаторы с воздушным охлаждением. Поскольку воздух имеет худшие теплопередающие характеристики по сравнению с водой, внешняя поверхность труб конденсатора должна иметь большую поверхность. Это достигается путем оребрения труб, что, совместно с вынужденной циркуляцией воздуха, увеличивает производительность конденсатора.



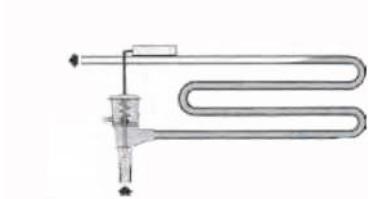
2.3 Расширительный вентиль

Основная цель расширительного вентиля — обеспечить достаточный перепад давления между сторонами высокого и низкого давления установки. Самым простым способом это достигается при помощи капиллярной трубки, установленной между конденсатором и испарителем. Однако капиллярные трубки применяют только в небольших и простых установках типа домашнего холодильника, поскольку они не могут регулировать количество жидкости, подаваемой в испаритель. С этой задачей способен справиться только терморегулирующий вентиль, который состоит из собственно вентиля, капиллярной трубки и термобаллона. Вентиль устанавливается в линию жидкости, а термобаллон крепится на трубопроводе на выходе из испарителя.



1. Входной штуцер с фильтром;
2. Клапан;
3. Выходной штуцер;
4. Канал;
5. Штуцер для подсоединения уравнивающей линии;
6. Корпус пружины;
7. Мембрана;
8. Капиллярная трубка;
9. Регулировочный винт для настройки предварительного натяжения пружины (открывающего перегрева);
10. Термобаллон.

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



Степень открытия вентили определяется:

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

При нормальной работе установки на некотором расстоянии от входа в испаритель кипение прекращается. Насыщенный пар, проходя через оставшуюся часть испарителя, перегревается. Температура термобаллона, таким образом, будет равна температуре испарения хладагента плюс величина перегрева пара; например, при температуре испарения, равной -10°C , температура термобаллона может быть равна 0°C . Если в испаритель поступает небольшое количество хладагента, пар будет перегреваться сильнее и температура трубопровода на выходе из испарителя будет расти. Также будет расти и температура термобаллона, а с ней и давление пара в термобаллоне, так как при повышении температуры интенсивность испарения наполнителя увеличивается. При повышении давления мембрана опускается вниз, вентиль открывается и в испаритель поступает большее количество жидкости. Соответственно, при уменьшении температуры термобаллона степень открытия вентили уменьшается. Терморегулирующие вентили выпускаются в различных модификациях и, конечно, существуют вентили других типов, но более подробные объяснения только приведут к ненужным усложнениям.

2.4 Испарительные системы

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

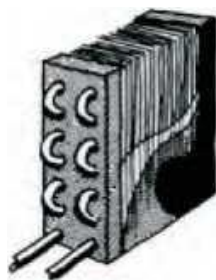
Испарители с естественной циркуляцией воздуха используются все меньше и меньше ввиду незначительного коэффициента теплоотдачи от воздуха к трубам испарителя. Более ранние модели испарителей оснащались простыми трубами, сейчас, в основном, используются оребренные испарители или испарители с ребристыми трубами. Производительность испарителя сильно увеличивается при использовании вынужденной циркуляции воздуха. С увеличением скорости воздуха интенсивность передачи тепла от воздуха к трубам испарителя увеличивается и для получения заданной холодопроизводительности можно использовать испаритель с меньшей площадью поверхности, чем при естественной циркуляции воздуха.

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

Испаритель с простыми трубами



Оребренный испаритель



Испаритель с ребристыми трубами



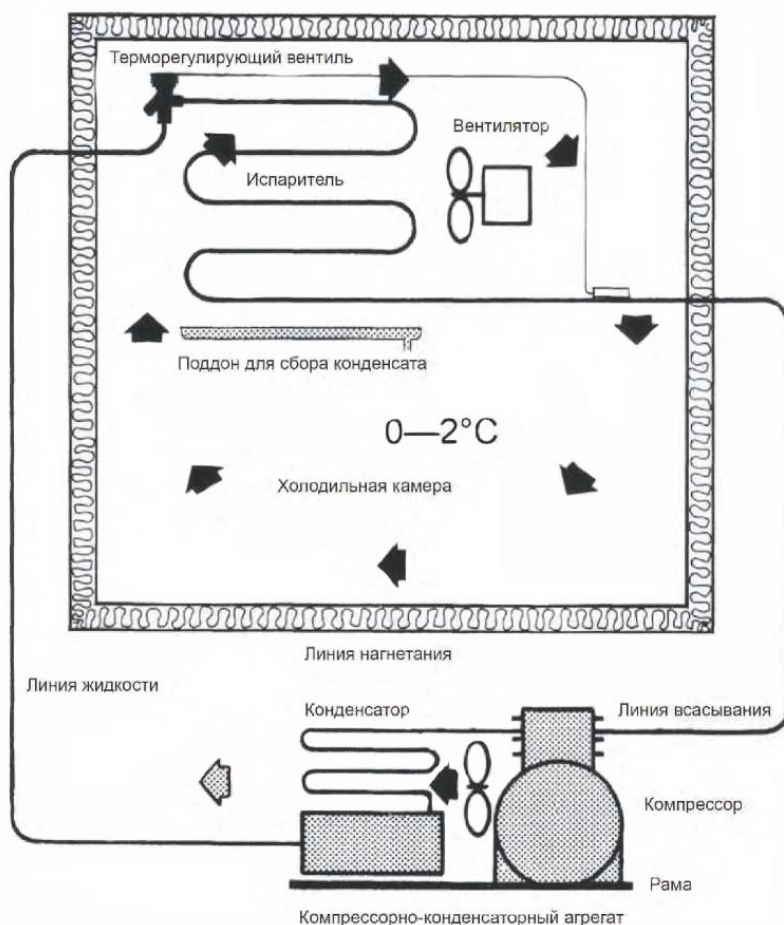
2.5 Схема холодильной установки

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

Компрессорный агрегат холодильной установки можно установить, например, в соседнем с холодильной камерой помещении с хорошей циркуляцией наружного воздуха. Такой агрегат состоит из электродвигателя и компрессора. Обычно на общую раму этого агрегата устанавливаются также конденсатор с воздушным охлаждением и ресивер. Для обдува конденсатора и обеспечения заданной холодопроизводительности системы рядом с ним устанавливается вентилятор, сидящий на валу электродвигателя. Линия между компрессором и конденсатором называется линией нагнетания. От ресивера идет нетеплоизолированный трубопровод, или жидкостная линия, который входит в холодильную камеру и соединяется с терморегулирующим вентилем, установленным на входе в испаритель. Испаритель изготавливается из труб и ребер, находящихся на небольшом расстоянии друг от друга и присоединенных к трубам. Испаритель оснащен вентилятором для создания вынужденной циркуляции воздуха в камере и поддоном для сбора конденсата. Из испарителя выходит линия всасывания, которая возвращается к компрессору. Диаметр трубопровода на линии всасывания

несколько больше диаметра трубопровода жидкостной линии, поскольку внутри него движется пар. Линия всасывания, как правило, теплоизолируется.

Рис. А



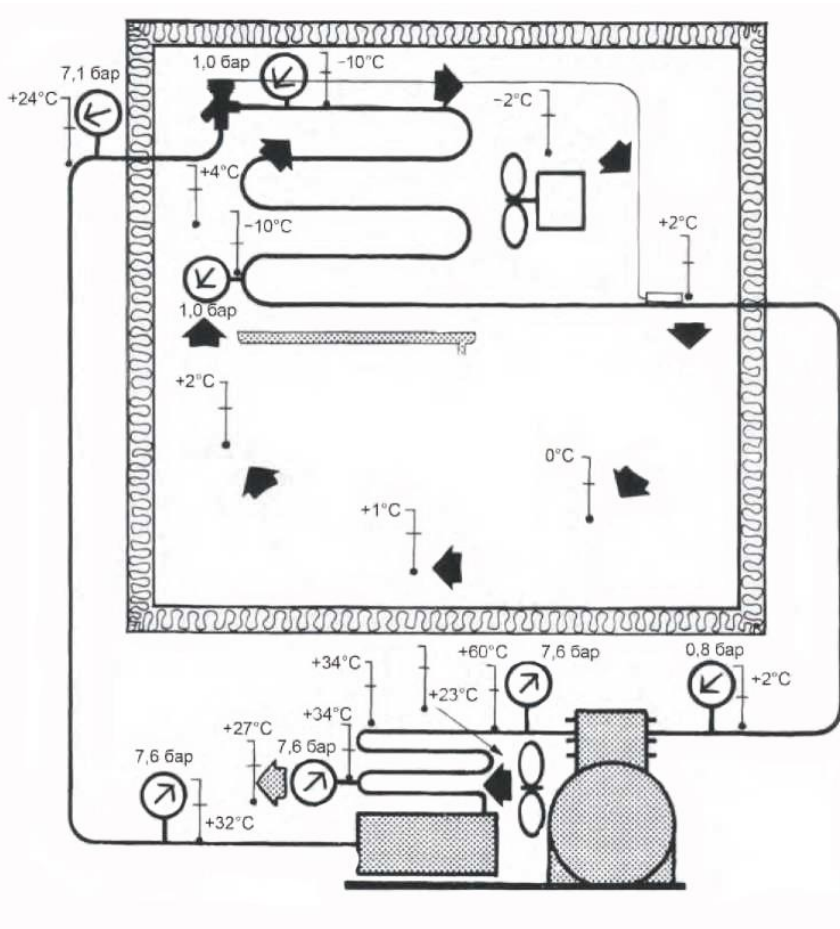
На рисунке В показано распределение температур в холодильной установке. На выходе из компрессора давление составляет 8,5 ата (бар), а температура 60°C , поскольку на линии нагнетания находится перегретый газ. Температура в верхней части конденсатора быстро понижается до температуры насыщения, которая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

Давление на выходе из ресивера остается более или менее на том же уровне, но начинается переохлаждение жидкости, и температура хладагента снижается на 2°C и доходит до 32°C . В испарителе давление падает до 2,2 ата (бар), а температура кипения до -10°C . На выходе из испарителя пар начинает перегреваться, и температура термобаллона приобретает значение $+2^{\circ}\text{C}$, соответствующее давлению настройки терморегулирующего вентиля. Как показано на рисунке, температура воздуха в холодильной камере будет изменяться, поскольку воздух забирает тепло в процессе своей циркуляции от продуктов, стен, потолка и т.д. Температура воздуха, обдувающего конденсатор, также изменяется в зависимости от времени года.

Холодильная установка разрабатывается с учетом максимальной тепловой нагрузки, которая будет на нее действовать. Для обеспечения работы установки при низких тепловых нагрузках должны быть предусмотрены средства изменения ее производительности. Процесс изменения производительности холодильной установки называется процессом регулирования. Он

осуществляется с помощью автоматических регуляторов производства компании «Данфосс». Но этот вопрос остается за рамками нашей публикации.

Рис. В



Глава 3. Технология извлечения, рециркуляции и восстановления хладагентов

Все люди, занятые в сфере холодильной промышленности, обязаны защищать окружающую среду от выбросов ХФУ хладагентов. Необходимо делать все возможное, чтобы не допустить выброс в атмосферу хладагентов ХФУ, которые в настоящее время используются в системах охлаждения. Сокращение в потреблении ХФУ может быть достигнуто в кратчайшие сроки, если потери хладагента в существующих системах довести до минимума. Основные источники потери хладагентов можно разделить на 3 категории:

1. Внутрисистемная утечка (собственная)
2. Случайная утечка
3. Потери хладагента во время транспортировки, в момент опорожнения или заправки системы из-за плохой практики.

Большинство методов по предотвращению выброса хладагентов ХФУ уже должны осуществляться на практике сознательным инженером-механиком. Другим лицам может потребоваться изменения в общей практике. Если в системе обнаружена утечка, она должна быть устранена (место утечки должно быть заделано) до повторной заправки. При потере всего содержимого в системе, следует использовать азот для его подачи под давлением с последующим разрежением системы. Вся система должна быть протестирована на утечку и места утечки должны быть помечены с тем, чтобы запомнить конкретное местонахождение. Помните, что утечка может иметь место не только на одном участке системы.

В данной главе мы сосредоточимся на моментах выброса хладагентов вследствие перемещения, т.е. при опорожнении или заправке системы. Мы разьясим, как осуществлять хорошую практику, когда необходимо провести техобслуживание той или иной системы. Также опишем различные альтернативные методы, которыми может воспользоваться инженер при необходимости разрежения или заправки системы.

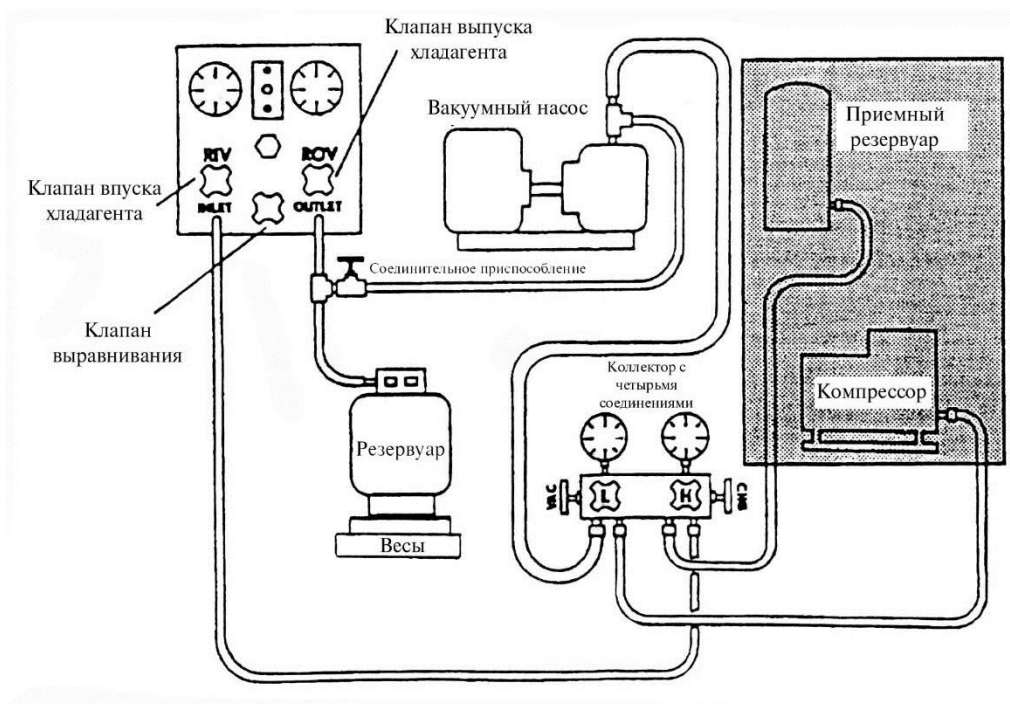


Рис. 1. Специальное регенерационное оборудование: регенерационная установка, утилизационный бак, четырехсистемный коллектор, вакуумный насос, весы.

На рисунке 1 показано основное оборудование для осуществления процедуры регенерации. Всасывающая сторона регенерационной установки соединяется к стороне высокого давления рабочего коллектора с помощью высококачественного заправочного шланга. Если регенерационная установка оснащена внутренней обводной линией, идущей к компрессору регенерационной установки, шланг низкого давления от рабочего коллектора, соединяется с приемным резервуаром системы охлаждения для передачи жидкого хладагента. Далее, в данной главе будут описаны различные методы регенерации.

Также на рисунке 1 показан вакуумный насос, подсоединенный к системе. Такое соединение позволяет регенерировать любой хладагент, оставшийся в шланге после завершения процесса регенерации.

3.1 Определение извлечения, рециркуляция и восстановления

Данные определения представлены Международной организацией по стандартизации под номером 11650, касающиеся систем охлаждения и тепловых насосов:

Регенерированный хладагент:

Хладагент, который выведен из системы охлаждения с целью хранения, рециркуляции, переработки или транспортировки.

Регенерация:

Процесс вывода из системы охлаждения хладагента в любом состоянии и хранение его в наружном контейнере без необходимости его тестирования или обработки каким-либо способом.

Рециркуляция:

Процесс уменьшения загрязняющих веществ в отработанном хладагенте с помощью маслоотделителя, отделителя неконденсирующихся газов и основного фильтра-влагоотделителя, которые предназначены для задержания влаги, кислотной среды и твердых частиц.

Переработка:

Переработка использованного хладагента для соответствия спецификации новой продукции, которая может включать процесс дистилляции (перегонки). Также может потребоваться проведение химического анализа отработанного хладагента для определения соответствия техническим условиям продукции.

Для определения использованного хладагента требуются химические анализы, которые подробно изложены в государственных или международных стандартах (эталонах) для спецификации новой продукции. Данное понятие обычно подразумевает применение технологических процессов или процедур, которые доступны только в перерабатывающем или производственном оборудовании.

3.2 Определение марки хладагента, используемого в системе

Необходимо всегда знать, какого типа хладагент используется в системе, чтобы можно было использовать соответствующий хладагент во время работы с системой. В настоящее время, в связи с необходимостью извлечения хладагентов из систем, эти знания представляют первостепенную важность. Только беспримесные хладагенты могут приниматься производителями для их дальнейшей переработки. Разнородные хладагенты подлежат ликвидации. (Хладагент R502 не может быть переработан производителем, поскольку этот хладагент представляет собой смесь, однако он может быть очищен при использовании регенеративного оборудования для повторного использования).

Типы хладагентов могут быть определены следующими способами:

- a) Тип используемого хладагента указан на табличке технических данных установки;
- b) Используемый хладагент указан на терморегулирующем клапане для специальных хладагентов (ТРВ);
- c) При постоянном давлении.

3.3 Тестирование хладагента на наличие загрязняющих веществ

В настоящее время можно приобрести фирменный набор для тестирования хладагента, который позволяет протестировать хладагент на наличие влаги, загрязняющих веществ и кислотной среды.

3.4 Тестирование масла на наличие загрязняющих веществ

На некоторых системах также можно провести тестирование масла на наличие кислотной среды. Содержание кислоты в масле говорит о том, что в системе присутствует влага или имеет место перегрев или же частичное перегорание, которые могут привести к перегоранию (двигателя). Для тестирования масла необходимо взять пробу масла из компрессора без выброса в атмосферу хладагента. Процедуры для этой цели будут меняться в зависимости от расположения запорных клапанов и доступа к маслу в установке (На многих компрессорах закрытого типа не предусмотрены ни клапаны отключения, ни клапаны доступа).

3.5 Регенерация хладагентов

Переливание хладагента в малый баллон – это практика с возможными опасными последствиями. Поэтому такую работу следует выполнять с использованием метода, предписанного производителем хладагента.

Рекомендуется следовать указаниям, перечисленным ниже:

- 1) Не переполняйте цилиндр.
- 2) Не перепутайте сорта хладагента или не вливайте один сорт хладагента в цилиндр, имеющий бирку для другого.
- 3) Используйте только чистый цилиндр, незагрязненный маслом, кислотой, влагой и т.д.
- 4) Перед использованием визуально осмотрите каждый цилиндр и убедитесь в том, что все цилиндры регулярно подвергались испытанию под давлением.
- 5) На регенерационном цилиндре ставится специальная отметка в зависимости от страны-производителя (желтая отметка – США, специальная отметка зеленого цвета – Франция), чтобы не перепутать контейнер для хладагента первичного использования.
- 6) На цилиндре должны быть предусмотрены отдельные клапаны для газа и жидкости, а также цилиндр должен быть оснащен устройством сброса давления. Типовой регенерационный цилиндр показан ниже на рис. 2.

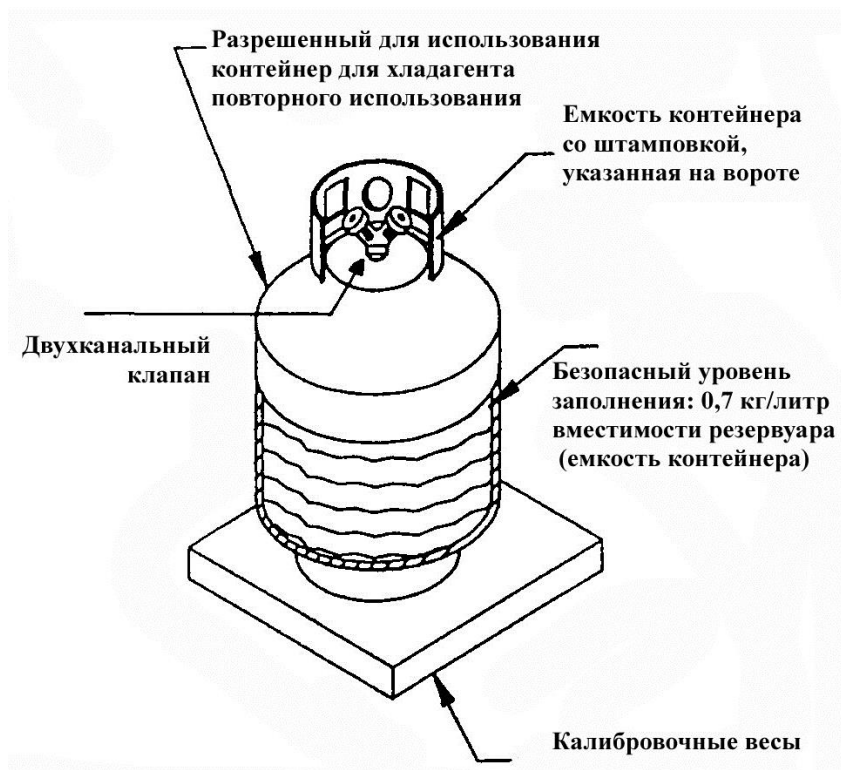


Рис. 2. Цилиндр для регенерированного хладагента.

3.6 Контейнеры разового и многократного использования для хладагентов

Хладагенты хранятся в транспортных контейнерах разового и многократного использования, которые обычно называются «цилиндрами». Они представляют собой сосуд под давлением и поэтому во многих странах они подлежат использованию в соответствии с федеральными и государственными законами, которые регулируют транспортировку и потребление таких контейнеров.

Практика использования одноразовых цилиндров нежелательна. От этих цилиндров после их использования в целом отказываются, так как в результате использования разовых контейнеров, большое количество хладагента может быть выпущено в атмосферу. Их использование не рекомендуется. Согласно отчету от 1994 года Комитета по техническим альтернативам систем охлаждения, кондиционирования воздуха и нагнетания теплого воздуха, внесено предложение на запрет использования таких контейнеров.

Производители хладагентов по собственной инициативе ввели цветовую кодовую систему для идентификации их продукции с раскраской на разовых и многократных цилиндрах или же с нижеприведенными цветовыми маркировками:

R-11 оранжевый	R-13 голубой (лазурный)
R-12 серый	R-503 зеленовато-голубой
R-22 умеренно зеленый	R-114 темно-синий
R-502 орхидейный	R-113 фиолетовый
R-500 желтый	R-717 серебристый (NH ₃)

Оттенки цветов могут меняться в зависимости от производителя, поэтому вы должны сверить содержимое с другими маркировками кроме цвета. Каждый цилиндр для хладагента поставляется с шелкотрафаретной печатью и предупреждающей информацией о безопасности. По запросу

можно приобрести техническую информацию и спецификацию на продукцию производителя. Даже если цилиндры разработаны и изготовлены с учетом их устойчивости против давления, насыщенного (пара) хладагента R-502 (базовый хладагент), перекрашивание цилиндра на другой цвет для использования с другим хладагентом не рекомендуется.

Давление насыщенного пара между хладагентами варьирует при определенной температуре окружающей среды. Жидкий хладагент должен храниться в закрытой таре, чтобы определить взаимосвязь между давлением и температурой, указывающую давление насыщения. Так как температура в цилиндре повышается, давление насыщения внутри цилиндра понижается аналогично температуре хладагента. Предохранительные устройства сброса давления, предназначенные для максимального давления пара, вызываемого хладагентом R-502, устанавливаются на каждом цилиндре заводского изготовления. Они представляют собой хрупкую (разрывную) пластину, или подпружиненное разгрузочное устройство, прикрепленное к стержню клапана. Ни та, ни другая деталь не регулируется и её подделана невозможна.

3.7 Технологии регенерации

В связи с тем, что регенерационная установка выводит из системы больше фторуглеродного хладагента по сравнению с любым другим практичным методом, их применение следует рассматривать как норму, а не как исключение. Подрядчики, инженеры и владельцы оборудования должны в достаточной мере гарантировать пригодность регенерационных установок для использования в ожидании того, что эти установки будут востребованы. Их работоспособность, модернизация, разновидности и спрос повышаются и в итоге, в настоящее время они в большей степени широко используются.

Как и вакуумные насосы, работа регенерационных установок будет наиболее эффективна, если соединительные шланги будут как можно короче и больше диаметром. Диаметр шланга должен составлять не менее $\frac{3}{8}$. Предпочтительнее $\frac{1}{2}$ дюйма. Однако невозможность подвода регенерационной установки ближе к системе, не может быть оправданием для того, чтобы исключить использование установки. И если придется воспользоваться длинными шлангами, то в общей сложности, на процесс регенерации потребуется лишь больше времени. Отныне не может быть никаких уважительных причин или оправданий по поводу выброса в атмосферу хладагентов. На рис. 3. показана типичная установка для регенерации.

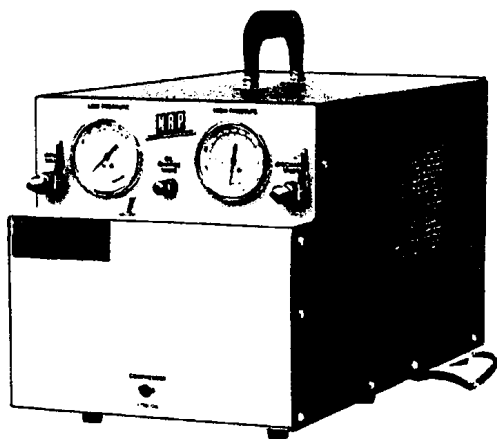


Рис. 3. Регенерационное оборудование от производителя НРП.

3.8 Эксплуатация регенерационного оборудования

Регенерационные установки подсоединяются к системе посредством рабочих клапанов, линейных кранов или специальных перфорирующих клещей. Некоторые из этих установок предназначены как для жидкого хладагента (обходят компрессор, который не может справиться с хладагентной жидкостью), так и для парообразного хладагента. Другие установки оснащены

встроенными контейнерами для хранения отходов. Не допускайте того, чтобы в компрессор попал (всосался) жидкий хладагент за исключением парообразного, в противном случае, компрессор выйдет из строя из-за гидравлической пробки.

3.9 Перекачка жидкого хладагента

Если регенерационная установка не оснащена встроенным насосом жидкости или же ее конструкция не выполнена с расчетом использования хладагента, жидкий хладагент из системы может быть выведен с помощью двух баллонов для регенерации и одной регенерационной установки. На цилиндрах для регенерации должны быть предусмотрены два отверстия и два клапана, по одному отверстию и клапану на каждое соединение линии жидкого хладагента и линии парообразного хладагента. Такие баллоны могут быть приобретены у производителей фторуглеродных веществ или у специализированных компаний по восстановительным устройствам. Подсоедините одно отверстие жидкого хладагента на цилиндре прямо к системе охлаждения на том месте, откуда может быть откачан жидкий хладагент. Подсоедините другое отверстие для парообразного хладагента на том же цилиндре, к входному отверстию регенерационной установки. Используйте регенерационную установку для вытяжки парообразного хладагента из цилиндра и таким образом, понижайте давление в цилиндре, которое вытиснит жидкий хладагент из системы охлаждения в цилиндр. Позаботьтесь о том, чтобы данный процесс совершился как можно быстрее.

Второй баллон предназначен для поступления хладагента из регенерационной установки, таким образом, хладагент из первого цилиндра поступает во второй. Если в регенерационной установке предусмотрена соответствующая встроенная емкость, то не обязательно выполнять вышеописанную процедуру. После того, как весь хладагент будет выведен из системы охлаждения, соединения могут быть переключены, а оставшая часть хладагента может быть регенерирована в режиме (методом) возвращения паров в жидкую фазу. Для удобства в работе также может быть предусмотрено смотровое стекло (в пределах) на линии подачи.

3.10 Регенерация жидкого хладагента методом «тяги-толкай»

Существует другой метод для регенерации жидкого хладагента, более распространенный, чем прежние описанные методы, известный как метод «**тяги-толкай**». Если у вас имеется доступ к регенерационному цилиндру, данный процесс может совершиться благополучно, если регенерационный цилиндр подсоединить к паровому клапану установки регенерации, а клапан жидкого хладагента регенерационного цилиндра соединить со стороны подачи жидкости в нерабочем состоянии установки, как показано на рис. 4. Установка регенерации **вытянет** жидкий хладагент из отключенной установки с понижением давления в регенерационном цилиндре. Парообразный хладагент, **вытянутый** из цилиндра регенерации, посредством регенерационной установки, затем начнет **проталкиваться** обратно в сторону парообразного хладагента в бездействующей установке.

СХЕМА 1: Передача жидкой среды

ПРИМЕЧАНИЕ:

Не соединяйте линию подачи жидкости к установке передачи. Компрессор может выйти из строя.

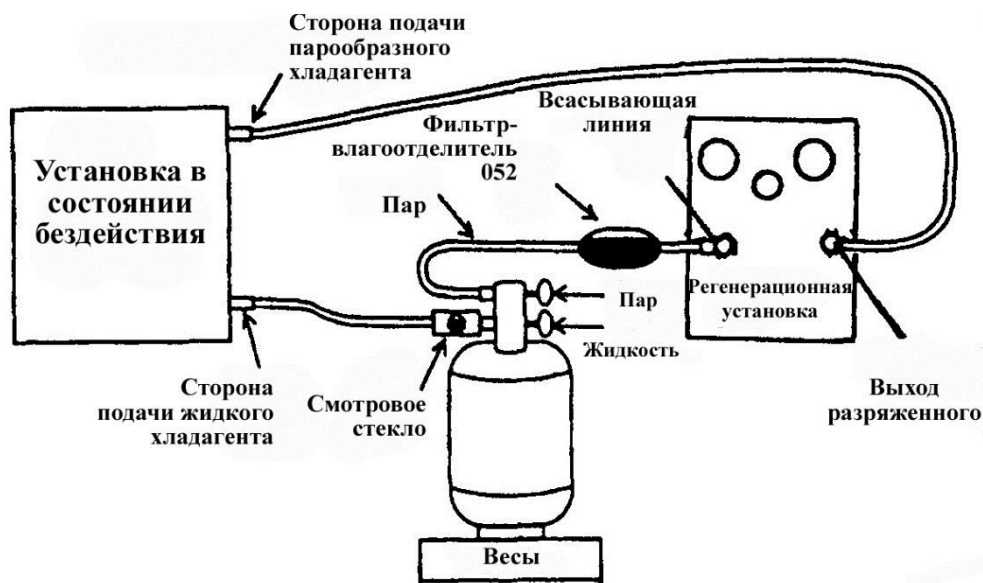


Рис. 4. Передача жидкой среды по методу тяни-толкай (из источников производителя НРП)

3.11 Передача паровозобразного хладагента

Хладагентная среда может быть также регенерирована в режиме улавливания паров, как показано на рис. 5. На крупногабаритных системах охлаждения этот процесс будет длиться существенно дольше по сравнению с процессом передачи жидкости. Рекомендуется, чтобы соединительные шланги между регенерационными установками, системами и цилиндрами регенерации были как можно короче длиной и больше диаметром, для практичности.

СХЕМА 2: Передача паровозобразной среды

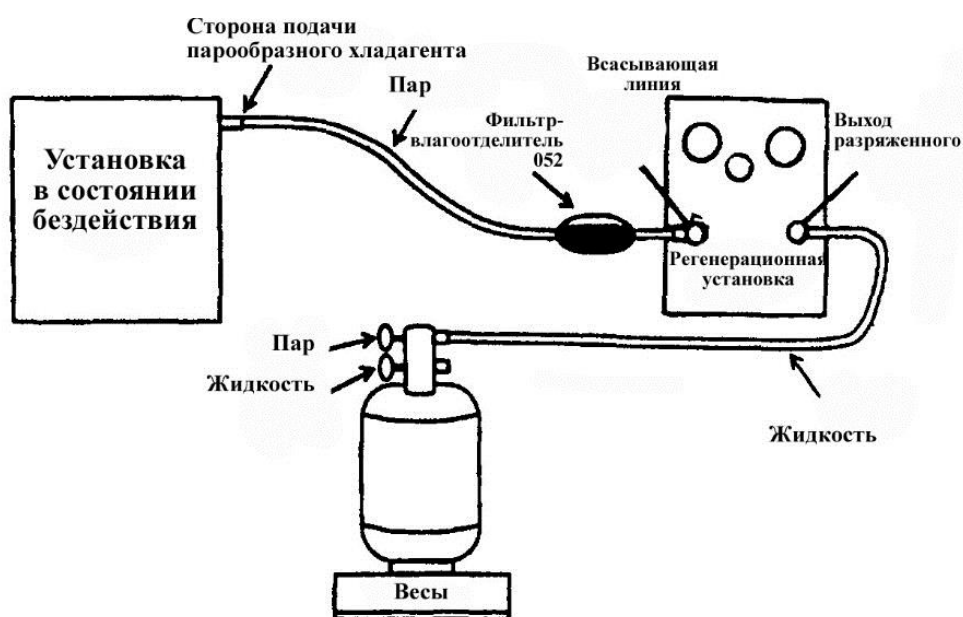


Рис. 5. Передача паровозобразной среды (из источников производителя НРП).

3.12 Использование собственного компрессора системы

Если необходимо вывести хладагент из системы, и система имеет рабочий компрессор, для регенерации хладагента можно использовать собственный компрессор установки. Опять же эффективность процесса будет зависеть от расположения клапанов на системе. Можно опорожнить систему обычным способом и после этого слить хладагент в охлаждаемый цилиндр регенерации или можно использовать охлаждаемый цилиндр для регенерации хладагента одновременно как конденсатор и приемный резервуар, устанавливая его у нагнетательного отверстия компрессора.

3.13 Повторное использование хладагента

Регенерированный хладагент может быть повторно использован на одной и той же установке, с которой он был выведен. Также он может быть выкачен из установки и переработан для использования на другой установке, в зависимости от состояния и причины его вывода, то есть с учетом степени содержания и видов загрязняющих веществ.

Существует масса потенциальных опасностей в процессе регенерации хладагентов и поэтому за процессом регенерации и повторного использования нужно следить с осторожностью. Потенциальными загрязняющими веществами для хладагента являются кислоты, влага, осадки из-за перегрева и другие твердые частицы. Даже низкий уровень содержания этих загрязняющих веществ может повлиять на срок эксплуатации установки и поэтому рекомендуется перед повторным использованием проверять регенерированный хладагент на наличие таких примесей. Хладагент из установки с перегоревшим герметичным компрессором может быть повторно использован в том случае, если регенерация хладагента осуществится посредством регенерационной установки, содержащей в себе маслоотделитель и фильтры. Чтобы проверить какое-либо регенерированное масло на содержание кислоты, необходимо использовать набор инструментов для тестирования содержимого хладагента и масла. Для этой цели, обычно, лишь вливают тестируемое количество масла в тестовый сосуд и смешивают его со специальной жидкостью из набора. Если в результате смешивания содержимое в сосуде примет фиолетовый цвет, значит, с маслом все в порядке. Если жидкость в сосуде станет желтой, это говорит о том, что в масле содержится кислота и соответственно хладагентное масло не пригодно для использования в системе. Продукт с таким результатом следует отправить для переработки или ликвидации.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Закачка использованного хладагента в новую установку может аннулировать гарантию на оборудование.

3.14 Технологии рециркуляции

Рециркуляция является неотъемлемой частью практики обслуживания холодильных установок. Известны различные методы от закачки хладагента в ресивер (приемный резервуар) с минимальными потерями до очистки отбракованных хладагентов с помощью фильтров-влагоотделителей. На рынке сбыта можно приобрести два типа оборудования. Первый тип – установка однократного прохождения. Другой тип относится к установкам многократного прохождения (Хотя некоторые системы рециркуляции размещаются в одной установке, которая производит регенерацию и рециркуляцию, а другие системы представляют собой разделенные устройства).

3.15 Установка рециркуляции однократного прохождения

Устройства рециркуляции однократного прохождения перерабатывают хладагент с помощью фильтров-влажнителей или посредством процесса дистилляции. (Во временном отношении, процесс дистилляции неуместен, но процесс сепарации (расщепления) более эффективен). В данном случае хладагент производит один цикл через агрегат в процессе рециркуляции и после этого поступает в цилиндр для хранения. На рис.6 показан типичная система рециркуляции однократного прохождения.

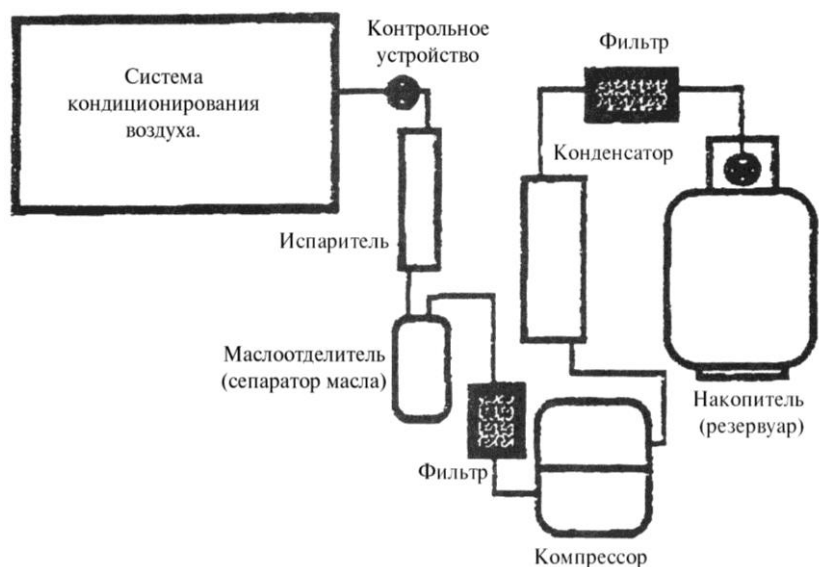


Рис. 6. Процесс фильтрации однократного прохождения.

3.16 Установка рециркуляции многократного прохождения

Механизмы рециркуляции многократного прохождения производят рециркуляцию хладагента через фильтры-влажнители несколько раз. Через определенный промежуток времени или несколько циклов, хладагент поступает в цилиндр для хранения. Время не является надежным определением того, насколько основательно хладагент был регенерирован, поскольку содержание влаги может меняться. На рис. 7 показана типовая система многократного прохождения.

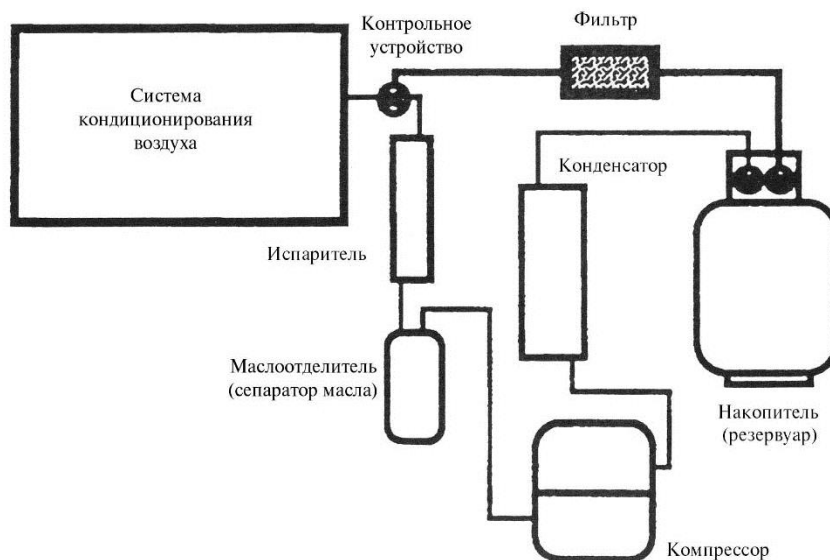


Рис. 7. Процесс фильтрации многократного прохождения.

На данном отрезке обучения, у лиц, использующих оборудование рециркуляции, должны возникнуть ряд вопросов. Будет ли возвращен хладагент обратно в ту же систему? Если система демонтируется, например, необходимо учесть и другие факторы. Если необходимо вернуть хладагент в систему, возникает следующий вопрос – вопрос состояния хладагента. Когда масло отделяется от хладагента, в нем содержится загрязнители в большом количестве. Многие установки рециркуляции хладагента используют фильтры-влагоотделители для удаления прочей влаги и кислотной среды, а также твердых частиц. В данном случае общепринято возвращать хладагент в систему. Фактические осложнения могут возникнуть тогда, когда имеет место перегорание герметичного компрессора. Перегорание – это результат внутренней поломки компрессора по электрической части. Перегорание может произойти из-за множества факторов. В данной ситуации загрязнение хладагента может иметь последствия от легкой формы, вплоть до серьезной. Как правило, масло является главным виновником перегорания компрессора.

3.17 Технологии переработки (восстановления)

Процесс переработки определяется, как переработка хладагента и доведение его до уровня чистого хладагента первичного использования в соответствии со спецификациями и с проведением соответствующих химических анализов. Для совершения такого процесса, установка должна соответствовать стандартам ARI 700-93. Все производители и поставщики основного оборудования рекомендуют, чтобы уровень чистоты использованного хладагента, соответствовал хладагенту первичного использования (по чистоте должен быть на уровне с новым хладагентом). Важным пунктом при переработке является то что:

Необходимо провести полную процедуру химического анализа и пока регенерационный хладагент, подвергающийся переработке, не достигнет показания в спецификации хладагента первичного использования для использования он не пригоден.

Большинство оборудования различных типов в состоянии достичь уровня чистоты, но важно помнить, что это должно быть проверено производителями оборудования, чтобы регенерационный хладагент обязательно соответствовал спецификации для хладагента первичного использования.

Установки промышленного назначения (Рис. 8) предназначены для работы с использованием хладагентов типа R-12, R-22, R-500 и R-502 и рассчитаны на постоянное использование, необходимое в процессе продолжительной работы системы регенерации и рециркуляции. На рис. 8 показана типовая установка переработки.

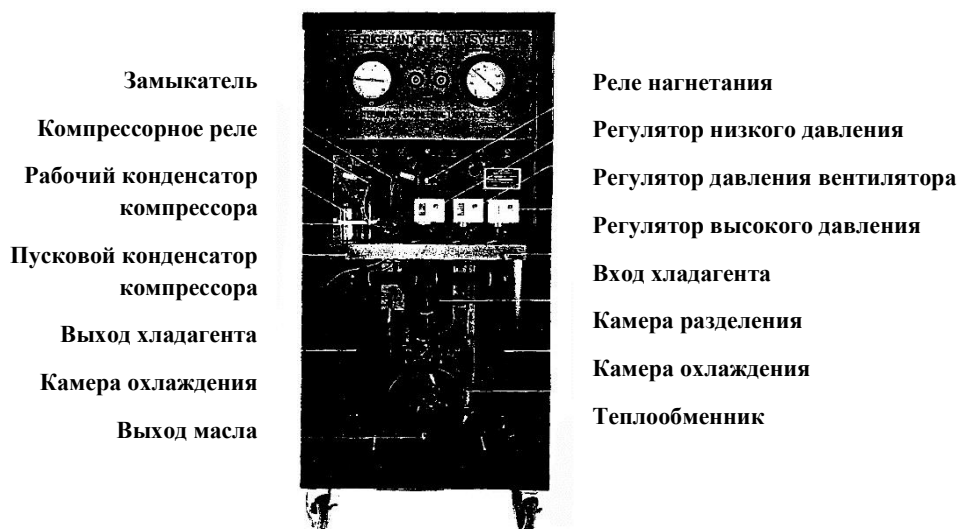


Рис.8. Установка промышленного назначения

3.18 Установка переработки (восстановления)

Данный тип установки можно описать, как нижеследующие:

1. Хладагент поступает в систему либо в парообразном состоянии, либо в жидком состоянии.
2. Затем хладагент поступает в отдельно расположенную большую сепаратор-камеру, где скорость потока значительно уменьшается, что позволяет парообразному хладагенту увеличиться в объеме при высокой температуре. В ходе совершения этой фазы, загрязнители – медные крошки, углерод, смазочное вещество, кислота и прочие загрязняющие вещества, оседают на дне сепаратора, которые подлежат удалению во время операции «отвода масла».
3. Дистиллированный пар проходит через конденсатор с воздушным охлаждением и превращается в жидкую среду.
4. Затем жидкий хладагент поступает во внутреннюю камеру хранения. Внутри камеры, блок испарителя понижает температуру жидкого хладагента приблизительно от 100°F (56°C) до температуры насыщения (недогрев) от 38°F (3°C) до 40°F (4°C).
5. Съёмный фильтр-влагоотделитель в данном цикле удаляет влагу, также он продолжает процесс очистки, удаляя микроскопические загрязняющие вещества.
6. Охлаждение хладагента, также способствует передаче температуры наружным цилиндрам, которые находятся при комнатной температуре.

3.19 Безопасное обращение с регенерированным хладагентом

1. Тщательно изучите ваше регенерационное оборудование. Ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации фирмы-изготовителя, комплектом оборудования и постоянно применяйте описанные методы и следуйте инструкции каждый раз при использовании оборудования.
2. Хладагенты в жидком состоянии могут вызвать сильное обморожение некоторых участков тела, поэтому избегайте возможного соприкосновения с жидким хладагентом, пользуйтесь специальными перчатками и надевайте одежду с длинными рукавами.
3. Регенерируемый хладагент может быть выведен из сильно загрязненной системы. Кислота – это продукт разложения, а в результате этого явления возможно образование соляной и фтористоводородной кислоты (фтористоводородная кислота – единственная кислота, которая плавит стекло). Необходимо соблюдать крайнюю осторожность для предотвращения попадания масел парообразного хладагента на кожу или на одежду при эксплуатации загрязненных устройств.
4. Пользуйтесь защитными средствами, такими как защитные очки и обувь, перчатки, защитная каска, длинные брюки (закрывающие ноги) и рубашки с длинными рукавами.
5. Хладагентные пары могут иметь вредное (токсичное) воздействие на дыхательные пути человека. Избегайте прямого попадания паров в пищевой тракт. Постоянно предусматривайте умеренную вентиляцию.
6. Убедитесь, что источник электропитания к регенерационному оборудованию разъединен и отключен. Отключите и заблокируйте всякое электроснабжение с помощью проверенного предохранительного устройства.
7. Согласно положениям Соединенных Штатов Америки, требуется использование только специальных регенерационных контейнеров, сертифицированных Министерством Транспорта США (ДОТ).
8. Никогда не превышайте безопасный уровень объема жидкости на цилиндре, основанный на чистом весе. Максимальная вместимость любого цилиндра (баллона) составляет 80% с учетом веса брутто.

9. Для перемещения цилиндра пользуйтесь специальным приспособлением на колесах. Если используется тележка, убедитесь в том, что цилиндр прочно закреплен в ней. НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ не перекачивайте цилиндр или не кладите его вертикально, чтобы перекачать из одного места в другое. Используйте подъемник для транспортировки полутонного контейнера с хладагентом, регенерированным из крупногабаритного оборудования.
10. Используйте шланги высокого качества. Убедитесь в том, что они надежно и прочно затянуты (прикреплены к системе). Часто проверяйте прокладки шлангов.
11. Шланги и электрические удлинительные шнуры могут быть местами повреждены. Во избежание такого рода опасных участков установите защитные ограждения и предупреждающие знаки. Проложите шланги должным образом в местах минимального риска.
12. Наклейте соответствующие этикетки на цилиндр и контейнер в соответствии с техническими правилами.
13. Для совершения процесса переработки, свяжитесь со специальной организацией, оказывающей услуги по переработке систем, по вашему выбору для осуществления транспортировки.
14. Убедитесь в том, что состояние всех цилиндров соответствует правилам технике безопасности, а также при необходимости проверти, закупорены и маркированы ли они должным образом.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Данное оборудование предназначено для переработки (вашего) использованного хладагента и для проведения всех необходимых химических анализов для достижения уровня соответствующих стандартов.

Следующие пункты являются отрывками из технического руководства Института исследования систем охлаждения и кондиционирования воздуха (ARI) «Контейнеры для Регенерации Фторуглеродных Хладагентов».

3.20 Регенерация хладагента из систем охлаждения бытового назначения – домашней холодильной установки

Можно произвести регенерацию хладагента из герметически закрытой системы, которая не имеет рабочие клапаны. Для этого к системе следует подсоединить линейный кран (игольчатый клапан) в соответствии с инструкциями производителя. В данном случае регенерационная установка используется для вывода хладагента из установки, через игольчатый клапан аналогично действиям на крупногабаритных системах. Не рекомендуется игольчатые клапаны надолго оставлять на месте подсоединения. Если они установлены на технологической трубке, то после их использования их следует отсоединить. На рис. 9 регенерационная установка связана с холодильником, посредством линейного клапана (игольчатого клапана). В связи с малым количеством хладагента для заправки системы, требуется регенерация только хладагента парообразного состояния. Рекомендуется установка игольчатых клапанов, как со стороны высокого давления, так и со стороны низкого давления.

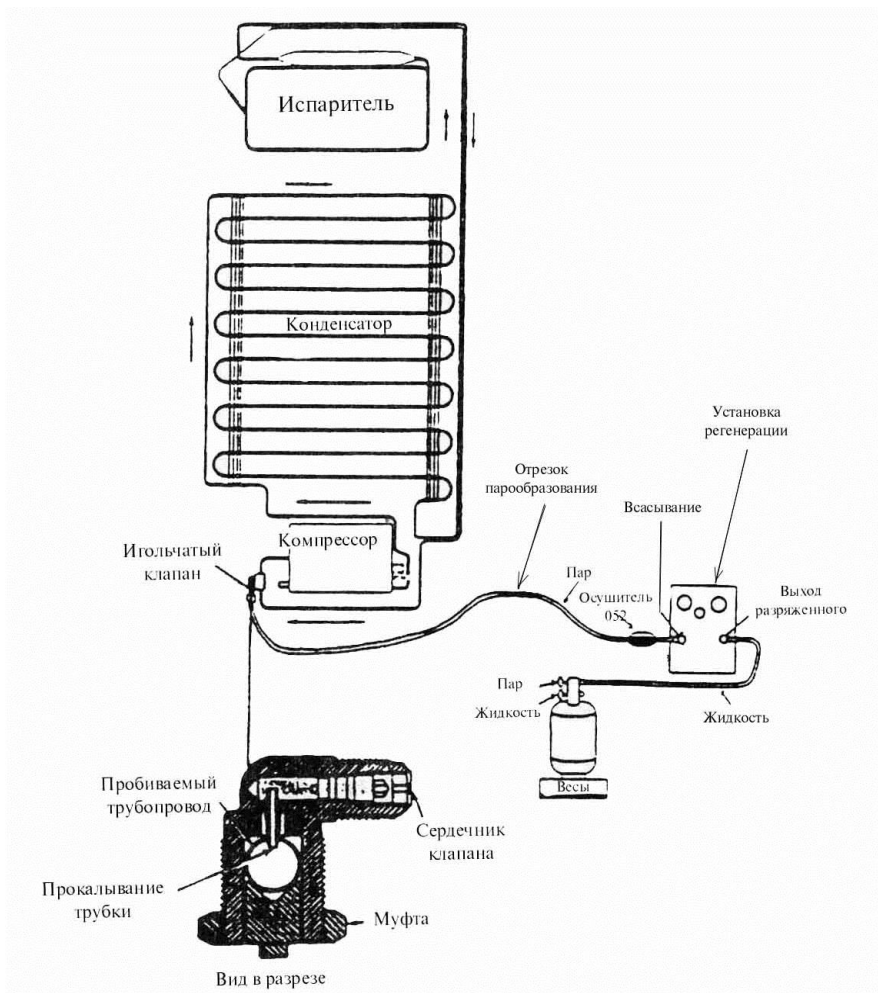


Рис. 9 Регенерационная установка связана с холодильником, посредством линейного клапана

3.21 Регенерация хладагента из системы кондиционирования воздуха

Передача жидкого хладагента

На рисунке 10 показано типовое конденсирующее устройство для установок кондиционирования воздуха. Такие виды установки обычно имеют запорные клапаны, встроенные на трубах. Во время регенерации хладагента из такой системы, сначала по системам должна быть переправлена жидкая среда, поскольку количество хладагента может быть довольно большое. На данном рисунке мы описываем метод тяни-толкай (поступательно-возвратный метод). Системная трубка подачи жидкости подсоединяется к линии подачи жидкого хладагента регенерационного цилиндра. Линия подачи парообразного хладагента на цилиндре подсоединяется к стороне всасывания регенерационного цилиндра. Нагнетательная сторона регенерационной установки подводится к всасывающей трубе в установке кондиционирования воздуха. Если бы на приемном резервуаре были специально предусмотрены клапаны (на стороне высокого давления), нагнетательная сторона регенерационной установки могла бы крепиться там же. Таким образом, жидкий хладагент вытекает со стороны жидкости системы кондиционирования воздуха и поступает в цилиндр. Регенерационная установка будет способствовать поддержанию давления в баллоне ниже, чем в системе кондиционирования воздуха и будет придерживать жидкий поток.

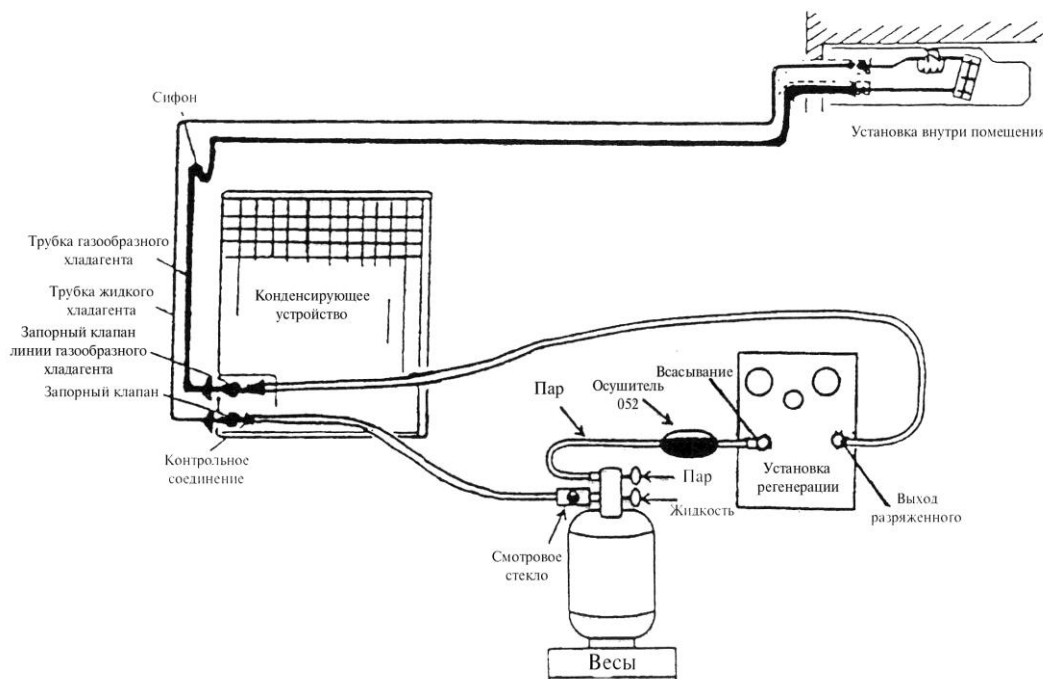
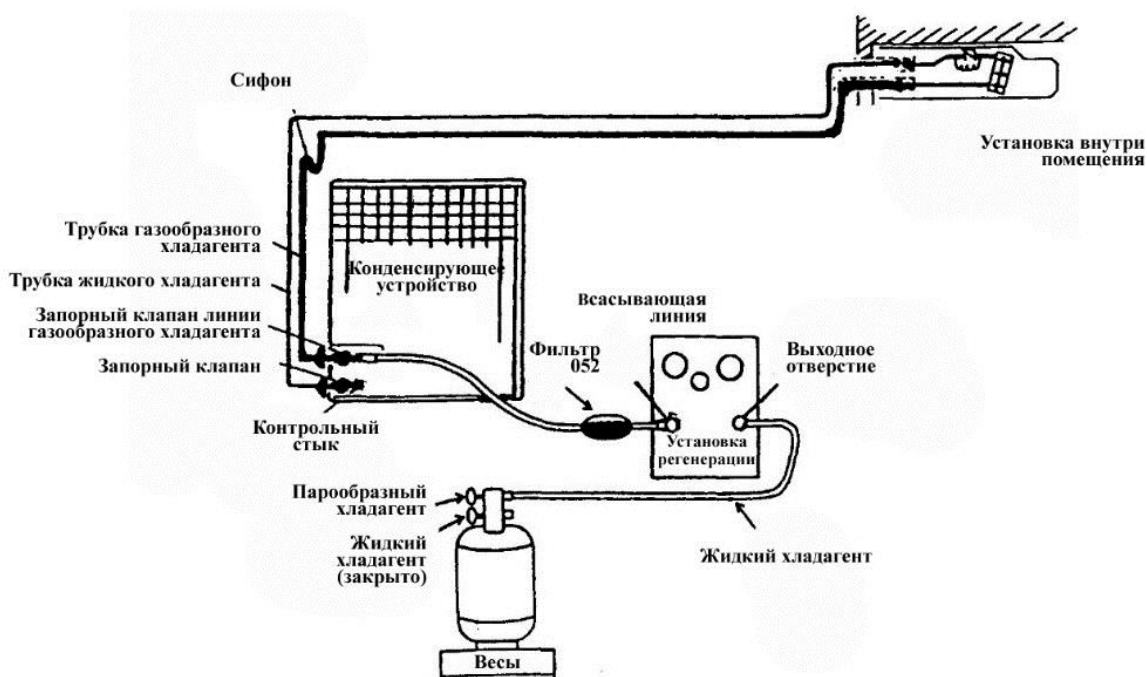


Рис. 10. Типовое конденсирующее устройство для установок кондиционирования воздуха

3.22 Передача парообразного хладагента

Когда совершается процесс передачи жидкости, в системе остается некоторое количество парообразного хладагента. Чтобы перекачать в регенерационный цилиндр весь хладагент, подсоедините всасывающий шланг от установки регенерации к трубке газообразного хладагента на установки кондиционирования воздуха. Затем подсоедините шланг выпускного отверстия регенерационной установки к стороне подачи парообразного хладагента на регенерационном цилиндре. Запустите регенерационную установку и не отключайте ее пока вакуумметр не покажет отметку 0.6 атмосфер или ниже. Таким образом, завершается процесс регенерации.

Рис. 11.

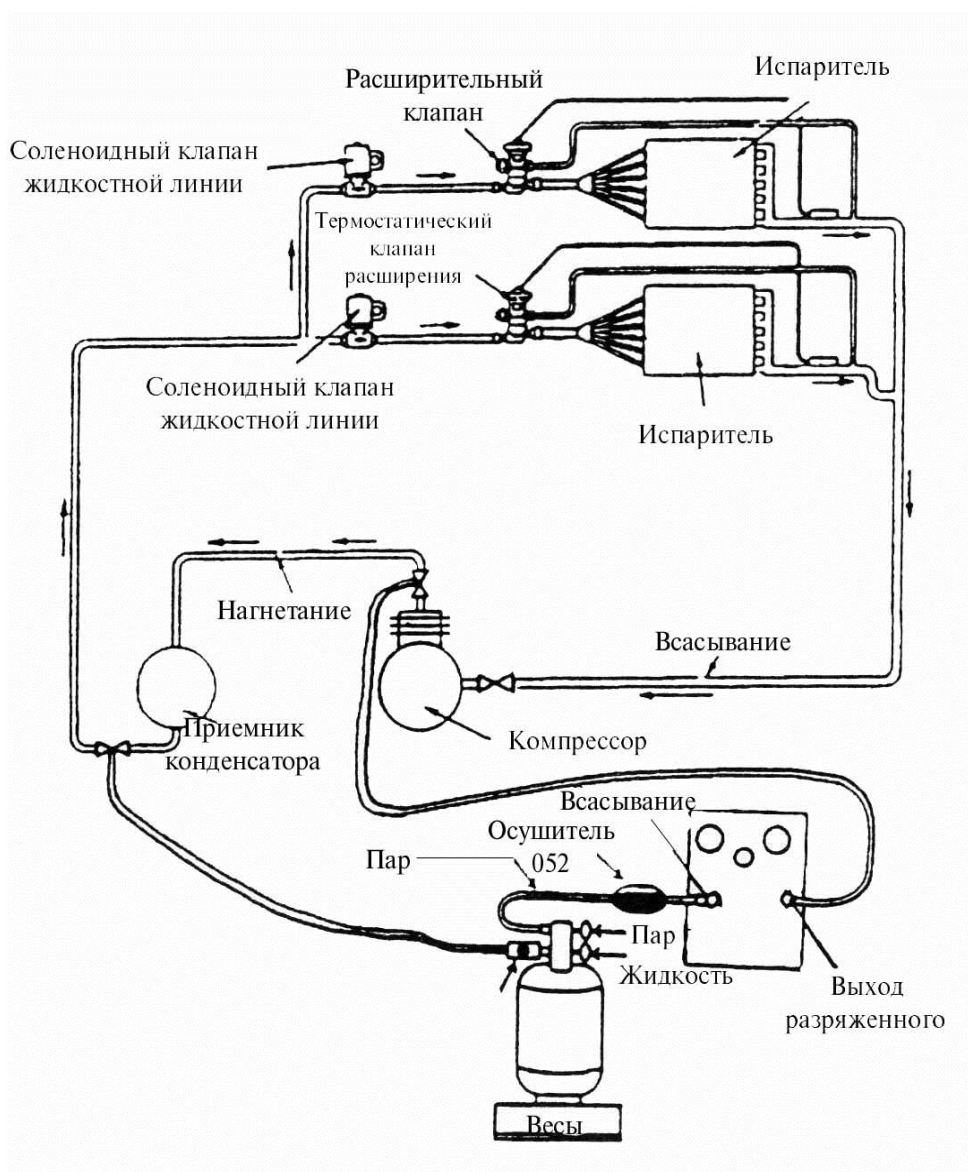


3.23 Регенерация хладагента из торговых холодильных камер

Передача жидкого хладагента

Подсоедините шланг регенерационной установки к запорному клапану у выходного отверстия системы на конденсаторе/ресивере (приемном резервуаре). Чтобы контролировать поток жидкости, установите смотровое стекло между цилиндром и шлангом. Со стороны всасывания и нагнетания регенерационной установки подведите шланг к линии парообразной среды цилиндра регенерации (используйте фильтр-влагодотделитель). Нагнетательная (напорная) сторона регенерационной установки подводится к стороне высокого давления установки у впускного отверстия конденсатора и запорного клапана высокого давления компрессора. Все системные запорные клапаны должны быть приведены в открытое положение, включая и соленоидные клапаны. Запустите регенерационную установку и наблюдайте за смотровым стеклом. Когда в смотровом стекле уже не будет наблюдаться протекание жидкой среды, это значит, что в системе больше не осталось жидкого хладагента.

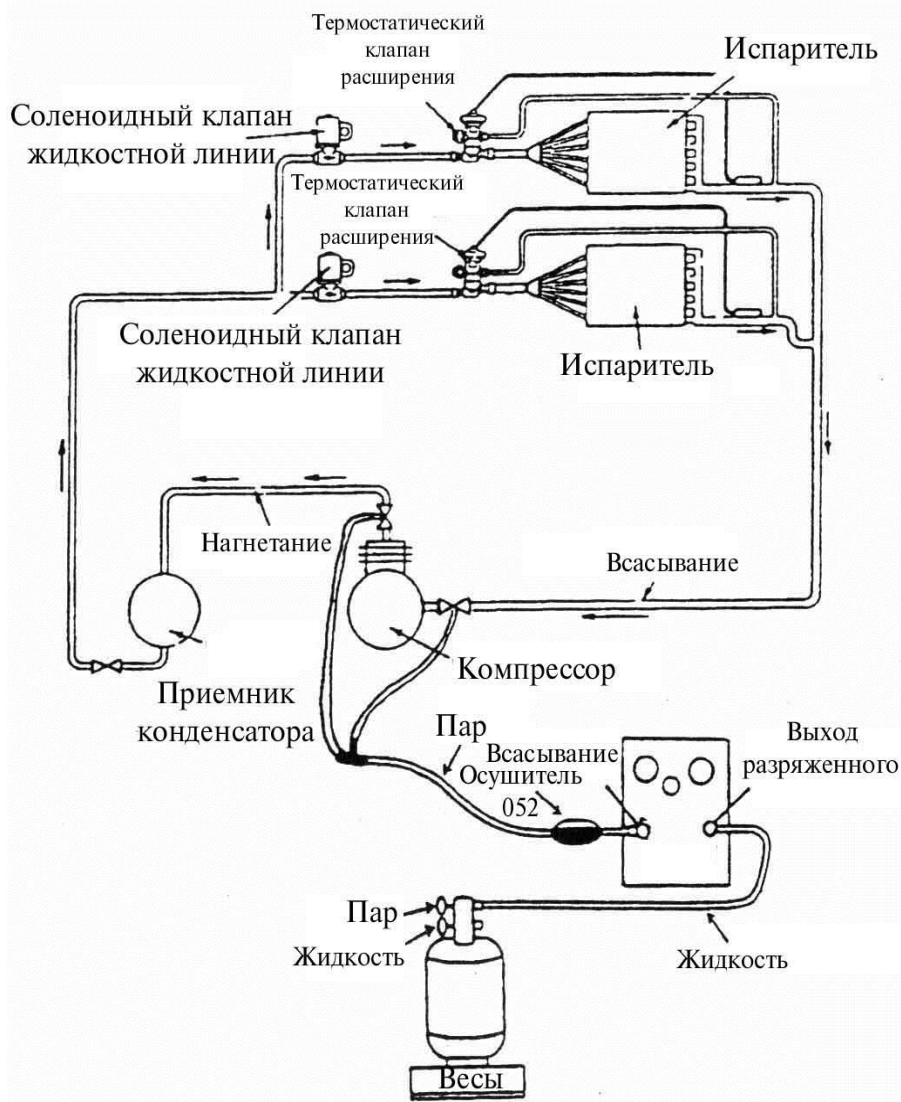
Рис. 12.



Передача парообразного хладагента

После завершения процесса передачи жидкости, подведите шланги со стороны всасывания регенерационной установки к стороне низкого или высокого давления компрессора. Для эффективности процесса регенерации подсоедините шланги, как со стороны высокого давления, так и со стороны низкого давления (используйте рабочий коллектор). Нагнетательную сторону регенерационной установки соедините со стороной подачи парообразной среды на регенерационном цилиндре. Во избежание «пробки» в цепи хладагента, убедитесь в том, что все рабочие клапаны и клапаны отключения, приведены в открытое положение. На рисунке 13 показан процесс передачи парообразного хладагента.

Рис. 13.



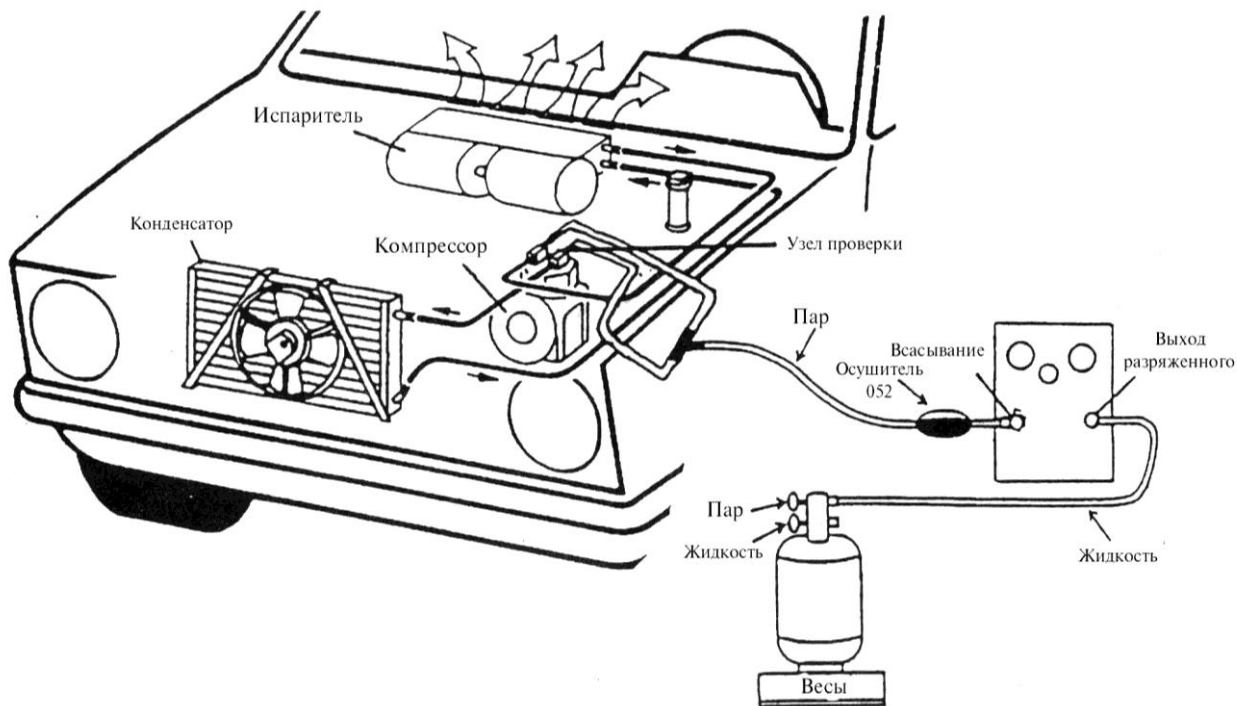
3.24 Регенерация хладагента из мобильных систем кондиционирования воздуха

Передача парообразного хладагента

Мобильные установки кондиционирования воздуха обычно оснащены рабочими клапанами на стороне высокого и низкого давления компрессора. Объем хладагента в такой системе довольно маленький и поэтому требуется совершить только процесс передачи парообразного хладагента. Подсоедините шланг со стороны всасывания регенерационной установки к стороне низкого давления компрессора установки кондиционирования воздуха, а шланг нагнетания

подведите к паровому клапану цилиндра регенерации. Запустите регенерационную установку и дайте ей поработать в течение 3-5 минут. Подсоедините другой шланг со стороны высокого давления установки и завершите процесс регенерации. Не отключайте регенерационную установку до тех пор, пока манометр (датчик давления) не покажет 0.6 атмосфер (бар). На рисунке 14 приведен пример процесса регенерации парообразного хладагента в автомобильной системе кондиционирования воздуха.

Рис. 14.



Глава 4. Извлечение, переработка, утилизация и уничтожение извлечённых хладагентов

4.1. Извлечение

Извлечение хладагента из холодильной установки – это операция по сливу из системы хладагента с последующим его накоплением во внешней ёмкости для повторного использования, восстановления или уничтожения. Извлечение хладагентов из системы осуществляется с помощью специального оборудования. Существуют два типа такого оборудования: оборудование для простого извлечения хладагентов и оборудование для извлечения и рециркуляции. Оборудование для простого извлечения сливает хладагент из системы и накапливает во внешней ёмкости без его очистки. Для повторного использования его необходимо очистить или отправить на переработку (восстановление) в специальный центр.

Оборудование для извлечения и рециркуляции хладагента сливает его из системы, фильтрует от механических примесей, отделяет от содержащегося в нём масла, влаги и кислот, без проведения анализов для определения качественных характеристик. При этом необходимо руководствоваться следующим:

- 1) Шланги для извлечения хладагента должны быть оснащены запорными вентилями (PNS SAE J2197:2003).
- 2) Весь хладагент из неработающей холодильной системы или системы кондиционирования воздуха должен быть полностью извлечён.
- 3) Извлеченные хладагенты должны быть проверены на предмет переработки, повторного использования или уничтожения.
- 4) Извлеченные хладагенты должны храниться только в специальном контейнере или баллоне для многократного использования.
- 5) Извлеченные хладагенты должны быть надлежащим образом промаркированы.

4.2. Переработка (восстановление)

Переработка – это процесс восстановления извлеченных хладагентов таким образом, чтобы привести их характеристики в соответствие с установленными требованиями стандарта. При этом состав хладагентов систематически подвергается химическому анализу, позволяющему установить, достигнуты ли требуемые характеристики или нет. Процедуры обработки и последующего химического анализа которые могут быть проведены либо на специальных установках, либо на заводах, выпускающих хладагент.

Смесь различных хладагентов в одном баллоне не подлежит переработке.

4.3. Утилизация (повторное использование)

Повторное использование означает, новую заправку уже использовавшегося хладагента, как правило, в ту же установку, из которой был извлечён. При этом, перед новой заправкой, его необходимо очистить от различных загрязнений. Только переработанный (восстановленный) хладагент может быть повторно использован в любой холодильной установке работающей на данном типе хладагента. В переработанном хладагенте необходимо установить его состав до начала его утилизации.

4.4 Уничтожение

Извлечённые холодильные агенты из систем охлаждения, которые не могут быть очищены и восстановлены, должны быть уничтожены, и в первую очередь подлежат уничтожению смеси хладагентов. Однако, до определения способа уничтожения, их необходимо промаркировать соответствующим образом и хранить на складе предприятия по переработки.

Для существующих технологий, могут быть использованы следующие способы уничтожения хладагентов:

- Сжигание путём впрыска жидкой фазы хладагента;
- Разложение;
- Окисления паров;
- Сжигание в ротационных печах;
- Сжигание в печах по производству цемента.

Наибольшее распространение получили способы сжигания путём впрыска жидкой фазы хладагента и сжигания в ротационных печах. Эти два способа были испытаны и применены для уничтожения фреонов группы ХФУ (R11, R12, R13, и др.). Однако, в процессе их горения образуются вещества, которые содержат агрессивные кислоты. Поэтому эти установки должны быть оснащены устройствами для их удаления.

Глава 5. Аспекты безопасности при работе с хладагентами

5.1 Общие требования безопасности

При работе с холодильными агентами и их маслами необходимо знать меры предосторожности. Неправильное обращение с этими веществами может привести к несчастным случаям и поломке оборудования. Например, попадание хладагента на кожу или в глаз может привести к обморожению кожи или к потере зрения. Длительное пребывание в среде с повышенным содержанием паров хладагентов может привести к остановке дыхания или сердца. Примите меры предосторожности и при работе с холодильными маслами, т.к. многие синтетические масла очень агрессивны и вызывают сильное раздражение кожи. Самый лучший способ предотвращения контакта с этими веществами – это осторожное обращение с ними.

В процессе обслуживания холодильных систем выполняйте указания завода-изготовителя при обращении с хладагентами и их маслами.

5.2. Требования к обслуживающему персоналу

К обслуживанию холодильных систем и систем кондиционирования воздуха допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и имеющие документ об окончании специального учебного заведения или курсов. К самостоятельному обслуживанию холодильных установок и систем кондиционирования воздуха работники могут быть допущены только после прохождения стажировки под руководством опытного наставника в течение одного месяца и соответствующей проверки знаний.

Лица, допущенные к техническому обслуживанию конкретной системы, кроме общетеоретических и практических знаний, а также требований Правил безопасной эксплуатации холодильной установки, должен знать:

- правила пользования средствами индивидуальной защиты;
- правила охраны труда и оказания доврачебной помощи, в том числе при поражении электрическим током.

5.3. Требования безопасности

1) Индивидуальные средства защиты являются обязательными при работе с холодильными агентами.

2) При работе с системами охлаждения всегда обеспечивайте хорошую вентиляцию.

3) Чтобы не вызвать несчастные случаи проверьте, не накапливается ли холодильный агент в низких местах.

4) Используйте для маркировки различных холодильных агентов специфические цвета баллонов и контейнеров.

5) Для предотвращения превышения максимального рабочего давления должны быть установлены и тщательно откалиброваны приборы защиты от превышения давления (предохранительные клапаны и реле высокого давления).

6) Для больших систем с целью облегчения ремонта устанавливается двойной предохранительный клапан.

7) Для систем, заправленных углеводородами, должны строго соблюдаться меры пожарной безопасности.

8) Для предотвращения повреждения запорных вентилей баллонов с хладагентами необходимо использовать защитные колпаки.

9) Избегайте контакта с жидкими хладагентами, которые могут вызвать сильное обморожение.

10) В загрязненных хладагентах и масле соляная могут присутствовать или фтористоводородная кислота. При обслуживании оборудования принимайте меры безопасности для предотвращения контакта даже с вылитым маслом.

11) Никогда не заполняйте полностью баллоны с жидким хладагентом. Максимальный объем заправленного баллона должен составлять 80 %.

12) Для перевозки крупных баллонов используйте передвижные устройства на колёсах. При перемещении с одного места в другое удостоверьтесь, что баллоны надежно прикреплены и стянуты ремнем.

13) Шланги для заправки хладагентов должны быть хорошего качества и иметь соответствующее клеймо.

14) Никогда не заполняйте одноразовые баллоны.

15) Открытое пламя не должно использоваться в системе охлаждения, которая не была полностью освобождена от хладагента и заполнена инертным газом (например, сухим азотом).

16) Никогда не используйте «метод галоидного течеискателя» (тест пламени) для проверки утечек неизвестного хладагента в системе.

17) Никогда не используйте кислород или сжатый воздух для определения утечек или при продувании трубопроводов для удаления отходов от сварки, пайки или резки.

18) Избегайте вдыхания паров или дыма от хладагента или смазочного масла. Это вызовет раздражение кожи, глаз, носа или горла.

19) Электрические провода не должны соприкасаться с нагнетательной линией системы. Это может повредить изоляцию провода и вызвать короткое замыкание.

20) При замене хладагентов электропитание должно быть отключено от оборудования.

21) Никогда не подключайте заземляющий провод к газовым трубам, трубам водоснабжения или громоотводам.

22) Никогда не используйте новые хладагенты без изучения паспорта безопасности.

23) При работе с электрическими элементами системы используйте инструменты с изолированными ручками.

Глава 6. Автомобильные кондиционеры

Кроме соединительных патрубков и шлангов, в любую автомобильную систему кондиционирования входят пять основных элементов:

- 1) Компрессор
- 2) Конденсатор
- 3) Фильтр/осушитель или аккумулятор
- 4) Расширительный клапан или расширительная трубка
- 5) Испаритель

Эти пять элементов входят в любую систему кондиционирования воздуха, независимо от того, на каком хладагенте работает система R12 или R134a. В системах, работающих на хладагенте марки R134a, компрессор, конденсатор и испаритель имеют несколько большие размеры, чем в системах, работающих на хладагенте марки R12, несмотря на то, что принцип действия этих элементов одинаков. Существует еще несколько наименований элементов, контролирующих оптимизирующих работу системы, которые мы рассмотрим в этой главе.

6.1 Основные типы систем кондиционирования воздуха

Существует два основных типа автомобильных систем кондиционирования воздуха. В обычной автомобильной системе кондиционирования жидкий хладагент, имеющий большое давление снижает его в испарителе различия двух систем кондиционирования определяется типом устройства, в котором происходит снижение давления хладагента: это может быть или расширительный клапан, или расширительная трубка. Рассмотрим эти два типа систем кондиционирования подробнее.

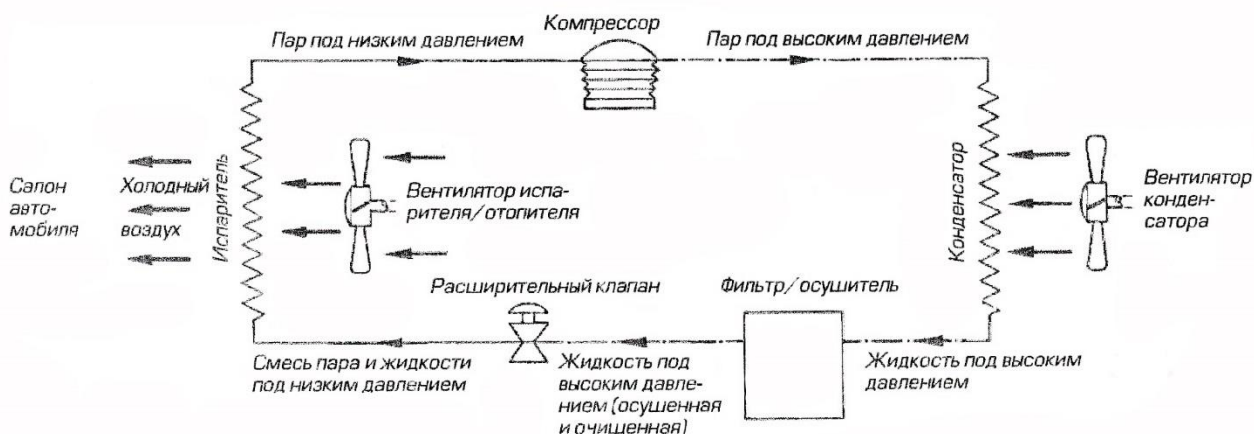
6.2 Системы кондиционирования с расширительным клапаном

Пять основных элементов систем кондиционирования этого типа:

- 1) Компрессор (приводится от двигателя);
- 2) Конденсатор (расположен спереди автомобиля, перед радиатором системы охлаждения);
- 3) Фильтр/осушитель (расположен в моторном отсеке);
- 4) Расширительный клапан (обычно встроен в испаритель);
- 5) Испаритель (расположен в салоне автомобиля с элементами системы отопления за лицевой панелью).

Проследим, как по системе кондиционирования циркулирует хладагент. Начнем с компрессора. Компрессор сжимает пары хладагента, находящиеся под низким давлением до высокого давления (рис.1). Из компрессора пары под высоким давлением поступают в конденсатор, где они конденсируются в жидкость (имеющую также высокое давление) под действием охлаждающего воздуха. Далее жидкость подается в фильтр/осушитель, где она очищается и осушается. Очищенная, осушенная жидкость под высоким давлением поступает в расширительный клапан, где ее давление падает, одновременно превращая ее в смесь жидкости пара. Затем эта смесь поступает в испаритель. Там она вновь превращается в пар, имеющий низкое давление, одновременно охлаждая воздух, продуваемый через испаритель. Наконец из испарителя пар забирается компрессором, и цикл повторяется сначала.

Рис.1. Типичная система кондиционирования с расширительным клапаном



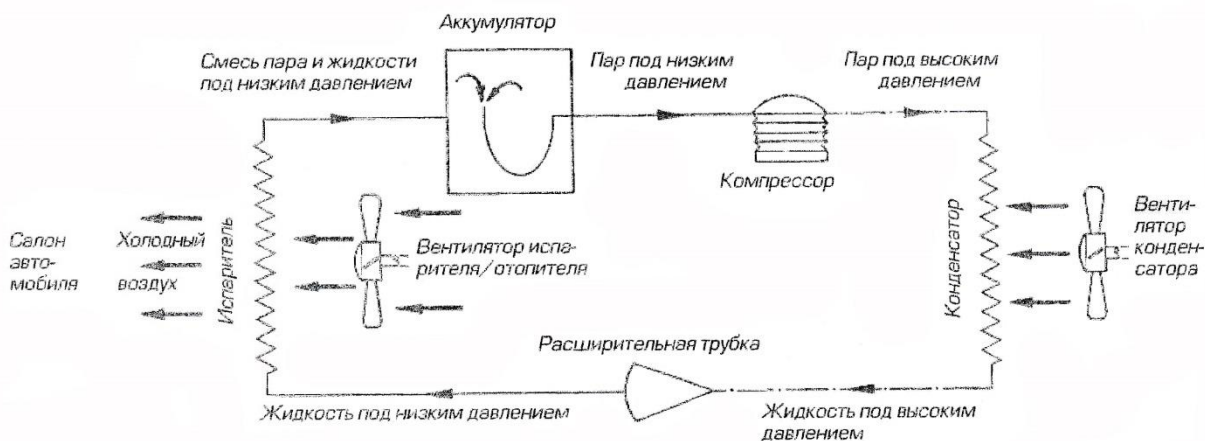
6.3 Системы кондиционирования с расширительной трубкой

Пять основных элементов систем кондиционирования этого типа:

- 1) Компрессор (приводится от двигателя);
- 2) Конденсатор (расположен спереди автомобиля, перед радиатором системы охлаждения);
- 3) Расширительная трубка (расположен в магистрали или испарителе);
- 4) Испаритель (расположен в салоне автомобиля вместе с элементами системы отопления за лицевой панелью);
- 5) Аккумулятор (расположен в моторном отсеке).

Проследим, как по системе кондиционирования циркулирует хладагент. Начнем с компрессора. Компрессор сжимает пары хладагента, находящиеся под низким давлением до высокого давления (рис.2). Затем пары под высоким давлением поступают в конденсатор, где они конденсируются в жидкость (имеющую также высокое давление) под действием охлаждающего воздуха. Далее жидкость подается в расширительную трубку определенного сечения, где ее давление падает. Жидкость имеющая низкое давление подается в испаритель, где частично переходит в пар, охлаждая при этом продуваемый через испаритель воздух. Смесь жидкости и пара поступает в аккумулятор, где остатки жидкости кипят и переходят в пар. Наконец из аккумулятора пар забирается компрессором, и цикл повторяется сначала.

Рис. 2. Типичная система кондиционирования с расширительной трубкой



6.4 Основные элементы систем кондиционирования

6.4.1 Компрессор

Существует много конструкций компрессоров, но все они выполняют две основные функции: прокачивают хладагент по магистрали и повышают давление и температуру хладагента. Выходы компрессора часто маркируются буквами S (всасывание, забор, магистраль низкого давления). Все компрессоры приводятся от шкива коленчатого вала двигателя приводным ремнем и потребляют мощность от 7 до 11 кВт.

Существует три основных типа компрессоров: компрессоры поршневого, лопастного и спирального типов.

Компрессоры и жидкий хладагент

Перед тем как мы разберем работу компрессора, необходимо заметить, что жидкий хладагент ни в коем случае не должен попасть в рабочую часть компрессора. Один из законов природы гласит жидкость несжимаема. Если жидкость попадет в рабочую часть компрессора, компрессор не сможет ее сжать и сломается. В системах кондиционирования с расширительным клапаном температура паров хладагента выходящих из испарителя такова, что не может быть сомнения в том, что в них присутствует жидкость, вся жидкость, попадающая в испаритель, должна превратиться в пар еще до того, как достигнет выхода из испарителя. В системах кондиционирования с расширительной трубкой не вся жидкость переходит в пар в испарителе. Установка аккумулятора после испарителя и имеет своей целью перевести кипением остатки жидкости в пар.

Смазка компрессоров

Все компрессоры нуждаются в смазке, которую осуществляет масло, циркулирующее по системе вместе с хладагентами. Компрессор, работающий без смазки заклинит и его придется менять, что связано с большими затратами. Марка масла зависит от марки хладагента вашей системы кондиционирования. Для каждого конкретного типа компрессоров рекомендован перечень масел. Во избежание проблем, следуйте рекомендациям производителей.

Компрессоры поршневого типа

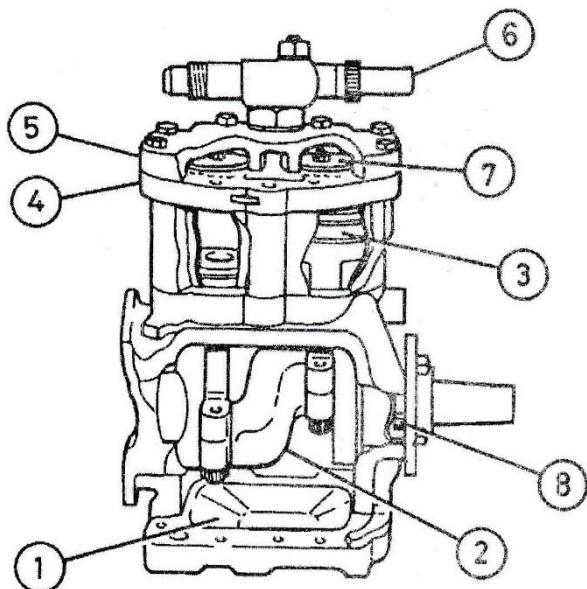
Поршневые компрессоры имеют один и более поршней, объединенных по разным схемам: в ряд соосно друг другу, горизонтально оппозитно (поршни направлены в разные стороны) или V-образно (рис.3а).

Рабочий цикл каждого цилиндра поршневого компрессора имеет два хода: ход впуска и ход сжатия/выпуска. На ходе впуска при движении поршня вниз, пары хладагента имеющие низкое давление попадают в рабочую камеру через подпружиненный пластинчатый клапан. При движении поршня вверх, на ходе сжатия, давление и температура паров хладагентов возрастают. По достижении давлением определенного уровня, выпускной подпружиненный пластинчатый клапан открывается и пары хладагента под высоким давлением поступают в конденсатор (рис.3б). Формально выпускной клапан компрессора является началом магистрали высокого давления системы.

Большинство используемых в настоящее время компрессоров имеют несколько поршней, которые приводятся в движение так называемой «качающей шайбой», которая насажена на вал

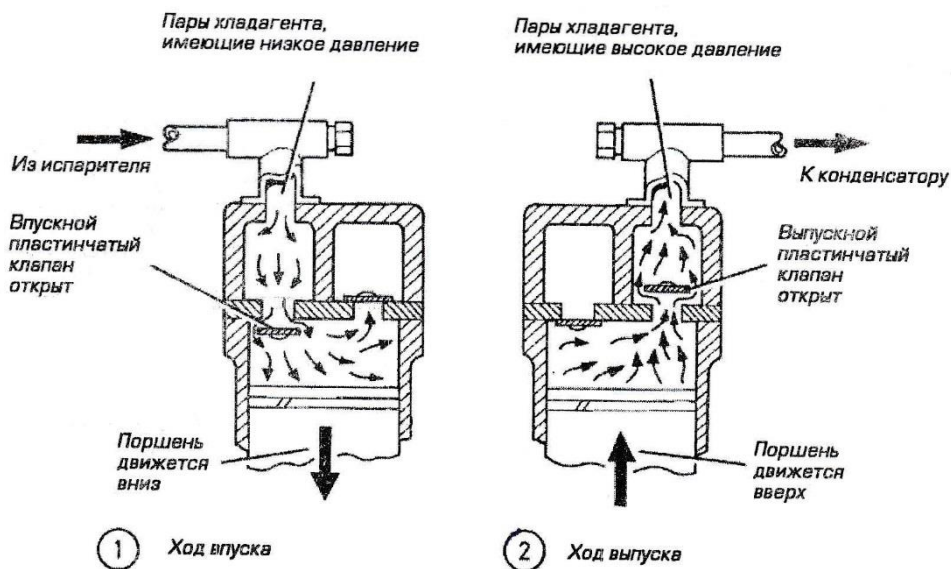
компрессора (рис. 3в). При вращении вала качающаяся шайба перемещает поршни в осевом направлении, заставляя их сжимать хладагент. Широко распространены компрессоры со сдвоенными поршнями, расположенными горизонтально и оппозитно друг к другу – это так называемые «компрессоры двойного действия».

Рис. 3а. Разрез типичного двухцилиндрового компрессора



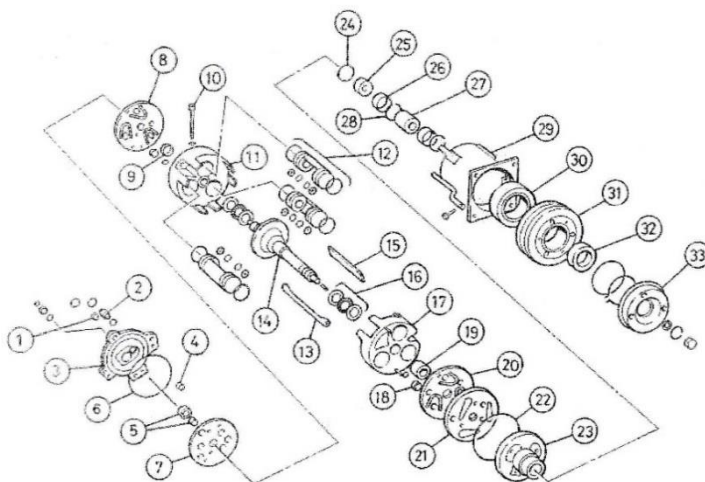
1. Масляный поддон;
2. Коленчатый вал компрессора;
3. Поршень с поршневыми кольцами в сборе;
4. Клапанная пластина;
5. Головка цилиндров;
6. Место подсоединения сервисного клапана;
7. Сборочный узел пластинчатых клапанов;
8. Узел манжеты коленчатого вала компрессора.

Рис. 3б. Работа компрессора



- 1 Ход впуска – хладагент, имеющий низкое давление засасывается компрессором через впускной пластинчатый клапан
- 2 Ход выпуска – хладагент, и имеющий высокие давление и температуру, в конце выпуска выталкивается поршнем через выпускной пластинчатый клапан.

Рис. 3в. Типичный шестицилиндровый компрессор в разобранном виде

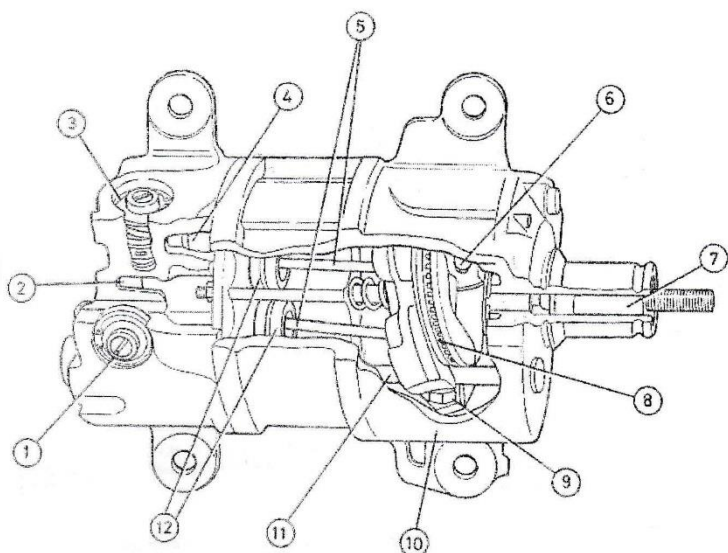


1. Выключатель по низкому давлению;
2. Клапан ограничения давления;
3. Задняя головка цилиндров;
4. Впускное отверстие;
5. Роторы масляного насоса;
6. Уплотнительное кольцо;
7. Пластина задних выпускных клапанов;
8. Пластина задних впускных пластинчатых клапанов;
9. Подшипник;
10. Смазочная трубка;
11. Корпус задних цилиндров;
12. Поршневой сборочный узел;
13. Выпускная трубка;
14. Вал и качающаяся шайба;
15. Крышка впускного отверстия;
16. Упорный подшипник с беговыми дорожками;
17. Корпус передних цилиндров;
18. Втулка;
19. Подшипник;
20. Пластина передних впускных пластинчатых клапанов;
21. Пластина передних выпускных клапанов;
22. Уплотнительное кольцо;
23. Передняя головка цилиндров;
24. Уплотнительное кольцо;
25. Манжета;
26. Гнездо манжеты;
27. Втулка;
28. Пружинное кольцо;
29. Корпус компрессора;
30. Катушка электромагнита муфты сцепления;
31. Шкив;
32. Подшипник;
33. Узел нажимного диска муфты и ступицы шкива

Компрессоры поршневого типа с переменной производительностью

На некоторых моделях автомобилей можно встретить поршневые компрессоры с переменной производительностью (рис.4)

Рис. 4. Разрез типичного компрессора с переменной производительностью



1. Главный управляющий клапан;
2. Выпускное отверстие;
3. Вспомогательный управляющий клапан;
4. Впускное отверстие;
5. Шатуны;
6. Качающаяся шайба;
7. Приводной вал;
8. Упорный подшипник качающейся шайбы;
9. Шпонка, предотвращающая вращение;
10. Картер;
11. Вал, предотвращающий вращение;
12. Поршни.

Такие компрессоры работают все время, пока включена система кондиционирования, а создаваемый напор хладагента управляется эффективным изменением хода поршней. Качающаяся шайба в насосах этого типа имеет возможность менять свой угол наклона относительно вала насоса и таким образом управлять длиной хода поршней. Угол наклона шайбы варьируется управляющим клапаном, установленным в компрессоре. Управляющий клапан перепускает часть хладагента из камеры нагнетания компрессора в его картер. Управляющий клапан вступает в работу при изменении давления в системе низкой стороны (то есть давление в камере всасывания компрессора) а давление в свою очередь, меняется в зависимости от температуры испарителя и скорости вращения компрессора.

Компрессоры лопастного типа

Лопастные компрессоры состоят из ротора, имеющего несколько лопастей, и корпуса прецизионной формы. При вращении ротора лопасти образуют полости с переменным объемом. Хладагент через впускное отверстие попадает в очередную полость. Далее при вращении ротора объем этой полости уменьшается. Выпускное отверстие расположено там, где полости достигают своего наименьшего размера, а хладагент соответственно своего максимального давления (рис. 5).

1 Впуск – полость низкого давления совмещается с впускным отверстием и пары хладагента, имеющие низкое давление, заходят в эту полость через односторонний пластинчатый клапан

2 Выпуск – при вращении ротора объем полости уменьшается, а хладагент сжимается. При совмещении полости с выпускным отверстием, хладагент под высоким давлением выходит через односторонний пластинчатый клапан.

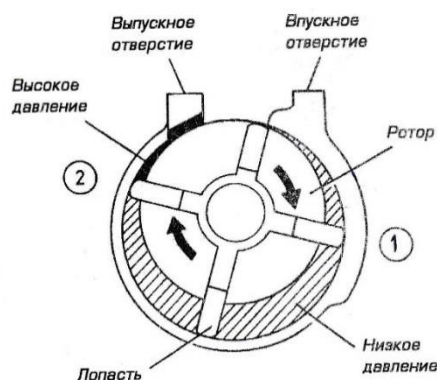


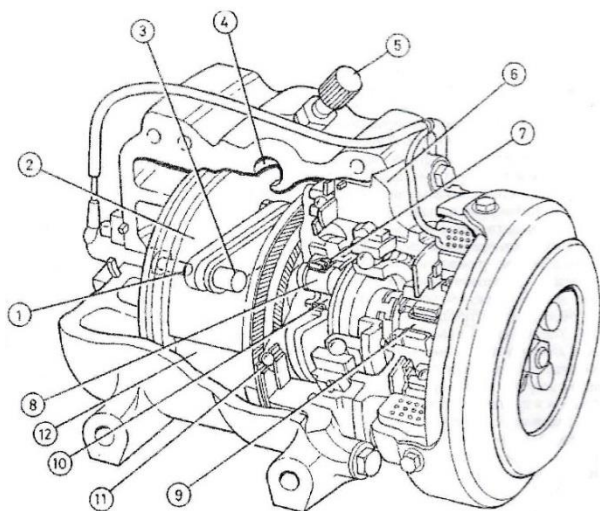
Рис. 5. Работа лопастного компрессора

Лопастные компрессоры не имеют уплотнений между полостями. Уплотнение достигается за счет прижима лопастей к корпусу центробежными силами и наличия масла в зоне контакта между лопастью и корпусом. Масляный поддон находится на выходе из компрессора, поэтому высокое давление обильно смазывает лопасти маслом. Далее это масло, находящееся на лопасти, увлекается в зону низкого давления. Так осуществляется постоянное смазывание компрессора.

Компрессоры спирального типа

Спиральные компрессоры имеют две спирали: одна установлена неподвижно, другая совершает сложное планетарное движение (рис.6а).

Рис. 6а. Разрез типичного спирального компрессора

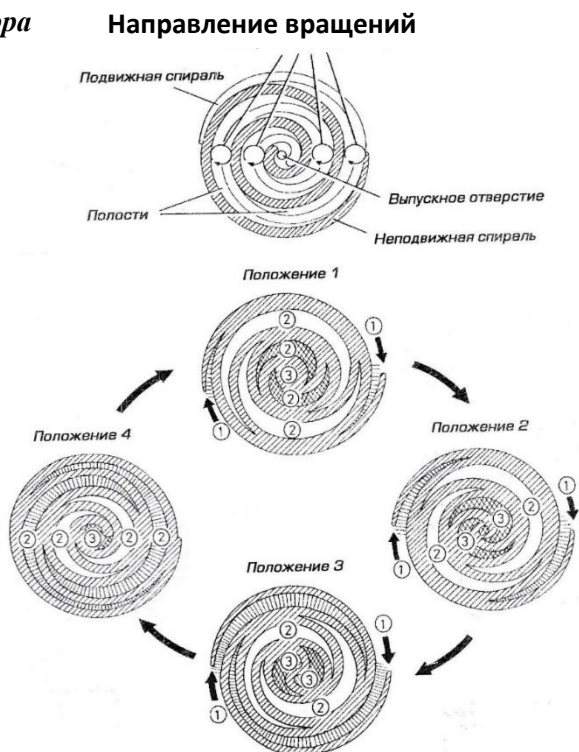


1. Датчик температуры хладагента;
2. Подвижная спираль;
3. Выпускное отверстие;
4. Впускное отверстие;
5. Сервисный клапан низкого давления;
6. Передняя пластина;
7. Игольчатый подшипник;
8. Штифт;
9. Коленчатый вал;
10. Эксцентрик;
11. Подшипник;
12. Неподвижная спираль.

При вращении вала компрессора подвижная спираль приводится в движение эксцентриком, насаженным на вал. При этом хладагент попадает внутрь спирали и перемещается к центру спиралей, одновременно сжимаясь. Сам хладагент также совершает движение по спирали. После того, как хладагент оказывается в центре, он уходит через отверстие, сонаправленное с осью вала (рис. 6 б). Спиральные компрессоры обладают более продолжительным по времени процессом сжатия, более плавно включаются в работу, нежели другие типы компрессоров и производят меньше вибраций.

Рис. 6 б. Работа спирального компрессора

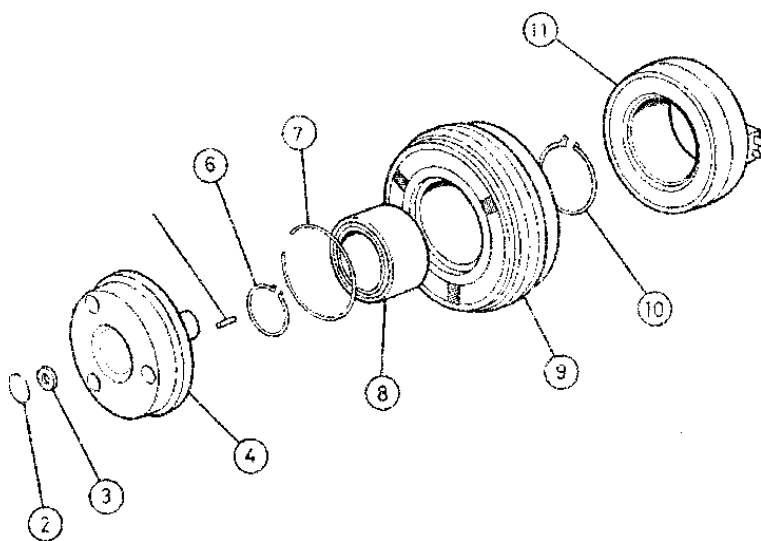
1. Впуск;
2. Сжатие;
3. Выпуск.



Муфта сцепления компрессоров

Все компрессоры, применяемые в автомобильных системах кондиционирования воздуха, приводят от шкива коленчатого вала двигателя природным ремнем. Муфта с электромагнитным управлением разъединяет сам компрессор и его приводной шкив, когда это необходимо или, когда работа компрессора не требуется. Муфта управляется системой управления кондиционированием воздуха в соответствии с нуждами системы кондиционирования. В некоторых системах кондиционирования компрессор включается и выключается в зависимости от потребности системы в его работе, в других системах он работает постоянно.

Рис.7. Элементы типичной муфты сцепления компрессор



1. Центральная гайка;
2. Пружинное кольцо;
3. Проставочная шайба;
4. Нажимной диск муфты;
5. Стопорный штифт ступицы муфты;
6. Пружинное стопорное кольцо крепления подшипника к валу компрессора приводному шкиву;
7. Пружинное стопорное кольцо крепления подшипника к приводному шкиву;
8. Подшипник шкива;
9. Шкив в сборе;
10. Пружинное стопорное кольцо крепления обмотки соленоида в корпусе;
11. Корпус и катушка электромагнита в сборе.

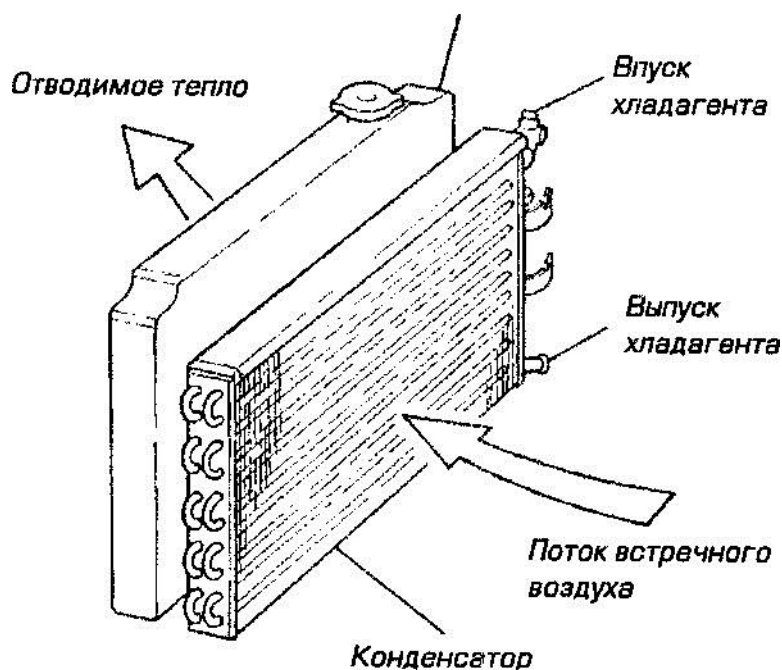
В старых конструкциях компрессоров муфта представляет собой соленоид, объединенный с ведущим шкивом компрессора и вращающийся вместе с ним. Во всех новых конструкциях компрессоров муфта неподвижна. В большинстве компрессоров соленоид расположен за

ведущим шкивом компрессора или сбоку от него, а нажимной диск муфты перед шкивом. При включении системы кондиционирования на соленоид подается питание, возникает магнитное поле, прижимающее нажимной диск к ведущему шкиву. Так вращающий момент поступает к компрессору (рис 7).

6.4.2 Конденсатор

Конденсатор представляет собой простой теплообменник, сделанный из алюминия или меди. В прошлом применялось много конструкций конденсаторов с параллельным током змеевикового типа, но наиболее распространенным сегодня типом конденсаторов является конструкция с перекрестным током теплоносителей в которой хладагент протекает по оребренным трубкам (аналогично радиатору системы охлаждения автомобиля). Конденсатор обычно располагают перед радиатором системы охлаждения, поэтому при движении автомобиля он воспринимает весь поток воздуха на себя (рис. 8).

Рис. 8. Конденсатор обычно устанавливается перед радиатором системы охлаждения, поэтому при движении автомобиля весь поток воздуха он воспринимает на себя



Радиатор системы охлаждения

В конденсатор поступают подогретые и сжатые компрессором пары хладагента. Пары поступают в верхнюю часть конденсатора, протекают по трубкам отдавая им свое тепло, это тепло поступает к ребрам охлаждения трубок, а оттуда уносится в атмосферу. Во время прохождения паров по конденсатору они, охлаждаясь, конденсируются в жидкость. При конденсации паров жидкость выделяется большое количество теплоты, называемой скрытой теплотой парообразования. При средней нагрузке кондиционера примерно в верхних двух третях конденсатора протекает пар, а в нижней трети жидкость. Жидкость, имеющая высокое давление после конденсатора отправляется в испаритель.

Помните, что конденсатор автомобильной системы кондиционирования воздуха рассчитан на высокое давление жидкости, протекающей по нему. Никогда не ставьте радиатор системы охлаждения автомобиля вместо конденсатора системы кондиционирования, так как он на высокое давление не рассчитан и может под его воздействием разрушиться.

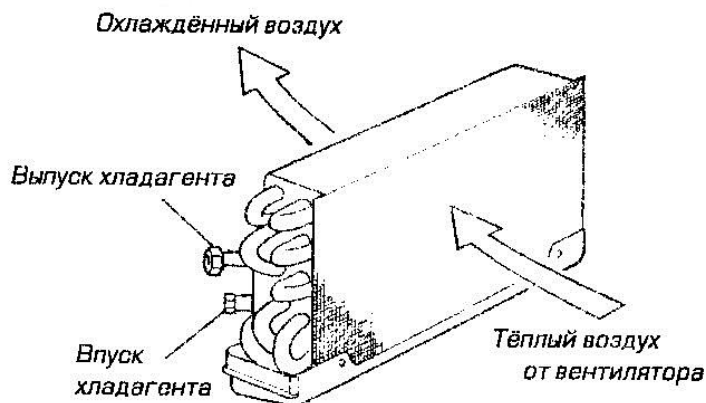
Вентилятор конденсатора

Основное требование, предъявляемое к вентилятору конденсатора – это подводить к конденсатору достаточное количество воздуха. Это количество определяется количеством теплоты, выделяемой хладагентом, которое должен унести с собой этот воздух. Большинство автомобилей в настоящее время оснащаются вентиляторами конденсаторов с электроприводом, но существуют модели с приводом вентилятора от вязкостной муфты или при помощи приводного ремня от коленчатого вала двигателя. Конденсатор может и не иметь своего вентилятора, но с целью обеспечения конденсатора необходимым количеством воздуха, на многие модели автомобилей его ставят. Обычно вентилятор является постоянно включенным.

6.4.3 Испаритель

Как и конденсатор, испаритель имеет конструкцию аналогичную автомобильному радиатору. Испаритель расположен за лицевой панелью в салоне автомобиля, поэтому основным требованием к нему является минимальный габарит при максимальной теплоотдаче. При включении системы кондиционирования через оребренные трубки испарителя прокачивается теплый воздух салона с целью его охлаждения (рис. 9).

Рис. 9. Перед тем как попасть в салон, теплый воздух охлаждается, проходя через испаритель



В испаритель поступает хладагент в форме жидкости, имеющей низкое давление и температуру. Тепло из воздуха идущего из салона автомобиля, переходит к хладагенту. При получении достаточного количества тепла из воздуха, хладагент испаряется, переходя из жидкости имеющей низкое давление в пар, также имеющий низкое давление. В системах с расширительным клапаном весь объем жидкости поступающей в испаритель, превращается в пар. В системах с расширительной трубкой жидкость в испарителе в пар переходит не вся.

Расширительный клапан и расширительная трубка регулируют количество хладагента, поступающего в испаритель, с целью осуществления оптимальных параметров теплообмена. Если в испаритель поступит слишком много хладагента его зальет, и теплоотдача от него ухудшится, так как высокое давление и высокая температура мешают достаточному

количеству хладагента испариться. Если в испаритель поступит слишком мало хладагента, то теплоотдача также ухудшится, так как он испарится слишком быстро, еще не пройдя весь испаритель до конца. Воздух, продуваемый сквозь испаритель, обычно содержит некоторое количество влаги. Эта влага конденсируется на испарителе и стекает по нему вниз. Дренажная трубка, предусмотренная в корпусе испарителя, отводит образовавшуюся воду из салона автомобиля. Вот почему можно часто увидеть около стоящего автомобиля, в котором работал кондиционер лужу воды. Такое осушение воздуха салона делает условия внутри более комфортными, а также помогает решить проблему запотевания стекол.

Испаритель обычно объединен в одном корпусе с матрицей отопителя и отделен от нее подвижным жалюзи, служащим для направления потока воздуха и регулировки температуры в салоне.

6.4.4 Вентилятор и мотор вентилятора

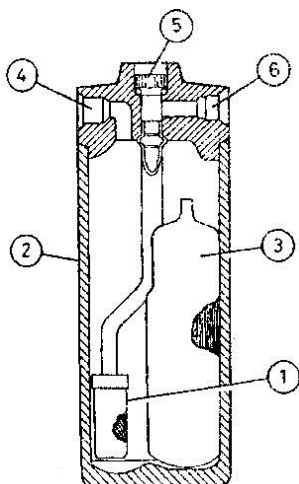
Большое значение на охлаждающее действие испарителя оказывает узел электродвигатель/вентилятор (обычно этот же вентилятор продувает воздух и через матрицу отопителя), расположенный в одном корпусе с испарителем. Вентилятор засасывает воздух снаружи автомобиля или из его салона, прогоняет его через испаритель и подает охлажденный воздух в салон. Вентилятор может иметь ручное управление, но в последнее время все чаще применяется автоматическое управление вентилятором, при условии, что система кондиционирования дополнена климат-контролем.

Большая скорость вращения вентилятора позволяет получить большую подачу воздуха, но не дает ему максимально насколько это возможно охладиться. Меньшие скорости обеспечивают меньшую подачу воздуха в салон, однако воздух находится в контакте с ребрами охлаждения испарителя дольше. Это позволяет воздуху отдать хладагенту большее количество тепла и таким образом можно получить более холодный воздух.

6.4.5 Фильтр/осушитель (системы с расширительным клапаном)

Вода при попадании в магистраль системы кондиционирования в некоторых случаях может прореагировать с хладагентом, в результате чего образуется кислая среда, чрезвычайно коррозионно-опасная для элементов системы кондиционирования. Также вода может замерзнуть в магистрали и затруднить движение хладагента. Результатом может явиться отсутствие охлаждающего действия испарителя, а возможно и поломка компрессора. Таким образом, вода, попавшая в систему кондиционирования может привести к серьезным проблемам и к неработоспособности системы в целом (рис. 10).

Рис. 10. Разрез типичного фильтра/осушителя в сборе



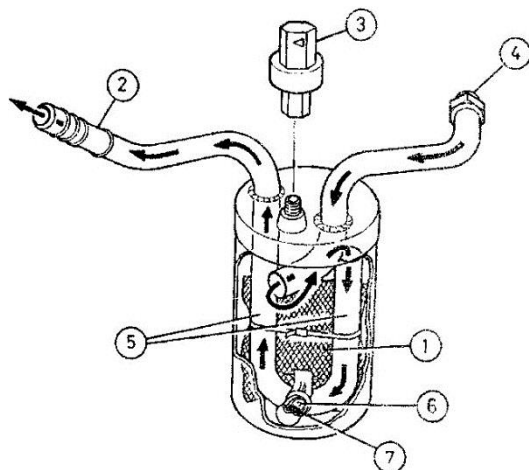
1. Фильтрующий элемент;
2. Корпус фильтра/осушителя;
3. Мешочек с веществом влагопоглотителем;
4. Впуск хладагента;
5. Смотровое окно;
6. Выпуск хладагента.

Фильтр/осушитель (иногда также называемый ресивер/осушитель) применяется в системах кондиционирования с расширительным клапаном для очистки хладагента и удаления из него влаги. Фильтр/осушитель в системе располагается между конденсатором и испарителем состоит из бачка, фильтра, устройства для удаления влаги, заборной трубки, а кроме того, на некоторых моделях еще устанавливается смотровое окно, через которое можно оценить наличие и состояние хладагента. Фильтр/осушитель предохраняет систему от влаги. Устройство для удаления влаги представляет собой мешочек с силикагелем, хотя все чаще его дополняют молекулярным сито. В некоторых конструкциях фильтров/осушителей силикагель при необходимости можно заменить. Фильтр/осушитель также используется в качестве резервуара для сбора хладагента, поступившего из конденсатора, при условии, что испарителю не требуется весь объем хладагента, залитого в систему.

6.4.6 Аккумулятор (системы с расширительной трубкой)

Аккумулятор используется в системах кондиционирования с расширительной трубкой. Аккумулятор в системе располагается между испарителем и компрессором и состоит из бачка, обратной паровой трубки и устройства для удаления влаги (рис. 11).

Рис. 11. Разрез типичного аккумулятора в сборе



1. Мешочек с веществом – влагопоглотителем;
2. Выпускной патрубков;
3. Выключатель муфты сцепления по давлению;
4. Впускной патрубков;
5. Обратная паровая трубка;
6. Отверстие перепуска жидкости;
7. Фильтрующий элемент.

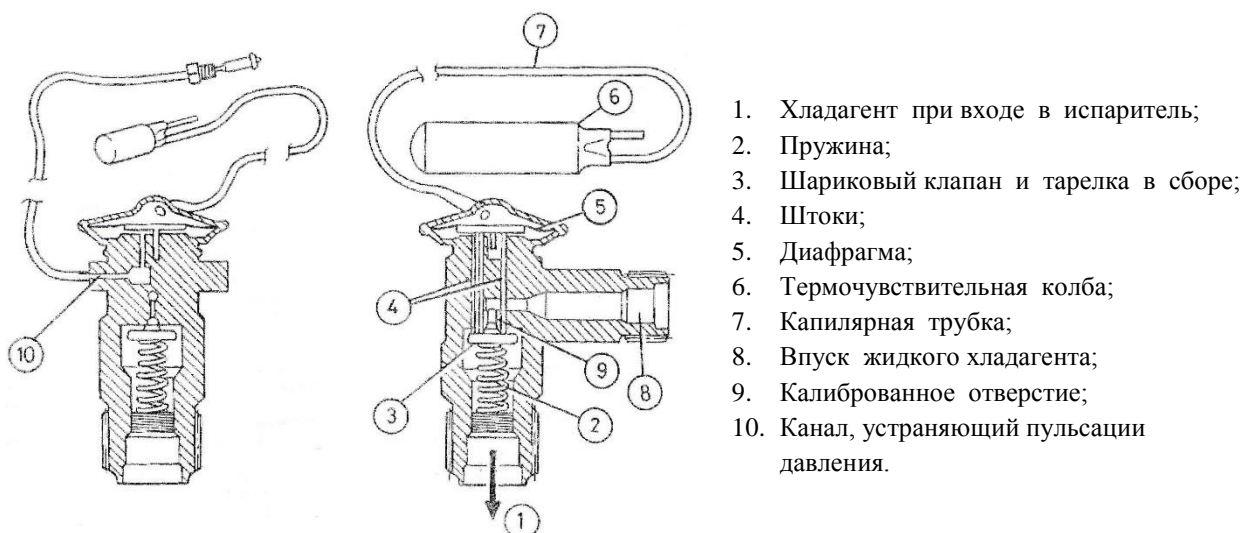
Аккумулятор используется в качестве резервуара для сбора жидкого хладагента, поступившего из испарителя (компрессор выйдет из строя, если в него попадет жидкий хладагент), и для того,

чтобы остатки жидкого хладагента кипением перевести в пар. Попадая в аккумулятор, жидкость стекает на его дно и остается там, пока не будет выпарена и удалена через калиброванную трубку для удаления пара компрессором. Аккумулятор расположен в относительно теплом моторном отсеке, поэтому хладагент в нем быстро закипает (точка кипения имеет температуру приблизительно -30°C) и уносится компрессором.

Вода при попадании в магистраль системы кондиционирования в некоторых случаях может прореагировать с хладагентом, в результате чего образуется кислая среда, чрезвычайно коррозионно-опасная для элементов системы кондиционирования. Также вода может замерзнуть в магистрали и затруднить движение хладагента. Результатом может явиться отсутствие охлаждающего действия испарителя, а возможно и поломка компрессора. Таким образом вода, попавшая в систему кондиционирования может привести к серьезным проблемам и неработоспособности системы в целом.

Аккумулятор предохраняет систему от влаги. Устройство для удаления влаги часто представляет собой мешочек с силикагелем, хотя все чаще его дополняют молекулярным сито. В некоторых конструкциях аккумуляторов силикагель при необходимости можно заменить. Расширительный клапан в системе располагается между фильтром/осушителем и испарителем. Его функция заключается в управлении потоком хладагента, поступающего в испаритель. Расширительный клапан понижает давление и температуру хладагента настолько, чтобы при прохождении его по трубке испарителя, обеспечить его испарение и интенсивный теплообмен с воздухом, продуваемым через испаритель. Клапан состоит из калиброванного отверстия и собственно клапана, имеющего термостатическое регулирование (рис.12).

Рис. 12 Разрез типичного расширительного клапана



1. Хладагент при входе в испаритель;
2. Пружина;
3. Шариковый клапан и тарелка в сборе;
4. Штоки;
5. Диафрагма;
6. Термочувствительная колба;
7. Капиллярная трубка;
8. Впуск жидкого хладагента;
9. Калиброванное отверстие;
10. Канал, устраняющий пульсации давления.

Калиброванное отверстие понижает давление входящей в клапан жидкости. Хладагент, поступающий из фильтра/осушителя, представляет собой жидкость, находящуюся под высоким давлением. Жидкость пропускается через калиброванное отверстие имеющее маленький диаметр, и на выходе из отверстия она распыляется, при этом теряя давление. Распыленная жидкость имеет низкое давление и низкую температуру. Все это позволяет легче испаряться в испарителе, в который она поступает, пойдя, через калиброванное отверстие.

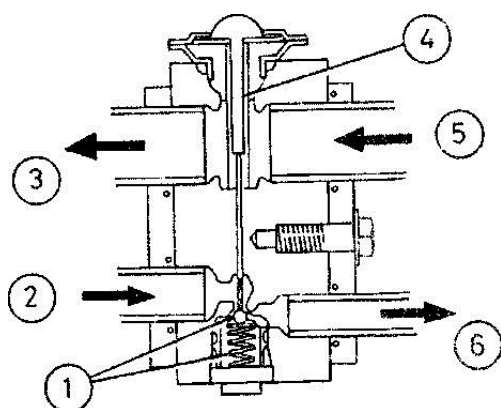
Клапан с термостатическим регулированием входит в сборочный узел расширительного клапана. Он открывается или закрывается – в зависимости от того, какими параметрами должен обладать хладагент, проходящий через калиброванное отверстие, и какое его количество должно пройти. Клапан очень быстро реагирует на изменение температуры. При повышении температуры

проходное сечение клапана увеличивается, возрастает объем хладагента, пропускаемого к испарителю. При уменьшении температуры проходное сечение уменьшается и к испарителю поступает меньше хладагента. В некоторых конструкциях клапанов с целью предотвращения загрязнения также предусмотрен свой фильтр.

6.4.7 Термочувствительная колба и капиллярная трубка

Капиллярная трубка, наконечник трубки (выполненный в виде колбы, спирали или плоской подушки) и полость над диафрагмой сообщаются друг с другом и представляют собой замкнутую систему. Внутри нее находится газ, чувствительный к изменению температуры (хладагент, двуокись углерода и т.п.). Наконечник капиллярной трубки присоединен к выходному патрубку испарителя и изолирован от наружного воздуха специальной лентой. Поэтому наконечник капиллярной трубки реагирует только на изменение температуры хладагента, выходящего из испарителя. Любое незначительное повышение температуры хладагента, покидающего испаритель, повышает давление в капиллярной трубке. Это в свою очередь вызывает повышение давления в наддиафрагменной полости и клапан открывается. Наоборот понижение температуры хладагента, понижает давление в капиллярной трубке и клапан закрывается. Поддиафрагменная полость сообщается с магистралью на выходе из расширительного клапана и на входе в испаритель. Иногда соединение осуществляется через специальную трубку, которая проходит снаружи корпуса клапана (рис.13).

Рис.13. Разрез типичного H – образного расширительного клапана со встроенным температурным датчиком и каналом компенсации пульсаций давления.



1. Шариковый клапан с пружиной;
2. Хладагент из конденсатора;
3. Хладагент к компрессору;
4. Температурный датчик;
5. Хладагент из испарителя;
6. Хладагент к испарителю.

6.4.8 Пружина расширительного клапана

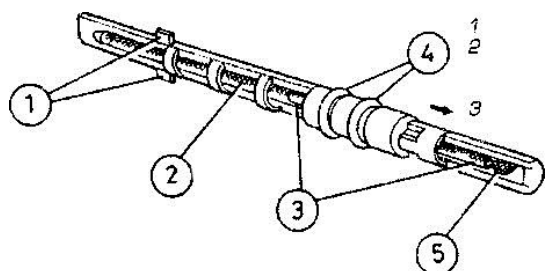
Пружина под клапаном работает на его закрытие и вместе с диафрагмой они управляют клапаном. Пружина подобрана таким образом, что в самом клапане всегда есть перепад температуры между хладагентом, входящим в испаритель и выходящим из него. Этот перепад называют «перегрев». Перегрев на несколько градусов (обычно на 2,9°C) делают для того, чтобы хладагент в испарителе гарантированно испарился полностью и пар на выходе из испарителя не содержал бы жидкости, которая, в этом случае попала бы в компрессор.

6.4.9 Расширительная трубка

Расширительная трубка расположена в системе между конденсатором и испарителем и предназначена для управления потоком хладагента, поступающего в испаритель. Расширительная трубка понижает давление и температуру хладагента настолько, чтобы при

прохождении его по трубкам испарителя, обеспечить его испарение и интенсивный теплообмен с воздухом, продуваемым через испаритель. Расширительная трубка состоит из фильтра (или фильтров) и калиброванного отверстия (рис. 14).

Рис.14. Разрез типичной расширительной трубки



1. Монтажные выступы;
2. Встроенный фильтрующий элемент входящего хладагента;
3. Калиброванное отверстие;
4. Уплотнительное кольцо;
5. Встроенный фильтрующий элемент выходящего хладагента.

Калиброванное отверстие понижает давление жидкости. Хладагент, поступающий из конденсатора, представляет собой жидкость, находящуюся под высоким давлением. Жидкость пропускается через калиброванное отверстие, имеющее маленький диаметр и на выходе из отверстия она распыляется, теряя при этом давление. Распыленная жидкость имеет низкое давление и низкую температуру. Все это позволяет ей легче испаряться в испарителе, в который она поступает, пройдя через калиброванное отверстие.

Компрессор управляет потоком хладагента, проходящего по расширительной трубки расширительная трубка сглаживает пульсации хладагента. Выключатель для управления муфтой включения и выключения компрессора управляется либо термостатически либо по давлению. Прерывистая работа компрессора позволяет управлять потоком и давлением хладагента.

6.4.10 Управление компрессором

Перед тем, как приступить к рассмотрению управления компрессором необходимо заметить, что компрессоры, применяемые в автомобильных системах кондиционирования, подразделяются на постоянно работающие и работающие циклично, периодически выключающиеся, если этого требуют условия работы системы. Большинство постоянно включенных компрессоров являются компрессорами с переменной производительностью. В этом случае отпадает необходимость периодически включать и выключать компрессор. Отметим, что эти компрессоры тем не менее, имеют муфту сцепления, которая выключает компрессор при включении системы кондиционирования. Кроме того, выключение необходимо предусмотреть из соображений безопасности (при низком и высоком давлении в системе).

Довольно просто реализовать включение компрессора управлением подачей питания соленоид муфты. Выключение компрессора необходимо при низком или высоком давлении в системе, при переохлаждении хладагента и для предотвращения поломки компрессора при перегрузке или при тяжелых условиях работы. Также выключение компрессора нужно для управления напором хладагента в течение цикла. Рассмотрим элементы системы управления компрессором подробнее.

6.4.11 Выключатель по низкому давлению

Обычно выключатель по низкому давлению включен в электрическую цепь последовательно с муфтой сцепления кондиционера. Он останавливает компрессор, если давление хладагента в системе упало до определенного уровня. Падение давления может быть вызвано рядом причин: утечкой хладагента, образованием пробки в магистрали, мешающей циркуляции хладагента или просто переохлаждением хладагента. Если хладагент вытек, то возможно вместе с ним вытекло

и масло, необходимое для смазки компрессора. В этом случае без масла компрессор еще работает некоторое время, после чего выходит из строя. При давлении ниже определенного уровня компрессор выключается. Но если давление, по каким-либо причинам возрастает, то он включится вновь автоматически. Как и в случае утечки хладагента, при его переохлаждении ниже определенного уровня, компрессор отключится, так как давление хладагента станет тоже низким. Низкое давление может привести к недостаточной смазке компрессора, вследствие чего могут разрушиться масляные уплотнения, прокладки и пластинчатые клапаны.

В системах с расширительным клапаном выключатель обычно устанавливается со стороны высокого давления, чаще всего в фильтре/осушителе или узле расширительного клапана (рис. 15).

Рис.15. Типичный выключатель по низкому давлению для установки в системах с расширительным клапаном и фильтром/осушителем.

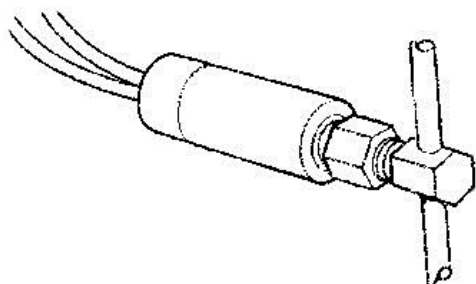


6.4.12 Выключатель по высокому давлению

Обычно выключатель по высокому давлению включен в электрическую цепь последовательно с муфтой сцепления кондиционера. Он останавливает компрессор, если давление хладагента в системе превысило определенный уровень. Это может быть вызвано двумя причинами: образованием пробки в магистрали, мешающей циркуляции хладагента или перегревом конденсатора. При превышении давлением определенного уровня, компрессор выключается. Но если давление по каким-либо причинам придет в норму, то он включится вновь автоматически.

В системе выключатель устанавливается со стороны высокого давления, чаще всего в корпусе компрессора (рис. 16).

Рис.16. Типичный выключатель по низкому давлению для установки в магистрали системы

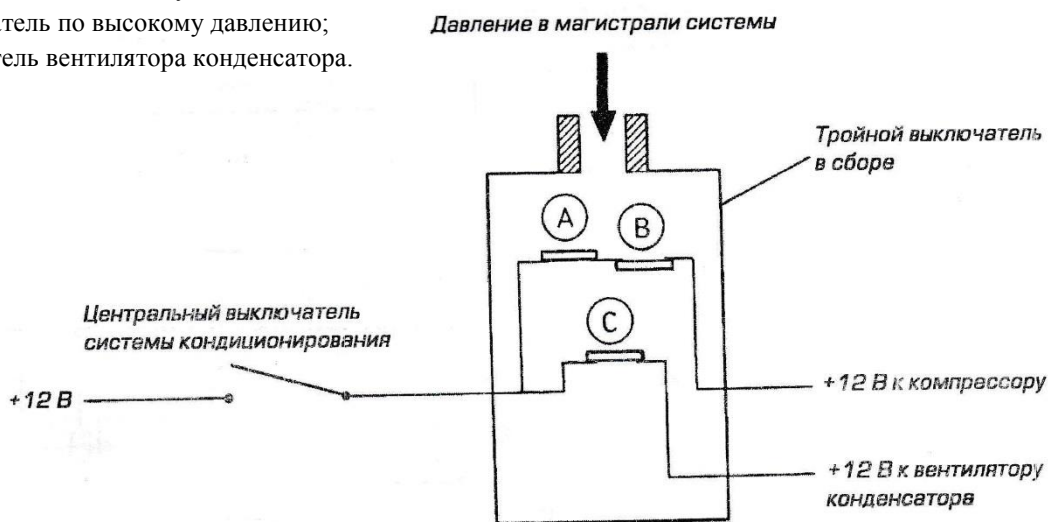


Объединенный тройной выключатель

Этот выключатель представляет собой выключатель по низкому давлению, выключатель по высокому давлению и выключатель вентилятора конденсатора объединенные в одном корпусе (рис.17).

Рис.17. Схема типичного тройного выключателя

- А - Выключатель по низкому давлению;
- Б - Выключатель по высокому давлению;
- В - выключатель вентилятора конденсатора.

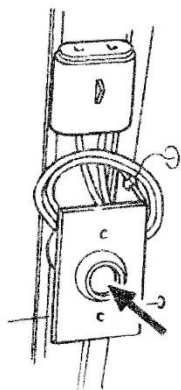


6.4.13 Выключатель по температуре окружающего воздуха

Этот выключатель реагирует на температуру окружающего воздуха и если она ниже определенного уровня, то он выключает компрессор. Работа компрессора при слишком низких температурах может привести к недостаточной смазке компрессора, вследствие чего могут разрушиться масляные уплотнения, прокладки и пластинчатые клапаны. Если температура окружающего воздуха слишком низкая, этот выключатель обесточивает компрессор и тот останавливается. Если окружающий воздух потеплеет, то компрессор включится вновь автоматически.

Выключатель, чувствительный к температуре окружающего воздуха, обычно располагается в передней части моторного отсека, чаще всего перед решеткой радиатора, так как там температуру окружающего воздуха можно измерить точнее всего (рис.18).

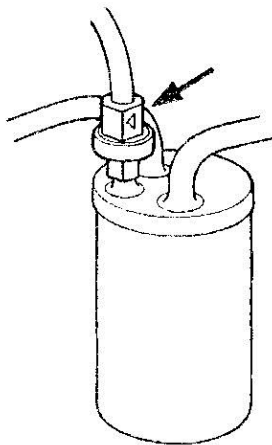
Рис. 18. Типичный датчик температуры окружающего воздуха (на рис. указан стрелкой)



6.4.14 Циклический выключатель по давлению хладагента в системе (системы кондиционирования с расширительной трубкой)

Выключатель реагирует на давление хладагента в системе со стороны низкого давления (рис.19).

Рис.19. Типичный датчик давления хладагента для установки в аккумуляторе (на рис. указан стрелкой)

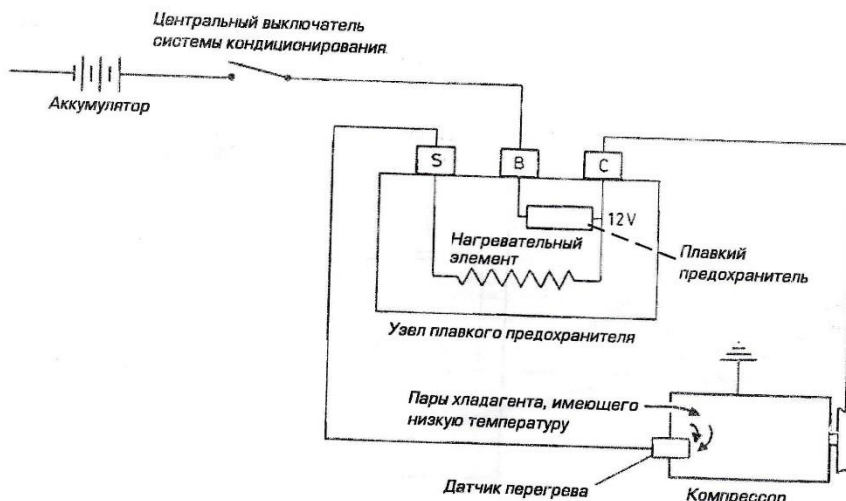


По этому давлению можно судить о температуре хладагента в испарителе. Для поддержания температуры в испарителе в заданных пределах выключатель начинает циклически включать и выключать компрессор. Выключатель также защищает хладагент от переохлаждения при экстремально низкой температуре окружающего воздуха (а, следовательно, и низком давлении хладагента в системе), он останавливает компрессор. По сути, этот выключатель заменяет описанный выше выключатель по низкому давлению.

6.4.15 Плавкий предохранитель/контактный датчик перегрева

Плавкий предохранитель и датчик перегрева предназначены для отключения компрессора при недопустимо низком давлении хладагента в системе. На некоторых моделях автомобилей этими элементами заменяют выключатель по низкому давлению (рис.20).

Рис.20. Типичная схема установки плавкого предохранителя/датчика перегрева



Контактный датчик перегрева устанавливается с задней стороны компрессора и погружается в поток холодного хладагента. Контакты датчика нормально разомкнуты, но при достижении температурой хладагента определенного уровня (это определяется по уменьшению напора хладагента) контакты замыкаются, соединяя плавкий предохранитель с землей на корпусе компрессора и в цепи предохранителя возникает ток. При включении системы кондиционирования напряжения 12В на обмотку муфты сцепления компрессора подается через плавкий предохранитель. Когда контакты датчика перегрева замыкаются, плавкий элемент предохранителя замыкается на массу и перегорает вследствие чего пропадает напряжение на соленоиде муфты сцепления компрессора и компрессор останавливается. Часто плавкий предохранитель устанавливают на кронштейне компрессора. Если предохранитель перегорел, его нужно заменить. О, что предохранитель перегорел, определяется визуально, по расплавившемуся элементу.

6.4.16 Термостатический выключатель

Термостатический выключатель, устанавливаемый на некоторые системы, осуществляет управление компрессором по температуре хладагента в испарителе. Он имеет термочувствительную капиллярную трубку, сообщающуюся с испарителем (рис.21). Капиллярное действие перемещает хладагент по трубке, а он, в зависимости от температуры, замыкает или размыкает контакты выключателя. Термостат выключает компрессор, если температура выходит за рамки заранее заданного диапазона. Если в дальнейшем температура изменится и попадет в этот диапазон, то компрессор включится автоматически. Иногда встречаются регулируемые термостаты, температурный диапазон в которых регулируется системой или пассажирами.

Когда температура хладагента в испарителе приближается к точке замерзания, контакты термостатического выключателя размыкаются, и муфта сцепления останавливает компрессор. Вследствие того, что хладагент по испарителю теперь не движется, его температура возрастает до тех пор, пока не достигнет значения, на которое отрегулирован термостат. По достижении этого значения контакты выключателя замкнутся, питание поступит на муфту сцепления, и она включит компрессор.

6.4.17 Управляющий клапан (компрессоры с переменной производительностью)

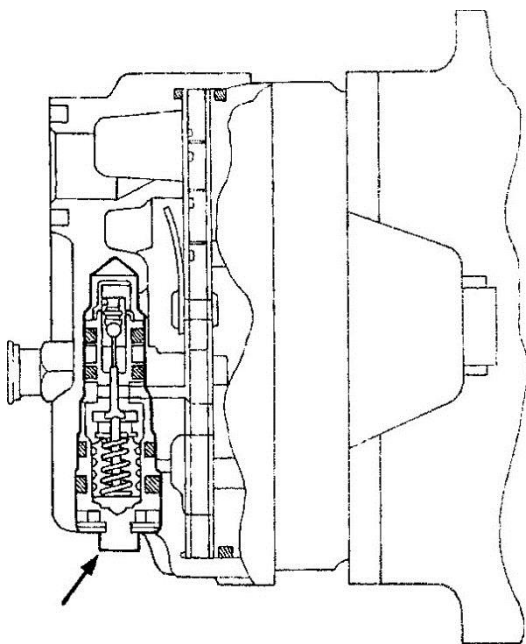
Управляющий клапан находится с задней стороны компрессора и регулирует давление в его картере (рис.21).

Давление управляет углом наклона качающейся шайбы, а та, в свою очередь изменяет производительность компрессора. Клапан содержит диафрагму, чувствительную к изменению давления. Диафрагма управляется давлением в камере всасывания компрессора, а сама управляет перемещением клапана камеры нагнетания компрессора. Также диафрагма управляет перепускным окном камеры всасывания.

При уменьшении температуры в испарителе, или при повышении скорости вращения компрессора понижается давление в системе с низкой стороны, то есть, давление в камере всасывания компрессора. Это уменьшение давления улавливает управляющий клапан и перепускает часть хладагента в картер компрессора, вследствие чего давление в картере возрастает, увеличивая силу, действующую на поршни со стороны картера. Это уменьшает наклон качающейся шайбы, а значит, уменьшается ход поршней и подача насоса.

При возрастании температуры испарителя или повышении скорости вращения компрессора давления в камере всасывания компрессора повышается, диафрагма перемещает клапан, и перепускное отверстие закрывается. Уменьшение давления в картере компрессора вызывает увеличение угла наклона шайбы и увеличение хода поршней.

Рис.21. разрез, показывающий типичный способ установки управляющего клапана в компрессоре с переменной производительностью (на рис. управляющий клапан показан стрелкой)



6.4.18 Управление вентилятором конденсатора

Для обеспечения необходимого количества воздуха, продуваемого через конденсатор и радиатор системы охлаждения, на большинстве автомобилей установлен электровентилятор. На автомобилях, оснащенных системой кондиционирования, часто устанавливают два вентилятора, которые управляются системой управления кондиционированием воздуха и включаются при включении системы кондиционирования. Это обеспечивает прохождение должного количества воздуха через конденсатор при любых условиях и предотвращает возникновение чрезмерного давления в системе. Хотя работа вентилятора и не является фактором, определяющим качество

кондиционирования, но если в нужный момент вентилятор не будет работать, то это быстро приведёт к возникновению чрезмерного давления и температуры в системе.

Наиболее часто встречающиеся системы управления вентилятором конденсатора включают в себя:

- Выключатель вентилятора системы охлаждения по температуре охлаждающей жидкости (расположен в рубашке охлаждения двигателя).
- Выключатель вентилятора системы кондиционирования по высокому давлению.
- Объединённый тройной выключатель системы кондиционирования.
- Центральный выключатель вентилятора системы кондиционирования.
- Выключатель вентилятора по давлению.

Подробнее каждый элемент системы управления вентилятором рассматривается ниже.

6.4.19 Выключатель вентилятора системы охлаждения по температуре охлаждающей жидкости

Этот элемент не относится к системе кондиционирования воздуха. Выключатель заставляет вступить в работу вентиляторы системы охлаждения, когда температура жидкости системы охлаждения превышает определённое, заранее установленное значение. При достижении температурой другого, заранее определённого уровня, выключатель обесточивает электродвигатель (и) вентилятора(ов), и тот (те) останавливаются. Обычно температура, при которой вентилятор(ы) выключается(ются), меньше той, при которой он(они) включается(ются). Отметим, что на многих автомобилях вентиляторы системы охлаждения может (гут) работать даже при выключенном зажигании.

6.4.20 Выключатель вентилятора системы кондиционирования по высокому давлению

На некоторых автомобилях выключатель вентилятора системы охлаждения по высокому давлению включает вентилятор(ы), сразу после того, как компрессор вступает в работу, если давление в системе превышает определённый уровень. Когда система кондиционирования выключена, достаточный уровень управления обеспечивает работа одного лишь выключателя вентилятора системы охлаждения по температуре охлаждающей жидкости. На некоторых автомобилях выключатель вентилятора системы кондиционирования по высокому давлению может подавать сигнал в систему управления двигателем.

6.4.21 Объединённый тройной выключатель

На некоторых моделях автомобилей выключатель вентилятора системы охлаждения по высокому давлению встраивается в объединённый тройной выключатель.

6.4.22 Центральный выключатель вентилятора системы кондиционирования

На некоторых моделях автомобилей установлен центральный выключатель вентилятора системы кондиционирования, который заставляет вентилятор работать вне зависимости от параметров работы системы. Это обеспечивает прохождение должного количества воздуха через конденсатор при любых условиях.

6.4.23 Выключатель вентилятора системы кондиционирования по давлению

Этот выключатель устанавливается на некоторые модели автомобилей, в системах кондиционирования которых, установлен компрессор с переменной производительностью, работающий постоянно, и не выключающийся. Выключатель осуществляет управление вентилятором(ами) системы охлаждения двигателя по давлению высокой стороны системы кондиционирования и устанавливается в системе выпуска хладагента из компрессора. Выключатель координирует свою работу с выключателем вентилятора системы охлаждения по температуре охлаждающей жидкости.

6.4.24 Управление испарителем

ЗАМЕЧАНИЕ:

Управление испарителем, описанное ниже, представляет собой непосредственное регулирование температуры хладагента, находящегося в испарителе. Нужно отметить, что косвенное регулирование температуры хладагента, находящегося в испарителе, осуществляется также системой управления компрессором. Подробнее о системе управления компрессором см. выше в этой главе.

Систему управления испарителем чаще всего можно встретить в системах устаревших моделей автомобилей производства США, так как компрессор там постоянно включен. В системах кондиционирования автомобилей, произведённых в Европе, управление испарителем применялось редко, хотя на очень старых автомобилях (например, на автомобилях модельного ряда Rover SD1) его можно встретить.

Как уже было сказано, эффективное испарение хладагента в испарителе - залог качества работы всей системы кондиционирования. Иногда, при работе системы в определённых условиях, на рёбрах трубок испарителя намерзает конденсат, мешая нормальному прохождению воздуха через испаритель. Из-за этого охлаждающее действие и эффективность системы падают. Управление испарителем помогает предотвратить намерзание конденсата на испарителе, и, таким образом, поддерживать эффективность системы при любых условиях работы на должном уровне.

Наиболее часто встречающиеся системы управления испарителем включают в себя:

- Клапан-дроссель всасывания.
- Клапан-дроссель, управляемый абсолютным давлением.
- Блок клапанов в ресивере.
- Компенсирующий блок клапанов испарителя в ресивере.
- Клапан, регулирующий давление в испарителе.

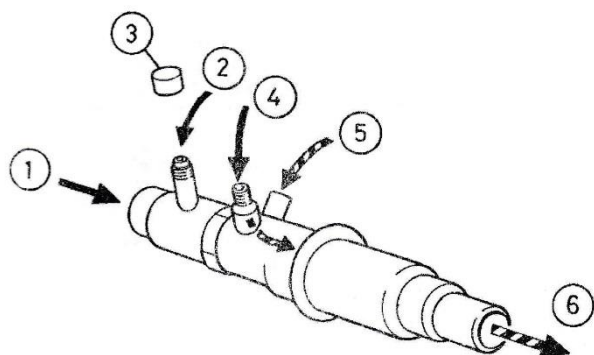
6.4.25 Клапан-дроссель всасывания

Клапан-дроссель всасывания можно встретить в некоторых устаревших конструкциях систем кондиционирования. Он служит для управления параметрами хладагента, выходящего из испарителя. В тех системах, где применяется этот клапан, компрессор включен постоянно. Для поддержания давления хладагента в испарителе на заданном уровне, этот клапан открывается или закрывается. Таким образом, температура хладагента в испарителе поддерживается такой, чтобы обеспечить должную эффективность работы системы кондиционирования, и, в то же время, исключить переохлаждение хладагента в испарителе.

6.4.26 Клапан-дроссель, управляемый абсолютным давлением

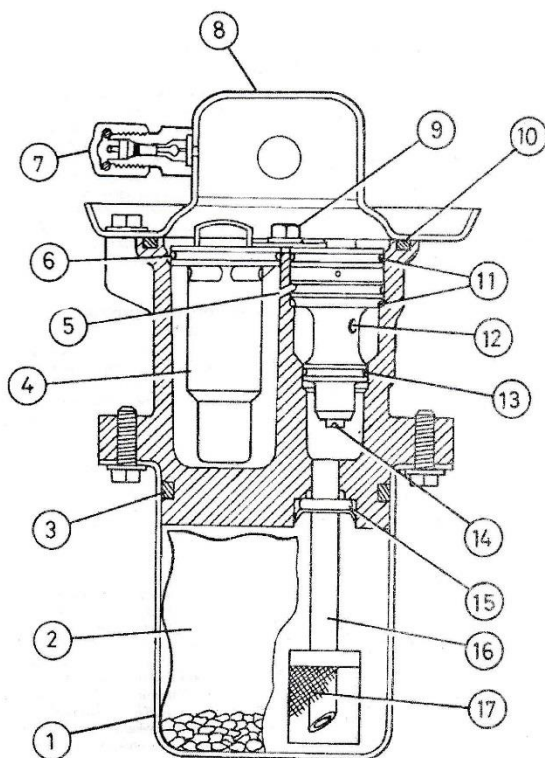
Большинство клапанов-дросселей, применяемых в системах кондиционирования современных автомобилей, управляются по абсолютному давлению. Клапан-дроссель, управляемый по абсолютному давлению, представляет собой подпружиненный клапан, управляемый мембраной и игольчатым клапаном. Всё это объединено в общем корпусе (рис. 22). Работа клапана не зависит от величины атмосферного давления и высоты над уровнем моря. В клапане атмосферное давление противодействует давлению в испарителе. Управление давлением хладагента осуществляется с высокой точностью (обычно точность составляет около 7 кило Паскалей). Если давление хладагента в испарителе превысило определённый уровень, клапан открывается, позволяя хладагенту свободно выходить из испарителя. Если давление хладагента в испарителе ниже этого уровня, клапан закрывается, и хладагент из испарителя не выходит. Клапан работает всё время, пока включен компрессор.

Рис.22. Клапан-дроссель, управляемый абсолютным давлением



- 1) Хладагент из испарителя;
- 2) Сервисный клапан;
- 3) Защитная крышка;
- 4) Отверстие для перепуска жидкости;
- 5) Отверстие для компенсации пульсаций давления в расширительном клапане (имеется не во всех конструкциях клапанов);
- 6) Хладагент к компрессору.

Рис. 23. Разрез типичного блока клапанов в ресивере



- 1) Кожух ресивера фильтра/осушителя;
- 2) Мешочек с веществом влагопоглотителем;
- 3) Уплотнительное кольцо кожуха ресивера;
- 4) Корпус клапана - дросселя, управляемого абсолютным давлением;
- 5) Отверстие для компенсации пульсаций давления;
- 6) Уплотнительное кольцо клапана - дросселя, управляемого абсолютным давлением;
- 7) Сервисный клапан;
- 8) Корпус камеры впуска;
- 9) Болт крепления корпусов клапанов с шайбой;
- 10) Уплотнительное кольцо корпуса камеры впуска - блока клапанов;
- 11) Верхние уплотнительные кольца расширительного клапана;
- 12) Корпус расширительного клапана;
- 13) Нижнее уплотнительное кольцо расширительного клапана;
- 14) Впускное отверстие расширительного клапана;
- 15) Уплотнительное кольцо трубки для забора жидкости;
- 16) Трубка для забора жидкости;
- 17) Фильтр трубки для забора жидкости.

6.4.27 Блок клапанов в ресивере

Блок клапанов в ресивере представляет собой расширительный клапан, дроссель, управляемый по абсолютному давлению, и фильтр/осушитель, объединённые в один блок. Этот блок обычно располагается около испарителя (рис. 23). Если в Вашем типе системы установлен блок клапанов, то отпадает надобность в установке термочувствительной колбы и капиллярной трубки, так как в этом случае диафрагма расширительного клапана непосредственно контактирует с парами хладагента, поступающего из испарителя в блок клапанов.

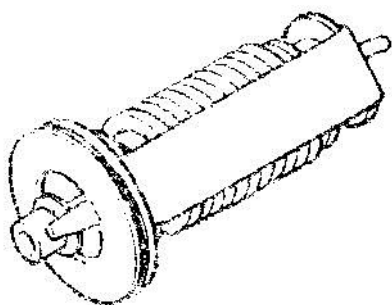
6.4.28 Компенсирующий блок клапанов испарителя в ресивере

Данный блок является усовершенствованной версией блоке, описанного выше. Это усовершенствование состоит в применении доработанного расширительного клапана. Расширительный клапан доработан с целью устранения пульсаций давления при изменении параметров работы системы. Также он доработан таким образом, чтобы никогда полностью не закрываться, что предотвращает переохлаждение хладагента в расширительном клапане.

6.4.29 Клапан, регулирующий давление в испарителе

Этот клапан обычно устанавливается на входе хладагента в компрессор (рис.24). Он поддерживает давление, создаваемое компрессором в заданном диапазоне. По сути, он выполняет ту же функцию, что и дросселирующий клапан, управляемый абсолютным давлением, описанный выше.

Рис. 24. Типичный клапан, регулирующий давление в испарителе



6.4.30 Управление отбором мощности от двигателя

На привод компрессора затрачивается значительная часть мощности двигателя (7...11 кВт 10...15 л. с.), что не позволяет реализовать его возможности в полном объеме. Это является серьёзной проблемой для двигателей, имеющих небольшую мощность. Управление отбором мощности от двигателя на привод компрессора сводится к выключению привода в условиях, когда необходима максимальная мощность двигателя. Но, как правило, влияния на охлаждающее, действие системы эта не оказывает.

ЗАМЕЧАНИЕ:

Обычно на современных автомобилях, оснащённых электронной системой управления двигателем, управление муфтой отопления компрессора возложено на блок электронного управления двигателем (БЭУ). По информации, получаемой от многочисленных датчиков электронной системы управления двигателем, БЭУ определяет, хватает ли мощности

двигателю. Таким образом, надобность в отдельной системе управления приводом компрессора отпадает.

6.4.31 Реле задержки времени

Если система кондиционирования воздуха была включена ещё до запуска двигателя, то при запуске двигателя реле задержки времени отключит привод компрессора на некоторое время. Компрессор по прошествии этого времени включится автоматически.

6.4.32 Датчик полного открытия дроссельной заслонки

Датчик полного открытия дроссельной заслонки иногда можно встретить на автомобилях, имеющих двигатель небольшой мощности. Датчик непосредственно связан с дроссельной заслонкой. При полностью открытой дроссельной заслонке (педаль акселератора выжата до упора) реле разрывает электрическую цепь муфты компрессора, выключая компрессор. Это уменьшает нагрузку на двигатель и обеспечивает должное ускорение автомобиля.

6.4.33 Датчик полного закрытия дроссельной заслонки

Датчик полного закрытия дроссельной заслонки иногда можно встретить на автомобилях, имеющих двигатель небольшой мощности. Датчик непосредственно связан с дроссельной заслонкой. При полностью закрытой дроссельной заслонке (педаль акселератора не нажата) реле разрывает электрическую цепь муфты компрессора, выключая компрессор. Это снижает риск того, что двигатель может заглохнуть из-за нехватки мощности на оборотах холостого хода.

6.4.34 Датчик низкого разрежения во впускном коллекторе

При недопустимо большой нагрузке на двигатель, разрежение во впускном коллекторе может снизиться. В этом случае для отключения системы кондиционирования иногда применяют датчик низкого разрежения во впускном коллекторе. Датчик давления в гидроусилителе рулевого управления. Этот датчик можно встретить на автомобилях, имеющих двигатель небольшой мощности и оснащённых гидроусилителем рулевого управления. При движении в нормальных дорожных условиях гидроусилитель потребляет небольшую мощность. Однако, при активном маневрировании во время парковки, мощность, потребляемая им, возрастает. Кроме того, во время парковки выдаваемая двигателем мощность и скорость его вращения невелики. При этих условиях дополнительный отбор мощности на компрессор может привести к неровной работе двигателя, или к полной его остановке. Чтобы избежать этих проблем, на некоторые автомобили устанавливается датчик усилителя рулевого управления, который выключает компрессор при достижении давления в гидроусилителе рулевого управления определённого уровня.

Некоторые автомобили, имеющие электронную систему управления двигателем, оснащаются более удобной разновидностью этого вида управления системой кондиционирования. Суть работы этой разновидности системы заключается в следующем: при достижении мощности, потребляемой гидроусилителем рулевого управления, определённого значения, БЭУ двигателя сам увеличивает частоту вращения коленчатого вала, и необходимость в отключении компрессора отпадает.

6.4.35 Датчик работы усилителя тормозов

На автомобилях, имеющих двигатель небольшой мощности, при торможении, если включен компрессор, может возникнуть опасность остановки двигателя, что, вообще говоря, может привести к созданию аварийной ситуации. Если на автомобиле установлен датчик работы усилителя тормозов, то он уменьшает эту опасность, выключат компрессор при торможении.

6.4.36 Датчик повышенной температуры охлаждающей жидкости

Конденсатор системы кондиционирования обычно устанавливается перед радиатором системы охлаждения. Конденсатор подогревает воздух, проходящий через него, но этот воздух должен ещё пройти и через радиатор. Воздух, прошедший сквозь конденсатор, имеет повышенную температуру и уже не может отвести достаточное количество тепла от радиатора. Результатом может явиться перегрев системы охлаждения. Для уменьшения риска перегрева системы охлаждения некоторые автомобили оснащаются датчиком повышенной температуры охлаждающей жидкости. Этот датчик при достижении этой температурой определённого уровня выключает компрессор.

6.4.37 Реле работы двигателя на холостом ходу

Некоторые автомобили оснащаются реле работы двигателя на холостом ходу, которое управляется электронной системой управления двигателем и поддерживает приемлемую частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу. Реле не позволяет включиться компрессору при работе двигателя на холостом ходу, в течение некоторого времени после того, как автомобиль был в движении. Если время работы двигателя на холостом ходу превышает этот период, реле на короткое время включает компрессор, чтобы предотвратить переохлаждение хладагента в испарителе.

6.4.38 Таймер временной задержки компрессора

Этот элемент устанавливается на автомобили, оснащённые электронной системой управления двигателем. Если система кондиционирования включена при работе двигателя на холостом ходу или при низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя, то таймер выключает на несколько секунд компрессор с тем, чтобы частота оборотов двигателя возросла в соответствии с уровнем нагрузки. Компрессор снова вступает в работу после того, как стабилизируются обороты двигателя.

6.4.39 Реле калильного зажигания

Некоторые двигатели склонны к так называемому "калильному зажиганию", то есть, продолжению работы двигателя после выключения зажигания. В этом случае может помочь временное включение компрессора. Он включается на несколько секунд сразу после выключения зажигания, и, появившаяся дополнительная нагрузка на двигатель, заставляет его остановиться.

6.4.40 Клапан ограничения давления

Некоторые системы кондиционирования оснащаются клапаном ограничения давления. Иногда можно также встретить предохранительную мембрану, которая рвётся, если давление хладагента превысило определённое значение. Клапан или мембрана устанавливаются в системе

со стороны высокого давления и служат в качестве предохранительного элемента, в случае возникновения в системе экстремального давления. Большинство клапанов имеют возможность закрыться после того, как давление в системе придёт в норму. Возникновение экстремального давления в системе обычно бывает вызвано перегревом конденсатора или излишком хладагента в системе. Клапан обычно располагается в фильтре/осушителе (системы с расширительным клапаном) или в компрессоре, в таком месте, чтобы в случае его срабатывания хладагент не попал бы на человека, обслуживающего в это время автомобиль в моторном отсеке. После срабатывания клапана, система требует обязательной заправки хладагентом и маслом для смазки компрессора.

6.5 Хладагенты

На сегодняшний день наиболее часто применяется марка хладагента: R134a. Однако данное вещество имеет высокий потенциал глобального потепления (ПГП), в этой связи стоит вопрос об альтернативе для данного хладагента с низким (ПГП). В 2011 году вступило в силу требование европейского стандарта 2006/40/ЕС, в соответствии с которым все новые автомобили, произведённые для продажи в Европе, должны использовать в системе кондиционирования хладагент с пониженной величиной коэффициента глобального потепления.

В качестве замены R-134a в автомобильных кондиционерах был предложен хладагент HFO-1234yf (R1234yf). HFO-1234yf является первым в новом классе хладагентом, у которого величина коэффициента глобального потепления (GWP) в 335 раз меньше, чем у R-134a. HFO-1234yf может быть использован в качестве полноценной замены R-134a, причём автопроизводителям не придется вносить значительные изменения в сборочные линии и в конструкции системы кондиционирования автомобиля, чтобы перейти на новый хладагент. HFO-1234yf имеет самую низкую стоимость среди предлагаемых в настоящее время альтернатив, хотя начальная стоимость продукта гораздо выше, чем у R134a, но это вызвано тем, что на сегодняшний день отсутствуют достаточные запасы HFO-1234yf. HFO-1234yf может заправляться в автомастерских точно так же, как R-134a, хотя это потребует специализированное оборудование. Одной из причин этого является способность HFO-1234yf к воспламенению. Другой проблемой, влияющей на совместимость HFO-1234yf и R-134a, является выбор масла. Масло для HFO-1234yf обладает свойствами, склонными к повреждению пластика и алюминия, и небезопасно для здоровья. Хотя продукт классифицируется как слабо воспламеняемый, испытания нескольких лет показали, что продукт не может возгораться в обычных условиях при использовании в автокондиционировании. Кроме того, несколько независимых органов оценки безопасности продукта пришли к выводу, что HFO-1234yf так же безопасен в использовании, как и R134a, который уже используется в современных автомобилях.

6.6 Масла для смазки компрессоров

Все компрессоры нуждаются в смазке с целью уменьшения износа их деталей. В лопастных компрессорах смазка нужна ещё и для обеспечения уплотнения между зоной всасывания и зоной нагнетания. Работа компрессора без смазки будет очень недолгой, но очень дорогой! Несмотря на то, что задача масла заключается в смазке компрессора, оно смешивается с хладагентом и циркулирует по системе вместе с ним. Это означает, что какая-то часть масла будет находиться в компрессоре, а какая-то - в магистрали. Если где-то в системе есть течь хладагента, то вместе с хладагентом из системы будет уходить и масло.

В автомобильных системах кондиционирования применяется два типа масла - в зависимости от марки применяемого хладагента. Хладагент марки R134a не смешивается с минеральным маслом, поэтому для применения в системах кондиционирования с этим хладагентом разработано специальное синтетическое масло. Это масло называется PAG (Poly Alkaline Glycol). По своей вязкости PAG может подойти для нескольких типов систем. Требуемая вязкость масла зависит от требований к маслу компрессора и растворяющему действию хладагента, Применяйте только те масла, которые рекомендованы производителем.

ЗАМЕЧАНИЕ:

Компрессорные масла очень гигроскопичны, а особенно это касается масел PAG. По этой причине ёмкости с компрессорным маслом должны быть плотно закрыты и запечатаны, а также не иметь контакта с атмосферой. Некоторые производители компрессорных масел предписывают браковать масло, которое имело контакт с атмосферным воздухом более чем 30 минут! При отсоединении элементов системы всегда немедленно закрывайте отверстия пробкой или крышкой с тем, чтобы свести к минимуму попадание влаги в масло.

Глава 7. Эксплуатация и обслуживание

7.1 Холодильники

1. Ознакомьтесь с руководством по эксплуатации завода-изготовителя.
2. Избегайте нарастания чрезмерного слоя льда на испарителе.
3. Соблюдайте процедуру и периодичность оттайки испарителя в соответствии с рекомендациями изготовителя.
4. Перед повторным включением компрессора, выдерживайте, по крайней мере, 3-х минутный интервал после его отключения.
5. Минимизируйте частое открывание двери холодильника.
6. Обеспечьте необходимый поток воздуха через секции конденсатора холодильника.
7. Чтобы избежать инфильтрации влажного и теплого воздуха, который станет дополнительной нагрузкой установки, двери морозильника (холодильника) должны быть плотно закрыты.

7.2 Кондиционеры

1. Ознакомьтесь с руководством по эксплуатации завода-изготовителя.
2. Регулярно прочищайте воздушный фильтр.
3. Посредством периодической очистки поддерживайте в чистом виде конденсатор, испаритель, вентилятор и другие элементы установки.
4. Удостоверьтесь, что поток воздуха через конденсатор не заблокирован.
5. Перезапускайте установку, по крайней мере, только через 3 минуты после отключения компрессора.
6. Проверьте следы масла на холодильных трубопроводах – они могут являться признаками возможных утечек холодильного агента.
7. Проводите периодические проверки рабочих температур и силы тока.
8. Для очистки испарителя и конденсатора используйте соответствующие чистящие средства.
9. Для чистки змеевиков используйте под давлением воду или сжатый воздух.
10. Для выправления ребер используйте гребенку.

7.3 Обслуживание и ремонт

1. Чтобы определить потребность в ремонте оцените состояние установки.
2. Если в установке содержится какое-то количество хладагента перед ремонтом примите меры для его извлечения и сохранения.
3. Если установка может подлежать ремонту, выполните процедуры в соответствии с общепринятыми промышленными методами.
4. Минимальный набор инструментов и материалов, необходимых для ремонта малых холодильных установок:
 - Баллоны с озонобезопасными хладагентами (R134a, R600 и др.), применяемыми для заправки современных холодильников и кондиционеров.
 - Быстросъемные муфты, маслофреоностойкие шланги или отожженные медные трубы для присоединения баллонов к холодильной системе.
 - Манометрический коллектор для заправки фреона в холодильный агрегат и контроля давления в холодильной системе.
 - Весы (желательно электронные) для дозирования количества фреона, заправляемого в холодильный агрегат.
 - Вакуумный насос для вакуумирования холодильного агрегата перед заправкой его фреоном.

- Клещи или струбцина для пережима заправочного трубопровода после заправки холодильного агрегата фреоном.
 - Труборез для резки трубопроводов из стали и цветных металлов.
 - Набор вальцовок для подготовки стыков трубопроводов под резьбовое соединение и пайку.
 - Горелка кислородно-пропановая (предпочтительно) или воздушно-пропановая. Последняя не позволяет работать с массивными элементами холодильного агрегата.
 - Припой с содержанием серебра (ПСР-29,5 и др.) для пайки стыков медь-сталь, сталь-сталь и меднофосфористый для пайки стыков медь-медь.
 - Флюс для пайки твердыми припоями.
 - Электронный течеискатель для поиска мест утечки фреона.
 - Универсальный измерительный прибор для измерения напряжения сети, сопротивления обмоток электродвигателя и проводников, потребляемого холодильником электрического тока, температуры.
5. В процессе работ по обслуживанию и ремонту соблюдайте требования, изложенные ниже:
- Нельзя повышать давление в системах или емкостях для проведения испытаний на утечку или в любых иных целях с помощью атмосферного воздуха, т.к. это приведёт к проникновению в систему влаги, содержащейся во влажном воздухе. Используйте для этих целей сухой азот или другие инертные газы.
 - Вакуумирование холодильного агрегата перед заполнением системы хладагентом является обязательным условием последующей нормальной работы установки.
 - Перед заполнением холодильной системы хладагентом при ремонте холодильника следует удостовериться в том, что в баллоне содержится соответствующий хладагент. Проверка проводится по величине давления паров хладагента при температуре баллона, равной температуре окружающего воздуха. Перед проверкой баллон должен находиться в данном помещении не менее 6 часов. Зависимость давления хладагента от температуры окружающего воздуха проверяется по таблице насыщенных паров.
 - Для присоединения баллонов к холодильной системе разрешается пользоваться отожженными медными трубами или маслостойкими шлангами, испытанными давлением на прочность и плотность.
 - Не следует пользоваться горелками или открытым пламенем для разогрева баллона во время работ по заправке хладагентом при ремонте холодильника.
 - Для обнаружения места утечки хладагента разрешается использовать галогидные и другие течеискатели, мыльную пену, полимерные индикаторы герметичности. Наличие следов масла, пузырьков при обмыливании соединений, изменение цвета пламени указывают на утечку хладагента.
 - При обнаружении утечки хладагента необходимо удалить хладагент из агрегата холодильника и устранить утечку.
 - Холодильники, работающие на озоноразрушающих хладагентах, должны ремонтироваться с обязательным сбором хладагента для его утилизации.
 - Запрещается использовать разовые баллоны для хладагентов в качестве емкостей для сжатого воздуха. Баллоны с хладагентами не имеют соответствующего внутреннего покрытия, следовательно, влага, содержащаяся во влажном воздухе, обязательно приведет к возникновению коррозии. Это может ослабить прочность баллона и вызвать взрыв.

Глава 8. Торговые и промышленные системы охлаждения и кондиционирования воздуха

8.1 Монтаж оборудования

Следующие руководящие указания должны быть выполнены для всех холодильных установок и систем кондиционирования воздуха:

- 1) Изучите инструкцию по монтажу завода изготовителя.
- 2) Для предотвращения попадания влаги и других примесей открытые концы трубы должны быть заглушены.
- 3) Все компоненты должны быть смонтированы без риска для работников, ущерба имущества и окружающей среды.
- 4) Все работы по монтажу должны быть тщательно прослежены и проконтролированы компетентным и ответственным лицом.
- 5) Во время проведения монтажных работ соблюдайте правила техники безопасности.
- 6) Обеспечьте надлежащую вентиляцию в помещениях монтажа оборудования, согласно установленным промышленным стандартам.
- 7) Обеспечьте необходимое пространство для обслуживания монтажного оборудования согласно рекомендациям завода-изготовителя.
- 8) При резке медных трубок используйте труборез.
- 9) Перед монтажом удостоверьтесь, что используемые трубы и фитинги чистые.
- 10) Установите маслоотделитель на нагнетательном трубопроводе согласно стандарту производителя.
- 11) Трубопроводы хладагента должны быть надлежащим образом соединены и закреплены.
- 12) Холодные трубопроводы установки должны быть надлежащим образом изолированы по всей длине необходимой толщиной изоляции. Изоляция должна быть надлежащим образом соединена.
- 13) Обеспечьте резиновую подушку между агрегатом (компрессором) и его основанием для предотвращения передачи вибрации, которая вызывает шум. Не пережимайте крепёжные (анкерные) болты.
- 14) По возможности избегайте монтажа конденсатора с воздушным охлаждением напрямую подверженному солнечным лучам.
- 15) Воздухоохладитель в системе кондиционирования воздуха должен монтироваться с обеспечением отвода конденсата.
- 16) Прокладка трубопроводов хладагента должна проводиться согласно требованиям завода-изготовителя. По возможности избегайте замуровывания труб в стены и пол.
- 17) Для предотвращения окисления металла во время пайки или сварки введите в трубу сухой азот.
- 18) Используйте сухой азот или любой допустимый агент (только не R22) для продувки шлаков от пайки или сварки. Никогда не используйте кислород для продувки трубопроводов.
- 19) Хладагент группы HCFC не должен применяться в качестве агента для продувки и не должен использоваться для удаления грязи из системы.
- 20) Всегда проверяйте содержимое конденсирующего устройства перед подключением к трубопроводам хладагента.
- 21) Смонтированные трубопроводы должны подвергаться испытанию на плотность при 150 psig для низкой стороны и 300 psig для высокой стороны с использованием сухого азота (согласно рекомендациям производителя).
- 22) После устранения всех неплотностей, система должна быть свакуумирована до остаточного давления 1 mBar или ниже.
- 23) Всегда обеспечивайте подключение системы к отдельному источнику питания с установкой автоматического выключателя для каждого агрегата согласно стандартам производителя.

- 24) При использовании полиэтиленовых лент при изоляции труб хладагента не заворачивайте их слишком туго во избежание снижения качества изоляции.
- 25) Компоненты, связанные с безопасностью системы, должны быть проверены на надлежащее функционирование (например, срабатывание реле давления по высокому и низкому давлению, задержка времени, срабатывание соленоидного вентиля и предохранительного клапана и т.д.). Результаты тестирования должны быть запротоколированы для дальнейшей информации.
- 26) Компоненты холодильной системы должны быть промаркированы. Спецификация оборудования и технические данные (технический паспорт) должны быть доступны для внесения данных о количестве и типе холодильного агента и смазочного масла.

8.2 Эксплуатация и техническое обслуживание

Данный раздел включает регулярно проводимые мероприятия.

8.3 Общие мероприятия

- 1) Просмотрите электрический шкаф управления холодильной установки, если необходимо, решите вопрос о его ремонте.
- 2) Проверьте электрические переключатели установки, в рабочем ли они состоянии.
- 3) Проверьте, издают ли какой-либо необычный звук или вибрацию подшипники. При необходимости, произведите их смазку.
- 4) Проверьте затяжку всех болтов и шурупов, при необходимости затяните.
- 5) Проверьте вентилятор и вентиляторный отсек (воздушного конденсатора и воздухоохладителя) на наличие грязи, при необходимости прочистите.

8.4 Система охлаждения и система смазки

- 1) При необходимости проверьте состояние изоляции холодных труб и назначьте ремонт или замену при необходимости.
- 2) Посмотрите в смотровое стекло (если таковое есть), для проверки степени заполнения системы хладагентом.
- 3) Визуально проверьте утечки хладагента по жирным пятнам и используйте соответствующий течеискатель для установления точного места утечки.
- 4) Проверьте на плотность запорную арматуру, сальники, уплотнительные кольца крышек обслуживания.
- 5) Проверьте уровень масла в картер компрессора (если это возможно). Если уровень низок, выясните причину и примите меры.
- 6) Визуально проверьте цвет масла. Если оно помутнело, то необходимо её заменить и выяснить причину изменения цвета.
- 7) Проверьте давление масла (если такое применяется). Оно должно быть выше давления всасывания или согласно рекомендациям производителя. Если оно ниже рекомендаций производителя, выясните причину.
- 8) Проверьте работу реле контроля смазки (РКС, если таковой применяется).
- 9) Проверьте рабочие давления:
 - Всасывания.
 - Нагнетания.
 - Давление масла (если применяется).

8.5 Высокая (теплая) сторона

- 1) Проверьте трубы конденсатора на предмет загрязнения, при необходимости прочистите.
- 2) Проверьте подачу воды на конденсатор (если применяется).
- 3) Проверьте работу обратного водоснабжения (градирни) конденсатора (если применяется).
- 4) Проверьте рабочие температуры:
 - Поддачи воды на конденсатор (если применяется).
 - Выхода воды из конденсатора (если применяется).
 - Входа воздуха в конденсатор (если применяется).
 - Выхода воздуха из конденсатора (если применяется).
- 5) Проверьте рабочие параметры водяных насосов конденсатора, давление всасывания и нагнетания (если применяется).
- 6) Проверьте ток электродвигателя водяного насоса.
- 7) Проверьте наличие воды для подпитки в системе водяного охлаждения.

8.6 Низкая (холодная) сторона

- 1) Проверьте змеевик испарителя на накопление грязи, при необходимости, прочистите.
- 2) Проверьте дренажный поддон воздухоохладителя на накопление грязи, при необходимости, прочистите.
- 3) Проверьте трубопровод слива талой воды, чтобы убедиться, что конденсат свободно сливается, при необходимости прочистите его.
- 4) Проверьте уровень воды в расширительном бачке (испарители ледяной воды).
- 5) Отрегулируйте слив на переливную трубу (испарители ледяной воды).
- 6) Проверьте рабочие температуры:
 - Входа воды в испаритель (испарители ледяной воды).
 - Выхода воды из испарителя (испарители ледяной воды).
 - Входа воздуха в воздухоохладитель (если применяется).
 - Выхода воздуха из воздухоохладителя (если применяется).
- 7) Проверьте рабочие давления:
 - подачи холодной воды (испарителя ледяной воды).
 - обратной линии холодной воды (испарителя ледяной воды).

8.7 Электрическая система и система контроля

- 1) Проверьте и прочистите все электрические контакты и клеммы. Зажмите ненатянутые зажимы.
- 2) Проверьте качество подачи электроэнергии. Удостоверьтесь, что питание находится в интервале $\pm 10\%$ от требуемого электрического напряжения.
- 3) Снимите показания тока мотора компрессора.
- 4) Проверьте работу пускового реле.
- 5) Проверьте натяжение ремня и центровку шкива электродвигателя, при необходимости отрегулируйте.
- 6) Проверьте ремень электродвигателя на износ, при отклонении от нормы замените его.
- 7) Снимите показания тока двигателя насоса.
- 8) Проверьте систему автоматического управления и защиты, откалибруйте по необходимости:
 - Реле высокого и низкого давления.
 - Реле времени (таймеры).
 - Реле температуры (термостат).
 - Все остальные устройства с электрическим и электронным управлением.

8.8 Профилактические мероприятия

Этот раздел включает плановые мероприятия, которые должны проводиться через определённые интервалы времени.

- 1) Профилактическое обслуживание должно быть направлено на:
 - безаварийную работу оборудования;
 - предотвращение несчастных случаев работников;
 - предотвращение порчи товаров и имущества;
 - обеспечение непрерывной работы системы;
 - установление в короткий период времени утечек системы;
 - обеспечение хорошего состояния всех узлов и деталей;
 - минимизацию потребления энергии и максимальную нагрузку.
- 2) Для обеспечения эффективной работы оборудования и предотвращения поломок необходимо разработать график профилактического обслуживания.
- 3) Особенное внимание должно быть уделено всем движущимся частям установки, так как они подвергаются износу.
- 4) Причины ненормальной вибрации должны быть проверены и устранены.
- 5) Избегайте контакта электрических проводов с нагнетательной линией. Горячая поверхность трубы может расплавить изоляцию провода, что может вызвать короткое замыкание.
- 6) Для эффективной работы необходима регулярная смазка подшипников.
- 7) Для точного установления места утечки холодильного агента используйте соответствующий течеискатель.
- 8) При очистке змеевика испарителя и конденсатора используйте соответствующее чистящее средство.
- 9) Проверьте перегрев паров на выходе из испарителя (степень заполнения испарителя).
- 10) Установите качество (например, уровень кислотности) и тип смазывающего масла в системе перед добавлением или полной замены масла.

8.9 Ведение учета и документация

Подробный учёт рабочих параметров является важным процессом в обслуживании системы охлаждения и кондиционирования воздуха. Если учет ведется соответствующим образом, то это может служить основой для диагностирования неполадок, которые могут произойти в будущем. Для этого необходимо проводить следующее:

- 1) Обеспечить ежедневную запись данных (для больших систем охлаждения и кондиционирования воздуха) рабочих параметров, таких как давления всасывания и нагнетания, сила тока, температура, и других параметров, которые должны регистрироваться обслуживающим персоналом в суточном журнале.
- 2) Суточный журнал учета должен заполняться и храниться в машинном отделении или в соседнем помещении.
- 3) Суточный журнал должен содержать:
 - Данные об обслуживании
 - Данные об изменениях в системе
- 4) Руководство по эксплуатации оборудования должно храниться рядом с суточным журналом и должно содержать следующие сведения:
 - Маркировку оборудования
 - Специфические данные пользователя
 - Инструкцию по эксплуатации от завода изготовителя.

Глава 9. Процедуры

9.1 Проверка утечек, процедура опорожнения и наполнения систем холодильным агентом

Если есть подозрение, что система имеет утечки и необходим ремонт (кроме утечек в фитингах, которые могут быть устранены путем надлежащего стягивания), то необходимо выполнить следующие процедуры:

- 1) Визуально установите место утечки при осмотре.
- 2) Запустите систему и проверьте её на герметичность, используя соответствующий течеискатель.
- 3) Восстановите заполнение системы хладагентом, используя устройство заполнения.
- 4) Заполните систему сухим азотом (150 psig на низкой стороне, 300 psig на высокой стороне) для испытания на плотность.
- 5) Устраните обнаруженные неплотности и проверьте два раза до полного устранения всех утечек.
- 6) Свакумируйте систему до остаточного давления 1mBar (29,87 мм рт. столба), используя соответствующий вакуумный насос и электронный вакуумный измеритель.
- 7) Зарядите систему хладагентом, запустите установку и добавьте хладагент до полного заполнения.
- 8) Количество заправленного холодильного агента должно соответствовать рекомендациям завода изготовителя.

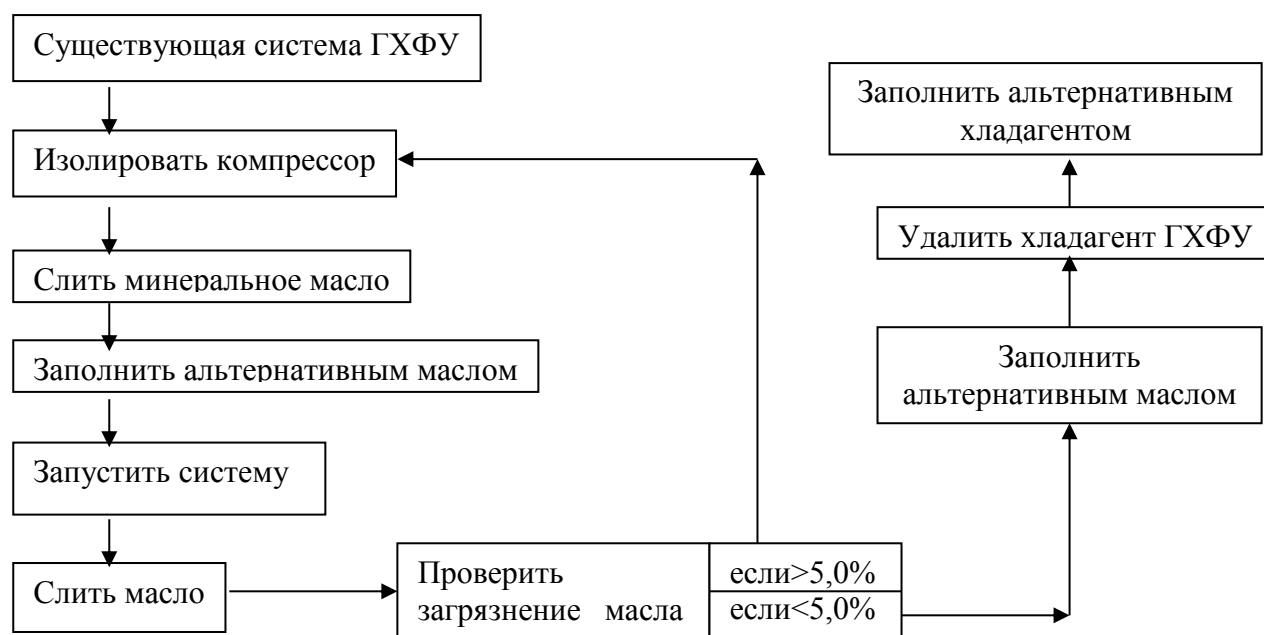
9.2 Процедура замены хладагента (ретрофит), например, R22 на R404A или R-507

Перевод холодильной системы, работающей на R22, на альтернативный хладагент может быть проведен с использованием обычного сервисного оборудования и обычной практики сервисного обслуживания холодильного оборудования. Основные этапы ретрофита холодильных систем с R22 на альтернативные хладагенты, следующие:

- 1) При работающей холодильной установке соберите весь существующий хладагент (R22) в линейный ресивер и остановите компрессор. Закройте всасывающий и нагнетательный вентили.
- 2) Извлеките и замените существующее минеральное масло, определите количество слитого масла и сравните с паспортными данными для приблизительного определения количества масла, оставшегося в системе.
- 3) Заполните систему новым альтернативным маслом согласно рекомендациям завода изготовителя компрессора или холодильного агрегата.
- 4) Запустите систему в работу с R22 для тщательного перемешивания альтернативного масла с остатком минерального масла, при этом установка должна проработать не менее 24 часов. После этого снова слейте масло. Повторите этот процесс до тех пор, пока остаток минерального масла в системе не превысит 5 % от допустимого уровня.
- 5) Остановите компрессор холодильной установки и извлеките существующий хладагент из системы.
- 6) Извлеченный хладагент должен храниться только в специальном контейнере или баллоне многократного использования с нанесением соответствующей маркировки.
- 7) Извлечение хладагента должно производиться при помощи установки для извлечения или установки для извлечения и переработки (регенерации), которая должна управляться сертифицированным специалистом.
- 8) Во время операции по извлечению техник должен не допустить выброса хладагента в атмосферу.

- 9) Все компоненты оборудования и принадлежности, на которые будет оказывать влияние новый альтернативный хладагент и его альтернативное масло (например, предохранительный клапан, прокладки, фильтр-осушитель, т.д. согласно рекомендациям производителя) необходимо заменить.
- 10) Заполните систему новым альтернативным маслом согласно рекомендациям завода изготовителя компрессора или холодильного агрегата.
- 11) Проведите опрессовку системы сухим азотом и проследите за изменением давления в течение 24 часов.
- 12) Свакуумируйте систему, по меньшей мере, до остаточного давления 1 mBar (29,87 мм ртутного столба), используя соответствующий вакуумный насос и электронный вакуумный измеритель.
- 13) Заполните систему первоначальным количеством альтернативного хладагента (50 psig для систем охлаждения и 70 psig для систем кондиционирования воздуха).
- 14) Запустите систему и дозарядите хладагентом до полного заполнения.
- 15) Отследите за работу системы, по меньшей мере, в течение 48 часов и произведите необходимое регулирование.
- 16) Проверьте качество слитого минерального масла рефрактометром.
- 17) Следуйте рекомендациям производителя агрегата или компрессора, так как допустимые отклонения зависят от системы и условий эксплуатации.
- 18) Промаркируйте систему с указанием на этикетке типа и количества заправленного хладагента и масла.

9.3 Технология замены хладагента (ретрофит)



Глава 10. Транспортные рефрижераторы и установки кондиционирования воздуха. Мобильное кондиционирование воздуха (МАС) с приводом от двигателя

10.1 Общие требования

Механик должен быть проинформирован об основной процедуре стандартного управления МАС системой. Механик должен принимать во внимание взаимосвязь воздушного кондиционера и автотранспортного средства.

- 1) Перед запуском двигателя удостоверьтесь, что переключатель воздушного кондиционера выключен.
- 2) Перед началом работы МАС системы удостоверьтесь, что двигатель прогрет должным образом.
- 3) Удостоверьтесь, что воздушный клапан установлен в режиме рециркуляции.
- 4) Установите переключатели вентилятора и термостата на максимум и отрегулируйте желаемые параметры так, чтобы в салоне была комфортная температура.
- 5) Во время работы кондиционера не оставляйте на продолжительное время открытые окна и двери.
- 6) Всегда поддерживайте салон в чистоте, особенно коврики.
- 7) Перед отключением двигателя выключите кондиционер или вентилятор.

Техническое обслуживание

Техническое обслуживание МАС-систем должно производиться в течение каждого 2-летнего периода или в течение каждых 25000 км пробега. Основные положения:

- 1) Проверьте наличие утечек на запорной арматуре и других доступных частях оборудования.
- 2) Проверьте недостаточно защищенные линии хладагента.
- 3) Для каждого кондиционера необходимо проверить электрическую проводку и недостаточно защищенные узлы.
- 4) Проверьте натяжение ремня.
- 5) Проверьте зазор между магнитными пускателями.
- 6) Проверьте, нет ли необычных звуков, таких как шум ремня, вибрации и др.
- 7) Проверьте содержание агента в системе посредством смотрового стекла.
- 8) Подсоедините измерительные приборы для проверки высокого и низкого давления в системе.
- 9) Проверьте состояние конденсатора.
- 10) Проверьте состояние дополнительного вентилятора.
- 11) Проверьте функционирование включателя конденсатора.
- 12) Проверьте функционирование включателя термостата.
- 13) Проверьте функционирование переключателя прессостата.
- 14) Проверьте исправную работу системы на нормальные рабочие давления:
 - 0,15-0,25 МПа (22-36 psig) для низкой стороны и
 - 1,37-1,57 МПа (200-228 psig) для высокой стороны.
- 15) Убедитесь в том, что всасывающий и нагнетательный патрубки, через которые поступает холодильный агент, закрыты должным образом.
- 16) Содержите конденсатор в чистоте (чистите его как можно чаще).

10.2 Профилактика и ремонт

Основные положения:

- 1) Перед началом работ определите тип системы. Наиболее общими чертами идентификации систем с R134a являются следующие:
 - a) маркировка кондиционера и фитингов (монтажных приспособлений);
 - b) наличие соответствующих табличек и наклеек на компрессоре;
 - c) осмотр пазов (канавок, желобов) на соединениях и соответствующей маркировки калибра на подающих трубопроводах хладагента.
- 2) Снимите наручные кольца, браслеты, ожерелья, ключи и другие личные предметы, которые могут Вам нанести травмы или повредить внутренние и внешние части автомобиля.
- 3) Перед началом работы подготовьте в полном комплекте необходимые инструменты.
- 4) Для предупреждения загрязнения хладагента удостоверьтесь в том, что набор механизмов, используемых для заполнения ХФУ систем не должен использоваться для заполнения ГФУ систем.
- 5) Используйте смазочные масла, сочетающиеся с конкретным хладагентом, используемым в системе.
- 6) Никогда не переделывайте систему с R134a в систему с R12.
- 7) Всегда используйте покрытия или предохранительную решетку.
- 8) Всегда накрывайте открытые трубопроводы и запорную арматуру.
- 9) Никогда не используйте O-образные кольца.
- 10) Для систем с R134a используйте подключатели (с проверкой клапанов)
- 11) Всегда подтягивайте всю запорную арматуру.
- 12) Никогда не используйте плотно обтягивающие хомуты вместо обжимных соединителей.
- 13) Никогда не используйте тетрахлорид углерода (carbontetrachloride) как чистящее средство.
- 14) Для опорожнения системы всегда используйте вакуумный насос.
- 15) Для предупреждения проникновения влаги в масла контейнеры с избытком масел для ГФУ должны быть плотно запечатаны.
- 16) Фабричные защитные колпачки (крышки) не следует удалять с фитингов до тех пор, пока они не готовы для соединения, особенно осушителя ресивера или компрессора.
- 17) Когда соединяются две трубы с помощью фитинга, обратите внимание на следующее:
 - Применение компрессорных масел к O-образным поверхностям.
 - Проверьте положение O-кольцеобразных соединений, правильно ли они прилегают к пазу (канавке, приливу).
 - Введите трубу с O-образным кольцом в другую трубу и уплотните ее (соедините покрепче вручную). Если труба с O-образным кольцом введена не отцентрированно (несовпадение осей труб), то поверхность соединения труб (где они плотно прижаты) может повредиться.
 - Используйте два ключа для подтяжки или ослабления фитингов. Чтобы избежать перекручивания или сгиба труб, необходимо учитывать следующее:
 - Избыточный момент кручения при подтяжке (для уплотнения) может стать причиной утечки газа.
 - Визуально проверьте, есть ли трещины на фитингах – как результат слишком сильной подтяжки или поворота.
 - Удостоверьтесь, что поверхность соединяющихся частей фитингов защищена от коррозии и не деформирована.

- 18) При опорожнении системы обе стороны - с низким и высоким давлением должны быть соединены с вакуумным насосом.
- 19) При удалении O-образных колец следует проявить особую осторожность, чтобы не повредить трубопровод.
- 20) Чтобы не перепутать и не загрязнить систему жестяные резервуары для масла должны иметь свои ярлыки.
- 21) Испаритель должен быть тщательным образом очищен по стандартной процедуре или как рекомендовано производителем.
- 22) Убедитесь, что в процессе демонтажа испарителя для ремонта или очистки кабеля, провода и их соединения промаркированы, чтобы избежать случайного неправильного их соединения после сборки.
- 23) Убедитесь, что все рабочие параметры, такие как: давления в системе или температуры регистрируются.
- 24) Всегда используйте средства индивидуальной защиты (СИЗ).
- 25) Всегда добавляйте холодильный агент в систему.

10.3 С отдельным приводом

Осмотр, обслуживание, уход.

Следуйте рекомендациям производителя. Кроме этого, необходимо принимать во внимание следующее.

1) Для двигателя:

- проверьте состояние масла в двигателе и его уровень, при необходимости поменяйте его,
- проверьте состояние охлаждающей жидкости в радиаторе, при необходимости поменяйте ее,
- проверьте натяжение ремня, при необходимости поменяйте его,
- проверьте уровень горючего в резервуаре, если необходимо, снова его заполните,
- проверьте подтяжку болтов и гаек,
- проверьте элемент очистки воздуха, при необходимости почистьте его или замените,
- проверьте шланги для всасывания, при необходимости почистьте их или замените,
- проверьте шланг радиатора, при необходимости почистьте его или замените,
- проверьте топливный фильтр, при необходимости почистьте его или замените,
- проверьте резиновые прокладки и крепежные болты, при необходимости замените их.

2) Для компрессора:

- проверьте уровень масла через смотровое стекло, если надо, смените масло,
- проверьте посадку крепежных скоб, зажимов и подтяжку болтов,
- проверьте, есть ли нехарактерный шум или вибрации, при необходимости устраните,
- проверьте уплотнение вала, чтобы не было утечек масла, при необходимости замените,
- проверьте др. части компрессора на предмет возможных утечек, при необходимости отремонтируйте.

3) Для конденсатора:

- проверьте змеевик конденсатора,

- проверьте, нет ли утечек, найденные устраните,
- проверьте состояние электродвигателей конденсатора и вентилятора, отремонтируйте либо замените.

4) Для секции охлаждения:

- проверьте охлаждающий змеевик, при необходимости прочистьте,
- проверьте уплотнители на входе воздуха, при необходимости замените,
- проверьте воздушный фильтр, при необходимости прочистьте,
- проверьте состояние испарителя и двигателя, при необходимости отремонтируйте или замените,
- проверьте, нет ли утечек, если найдете, устраните,
- смажьте при необходимости подшипники.

5) Другие элементы:

- проверьте утечки хладагента из труб, фитингов, шлангов, при необходимости отремонтируйте их или замените,
- проверьте сито фильтров, осушители, при необходимости замените,
- проверьте хомуты (зажимы), зафиксируйте их, при необходимости отремонтируйте,
- проверьте любые повреждения фланцевых соединений, при необходимости замените их,
- проверьте свободные концы и неукрепленные электропровода, соедините или замените их.

10.4 Процедуры

1) Ретрофит систем

Для ретрофита MAC систем с ХФУ-12 на систему с ГФУ-134а рекомендуется:

- Проверить утечки, используя ручной течеискатель или мыльную пену. При необходимости устраните.
- Чтобы проверить давление на всасывании и нагнетании, приведите в действие автомобиль, повторно проверьте, чтобы обнаружить утечки.
- Извлеките весь хладагент из системы по стандартной процедуре в специальный контейнер для перезаправки, специально промаркированный для этих целей.
- Освободите компрессор от монтажной скобы и дайте стечь маслу.
- Заливая другое масло для нового хладагента в компрессор, и вручную проворачивая вал компрессора, ополосните его внутренние части. Количество масла для ополаскивания (смыва) составляет $\approx 50\%$ от количества масла, рекомендуемого изготовителем для заправки.
- При необходимости повторите процедуру ополаскивания.
- Залейте необходимое количество новой порции хладагента в компрессор производителя (ОЕМ) и, пока система не будет готова к повторной сборке, закройте крышками всасывающий и выпускной патрубки.
- Промойте сильной струей азота или любого подходящего чистящего вещества.
- Произведите проверку давлением для каждого узла на предмет утечек, при необходимости замените их.
- Замените регулирующий клапан и осушитель фильтра на др. совместимую конструкцию для нового вида хладагента.
- Смените все выпуклые части на О-образные типы фитингов.

- Замените все O-образные пломбы на трубопроводах и шлангах на другие, предназначенные для R134a и PAG масел.
- Переустановите и снова соберите все компоненты системы.
- Для установки новых фитингов хладагента освободите доступ к клапанам и фитингам.
- Свакуумируйте систему, по крайней мере, на 1000 микрон (1 mBar, 29, 87 in Hg), используя соответствующий насос и электронный вакуумметр.
- Заполните систему другим хладагентом как рекомендовано изготовителем. Когда система будет модифицирована, увидите, что ее заполнение изменится.
- Пронаблюдайте работу системы и проверьте утечки.
- Сравните полученные данные с теми, когда система использовала ХФУ.
- Для ясности промаркируйте систему.

2) Очистка испарителя

Чтобы проверить утечки, заменить регулирующий вентиль, зафиксировать плохо функционирующий воздушный клапан, (который способствует проникновению воздуха извне), из-за чего повреждается «пенная» изоляция или просто из-за большого количества грязи, может потребоваться разборка испарителя. Эта работа производится с большой осторожностью, чтобы предотвратить загрязнения или появление пятен на панели управления автомобиля, обивки сидений и др. частей автомобиля в момент извлечения испарителя. При очистке испарителя рекомендуется следующая последовательность работ.

Для автономной системы кондиционирования воздуха:

- После отсоединения испарителя от системы, закупорьте входные трубы испарителя и фитинги. Это не позволит грязи проникнуть в систему.
- Извлеките змеевик испарителя из гнезда.
- Извлеките температурный датчик из термостата, отметив его расположение, для того, чтобы после очистки испарителя установить его на то же самое место.
- Используя напорный промывной аппарат, смойте грязь с неровностей испарителя, направляя струю в сторону, противоположную той, где собирается грязь.
- Направляя напор воды на поверхность с другой стороны, надо следить, чтобы грязь не проникла глубже под напором воды. Не повредите ребра слишком большим напором воды во избежание потери скорости движения воздуха при прохождении вдоль них. Если надо, отрегулируйте насадку и напор промывного аппарата,.
- Проверьте змеевик на утечки.
- Если утечек нет, проверьте работу регулирующего вентиля. После его выемки, обратите внимание на расположение в нем чувствительного шарика, чтобы потом установить точно в то же место.
- Убедитесь, что регулирующий вентиль после этого будет чистым, если нет, то замените его. Производители предлагают менять осушитель и регулирующий вентиль после каждых 2-х лет работы или 50 000 км пробега.
- Если змеевик испарителя имеет утечку, замените его.
- Продуйте змеевик испарителя азотом, чтоб удалить избыток масла. Установите регулирующий вентиль на свое место. Поменяйте кольца, примените, где необходимо, тефлоновую ленту и, чтобы не повредить волокна, соедините осторожно фитинги (сначала вручную, потом ключом).
- Для полного контроля повторите еще раз тест на утечки.

Для двойной системы примените ту же процедуру, за исключением добавления 20 мл. нового масла для охладителя в каждый змеевик испарителя перед сборкой. Магнитный и соленоидный

вентиль системы должны быть тщательно очищены и обильно промыты азотом в направлении, обратном потоку хладагента.

3) Очистка соленоидного вентиля

Если конструкция соленоидного вентиля позволяет его демонтировать и почистить изнутри, тогда лучше это сделать, чтобы оставшиеся частицы не создавали потом проблемы. Для этого рекомендуется следующее:

- Извлеките соленоидный вентиль из системы. Особое внимание уделите, чтобы не повредить фитинги.
- При демонтаже не потеряйте его мелкие детали.
- Удалите грязь и осколки внутри места расположения вентиля.
- Произведите сборку частей вентиля.
- Проверьте эффективность работы вентиля путем продувки через него воздуха в направлении потока холодильного агента. Воздух не должен проходить через вентиль.
- Откройте вентиль и проверьте снова, теперь уже воздух может проникать через него.

4) Дозаправка или заливка масла в компрессор

- Извлеките компрессор из скоб.
- Сразу же закупорьте крышками всасывающее и нагнетательное отверстия, чтобы исключить попадание грязи внутрь компрессора.
- Закупорьте шланги, от которых компрессор был отсоединен.
- Отсоедините магнитную защелку от компрессора.
- Уберите крышечки и дренажный затвор, залейте масло в компрессор.
- Подождите 2–3 мин для полного стока масла.
- Измерьте количество стекшего масла.
- Залейте снова то же количество нового масла в компрессор (60 % через отверстие для стока, примерно 20 % через нагнетательное отверстие, и около 20% через всасывающее отверстие).
- Закройте плотно всасывающее и нагнетательное отверстия. Крышечки могут быть сняты, только тогда, когда компрессор будет подключаться к системе.

5) Дозаправка или добавление масла в систему

Добавление или заправка масла в систему всегда рекомендуется через компрессор. Залейте необходимое количество масла в ту часть, которую нужно заменить или обслужить, пропуская его через нагнетательный трубопровод. Это делают в случае, если нет другого доступного способа. Учтите, что масло в R134a гигроскопично и не должно приходить в соприкосновение с воздухом извне. Основные процедуры:

- Подсоедините анализатор к системе и вакуумному насосу.
- Откройте вентиль на всасывании и закройте вентиль на анализаторе.
- Снимите красный змеевик с анализатора.
- Запустите вакуумный насос и заполните его в момент всасывания в красный змеевик.
- Медленно налейте необходимое количество масла в змеевик.
- Пропустите масло в систему.
- Подсоедините красный змеевик к анализатору для предотвращения дальнейшего соприкосновения масла и воздуха. Не открывайте вентиль анализатор до тех пор,

пока масло полностью не уйдет в систему. Быстро его откройте, чтобы дать возможность всосаться добавленному маслу.

Отмечайте уровень масла для дозаправки в систему и тогда, когда заменяете следующие порции (если нет других предписаний от производителя):

- испаритель 50 сс,
- конденсатор 40 сс,
- ресивер 10 сс,
- трубопровод кондиционера 10 сс,
- змеевики кондиционера 10 сс.

6) Проверка утечек

После того, как система собрана, произведите проверку утечек с помощью сухого азота.

- Установите регулятор азота на давление между 100 и 150 psig
- Соедините анализатор системы с регулятором. Убедитесь, что оба отсечных клапана анализатора закрыты.
- Откройте вентиль баллона с азотом.
- Откройте нагнетательный вентиль и дайте возможность азоту попасть внутрь системы через высокую сторону, пока не сработает устройство анализатора.
- Закройте отсечной клапан анализатора, поддерживая давление внутри системы. Закройте вентиль баллона.
- Заполнение производится по меньшей мере в течение 5 мин. При помощи мыльного раствора проверьте на утечку все доступные фитинги.
- Если давление падает, то локализируйте утечку и устраните ее.
- Повторите процедуру проверки утечек до тех пор, пока в системе их уже не будет.
- Подключив к вакуумному насосу для дегидратации, снимите давление в системе и отсоедините анализатор от регулятора азота.

7) Опорожнение

- Проверьте анализатор системы. Удостоверьтесь, что фитинги, съемники и адаптеры чистые. Убедитесь, что перед началом вакуумирования шланги подсоединены плотно к адаптерам и механизмам.
- Подсоедините вакуумметр таким образом, чтобы контролировать вакуум в системе, когда вентиль вакуумного насоса закрыт (с учетом конфигурации анализатора системы).
- Откройте входную крышку заполнения системы и подсоедините быстрые соединители. Когда присоединяете для наполнения трубку, поддерживайте ее снизу.
- Откройте оба вентиля (всасывания и нагнетания) системного анализатора.
- Подсоедините желтый кран к вакуум-насосу.
- Включите вакуумный насос в работу до тех пор, пока вакуумметр не покажет по меньшей мере 1000 микрон (1 mBar; 29,87 мм.рт.ст.).
- Закройте всасывающий и нагнетательный отсечные клапаны системного анализатора.
- Выключите вакуумный насос и наблюдайте за показаниями вакуумметра, поддерживающего 1000 микрон (1 mBar, 29,87 мм рт. ст.), по меньшей мере, в течение 5 мин.
- Проверьте утечки, если вакуумметр продолжает показывать растущий вакуум, повторите процесс снова.

8) Заполнение системы хладагентом

Всегда рекомендуется заполнить систему хладагентом в виде газа, а не жидкости.

- Отсоедините желтый шланг от вакуум-насоса и подсоедините его к емкости с хладагентом. Чтобы избежать утечек охладителя при наполнении, убедитесь в плотном подсоединении шланга к баллону.
- Во избежание повреждения избыточным давлением вакуумметр отсоедините.
- Переверните вверх дном резервуар и выпустите воздух наружу из желтого шланга.
- Заполняйте сначала жидким охладителем систему через нагнетательную сторону. Откройте красный отсечной клапан анализатора и подавайте хладагент в систему до тех пор, пока оба манометра (на всасывающей и нагнетательной стороне) не покажут одинаковое давление.
- Подождите 3-5 мин. до заполнения емкости хладагентом.
- Перед тем, как продолжить заполнять систему газом, установите следующие параметры:
 - число оборотов двигателя: отрегулируйте холостой ход,
 - переключатель подачи воздуха: включен,
 - переключатель воздушного потока: верхнее положение,
 - рычаг клапана: рециркуляция,
 - створка: закрыта,
 - окошко: закрыто.
- При вертикальной позиции цилиндра с хладагентом закройте отсечной клапан со стороны нагнетания. Когда манометр покажет 180 psig, по смотровому стеклу проверьте движение хладагента. Чтобы стабилизировать систему перед окончательным заполнением ее хладагентом запустите кондиционер при данных условиях:

Тип системы кондиционирования	R12		R134a	
	Низкая сторона	Высокая сторона	Низкая сторона	Высокая сторона
Одинарная	28-30 psi	200-220 psi	28-30 psi	200-220 psi
Из двух компонентов	30-40 psi	200-220 psi	30-40 psi	200-220 psi

- Продолжайте наполнять систему, обращая особое внимание на смотровое стекло, которое должно показывать поток хладагента с небольшими пузырьками.
- Когда система заполнится, закройте всасывающий и нагнетательный вентили анализатора. Закройте вентиль баллона с хладагентом. Потом снова откройте вентиль подачи и заполните систему хладагентом через подающий шланг.
- Выключите кондиционер и двигатель.

10.5 Запись наблюдений и документация

В поддержании МАС (мобильное кондиционирование воздуха) систем очень важны детальные записи проводимого обслуживания. Правильно выполненные, они служат «историей» системы и могут служить в будущем для диагностирования ненормальных условий эксплуатации. Каждый производитель МАС систем имеет свои собственные предложения по графику контроля для своих установок. Он должен последовательно выполняться, особенно в течение первого года работы.

- Запись о проведенных сервисных работах в МАС системе должна начинаться с проверки или испытания конкретной сборочной единицы или механизма в целом.

- Каждое испытание и осуществленный контроль системы записываются так как рекомендовано производителем.
- Перед каждым видом работ данной единицы оборудования просматривайте записи предыдущего сервисного обслуживания.
- После каждой осуществленной сервисной процедуры обновляйте записи.
- Сохраняйте записи сервисного обслуживания для обращения к ним в будущем.

10.6 Мобильные холодильные установки

1) Осмотр, управление и уход.

- Посмотрите, какие процедуры осмотра, управления и ухода рекомендованы производителями;
- Визуально проверьте сборочную единицу на предмет физических повреждений;
- Проверьте электрические соединения, контакты, провода и кабели; подтяните свободные концы в контрольном щитке;
- Проверьте зарядку батареи, и если она низка, перезарядите или замените (для специально предназначенного автономного двигателя);
- Проверьте дренажный резервуар, опорожните и, если надо, почистьте;
- Проверьте систему на утечки;
- Проверьте состояние испарителя и змеевика конденсатора, если надо почистьте;
- Проверьте крепежные болты и, если надо, подтяните;
- Установите диаграмму для записи температуры;
- Удостоверитесь, что переключатель выбора мощности установлен правильно;
- Проверьте воздушный поток вентилятора конденсатора и его направление;
- Проверьте надлежащее направление вращения крыльчатки вентилятора испарителя;
- Проверьте уровень масла компрессора по смотровому стеклу ;
- Проверьте параметры контроля оттайки, проведите их наладку;
- Убедитесь, что регистратор температуры находится в рабочем режиме.

2) Обслуживание и ремонт

- Для обслуживания и ремонта следует обращаться к инструкции производителя.
- Когда высокая или низкая сторона открыты на длительный период времени убедитесь, что осушители сняты.
- Поставьте загрязненный фильтр/осушитель на свое место.
- Перед производством любых работ по ремонту или обслуживанию убедитесь, что источник энергии обслуживаемой единицы отключен от сети.
- Залейте масло в том же количестве, что и удаленное из компрессора.
- При установке сборочных единиц электромотора компрессора поддерживайте минимально допустимую чистоту между электромотором и движущимися пластинами компрессора.
- Подтяните крепежные болты в соответствии с рекомендованным крутящим моментом.

Глава 11. Модернизация и альтернативы

11.1 Общие руководства

Модернизация систем, использующих ОРВ, с переходом на озонобезопасные хладагенты требует их тщательного исследования и изучения. Ниже перечислены некоторые факторы, которые должны быть приняты во внимание при выполнении данного мероприятия:

- 1) Необходимо установить, что модернизация системы будет рентабельнее ее замены. Если проведение основных ремонтных работ (например, компрессора и т.д.) или изменение используемого в системе агента является необходимым, то должно быть оценено, насколько приемлемыми являются затраты по модификации системы.
- 2) При оценке системы, которая требует капитального ремонта и близка к завершению эксплуатации, вопрос замены рассматривается в том случае, если она экономически эффективнее переоснащения.
- 3) Рассмотрение вопроса использования альтернативных хладагентов должно проводиться с учетом их безопасности и экологических свойств, таких как горючесть, токсичность и других, разрушающих озоновый слой и вызывающих глобальное потепление.
- 4) Необходимо определить совместимость компонентов и материалов в системе, в частности эластомеров и масла. Кроме того, на предмет пригодности должны быть проверены такие компоненты, как смотровые стекла и маслоотделители.
- 5) Требуется изучить и оценить условия работы системы, определить срок службы и историю эксплуатации системы.
- 6) При необходимости следует обратиться к производителю оборудования для получения рекомендаций по альтернативным хладагентам и смазочным материалам для модернизируемой системы.

11.2 Использование прямой замены хладагента

Поэтапный отказ от ОРВ, особенно от ХФУ, в секторе холодильного оборудования и кондиционирования воздуха привел к развитию новых хладагентов, которые могут напрямую заменить озоноопасные хладагенты. Одни из них являются однокомпонентным веществом, другие – смесями и углеводородами. Производство этих хладагентов рассчитано на то, что существующие минеральные масла не должны быть заменены, поскольку они совместимы со старыми маслами в системе. Вместе с тем, эти требования должны быть хорошо обоснованы.

- 1) Информация, связанная с этими веществами, должна быть полностью представлена в литературе, стандартах и других документах.
- 2) Для правильной эксплуатации новых хладагентов технический персонал должен пройти соответствующее обучение.
- 3) Углеводороды являются легковоспламеняющимися веществами, но для их взрыва требуется достижение определенной концентрации, вот почему знание об этом является особенно важным условием безопасной работы.
- 4) Смеси состоят из различных хладагентов, которые могут вести себя самостоятельно при определенной температуре и давлении. Профессиональная подготовка является очень важной при обращении с этими веществами, в частности, во время процесса зарядки системы в жидком состоянии.

- 5) Тщательное исследование состава хладагента очень важно при утечке в системе, поскольку может иметь место фракционирование (разделение компонентов), и после устранения найденных утечек и перезарядки система не сможет нормально функционировать.

11.3 Альтернативы

Общие руководства

В настоящее время в создании холодильных систем из-за опасности изменения климата начинают преобладать следующие тенденции: преимущественное использование хладагентов с низким потенциалом глобального потепления; уменьшение количества хладагента, заправляемого в систему; совершенствование действующих холодильных машин в целях повышения их энергетической эффективности и создание новых.

Существуют два принципиально возможных варианта подбора смесей холодильных агентов, совместимых с экологическими требованиями: возврат к классическим природным агентам – аммиаку, воде, диоксиду углерода и углеводородам, поставив в качестве конечной цели устранение озоноразрушающих веществ из холодильной техники; уменьшение опасности от использования нового семейства альтернативных хладагентов – R32, R134a, R125, за счет добавки природных хладагентов в качестве промежуточной цели.

Варианты замены R22 можно систематизировать в три основные группы по использованию различных видов холодильных агентов:

1. Альтернативных.
2. Природных.

11.4 Использование альтернативных холодильных агентов

В процессе перехода систем на альтернативные холодильные агенты необходимо руководствоваться известными данными об их свойствах и условиях применения.

DR-33

ПГП ~1400, близкие к R-404A эксплуатационные характеристики, негорючий, подходит для всех модифицированных и новых систем включая системы на R-404A, включая крупные системы где требуется невоспламеняемость.

DR-33 Термически устойчив с POE смазками, 175°C в течении 2 недель.

XP-10

ПГП ~ 600, близкие к R-134A эксплуатационные характеристики, подходит для модифицированных и новых систем, негорючий, предпочтителен для гибридных и каскадных систем на CO₂.

DR-5

ПГП ~ 490, близкие к R-410A эксплуатационные характеристики, средневоспламеняемый, может быть использован в стационарных кондиционерах.

DR-7

ПГП~250, близкие к R-404A эксплуатационные характеристики, средневоспламеняемый, может быть использован в оборудовании с небольшим зарядом, подходит для систем R-404A с небольшим зарядом, термически устойчив с POE смазками, 175°C в течении 2 недель.

ГФО-1234yf

ПГП ~ 4, близкие к R-134a эксплуатационные характеристики, средневоспламеняемый, может быть использован в автомобильных кондиционерах.

ГФО-1234ze

ПГП ~ 6, близкие к R-134a эксплуатационные характеристики, средневоспламеняемый, может быть использован в чиллерах, холодильном оборудовании с небольшим зарядом.

L-40

ПГП ~ 290, близкие к R-404A эксплуатационные характеристики, средневоспламеняемый, может быть использован в среднем и низкотемпературном холодильном оборудовании.

L-41

ПГП ~ 490, близкие к R-410A эксплуатационные характеристики, средневоспламеняемый, может быть использован в стационарных кондиционерах.

L-20

ПГП ~ 330, близкие к R-22 эксплуатационные характеристики, средневоспламеняемый, может быть использован в стационарных кондиционерах и холодильном оборудовании.

N-40

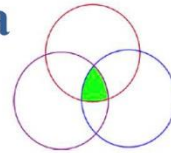
ПГП ~ 1330, близкие к R-404a эксплуатационные характеристики, невоспламеняемый, может быть использован в низкотемпературном холодильном оборудовании.

N-13

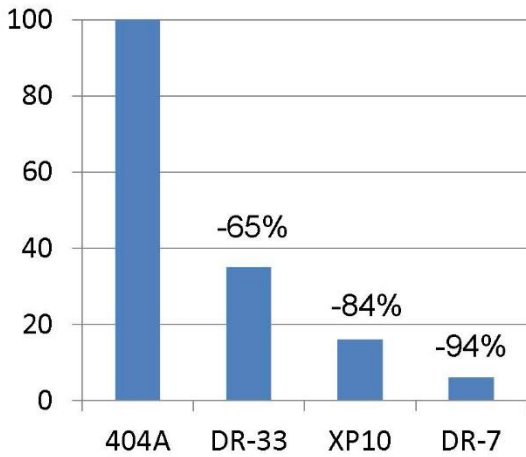
ПГП ~ 600, близкие к R-134a эксплуатационные характеристики, невоспламеняемый, может быть использован в чиллерах и среднетемпературном холодильном оборудовании.

Хладагенты «orteon» для замены R404a с низким ПГП

Ведущие Кандидаты



GWP Reduction



DR-33

- ПГП-1400, что на 65% ниже чем у R404a,
- характеристики производительности близки к R404a не горючий , применение ретрофит и новые системы

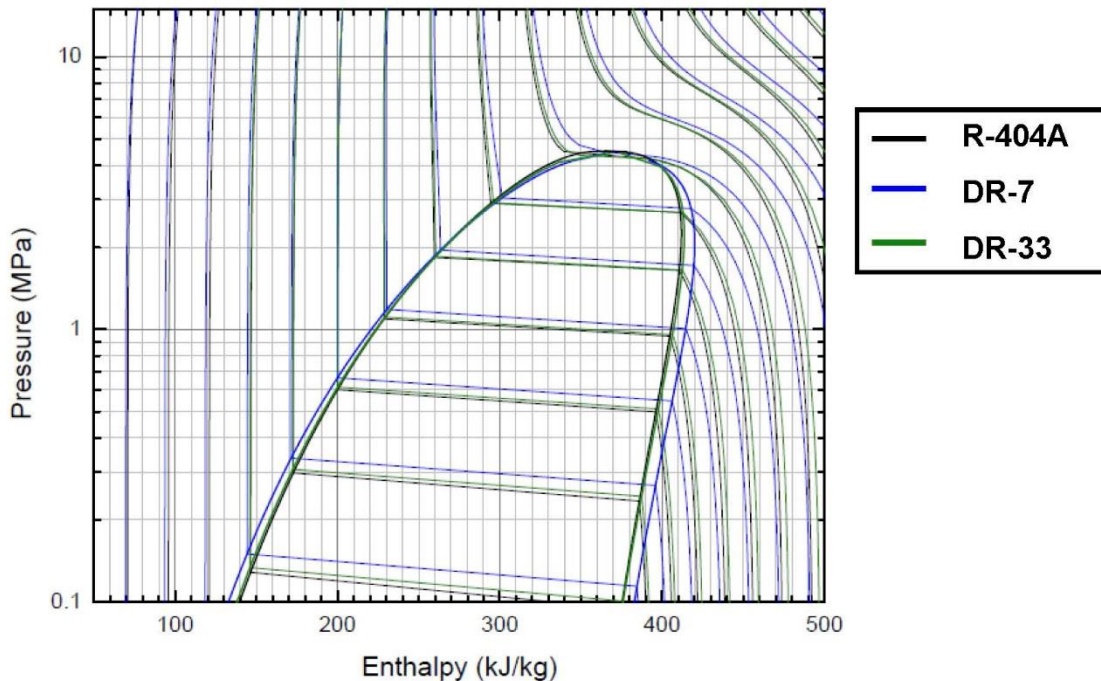
XP10

- ПГП - 600, что на 84% ниже чем у R404a
- характеристики производительности близки к R404a, применение ретрофит и новые системы,
- предпочтителен для гибридных каскадных систем CO2

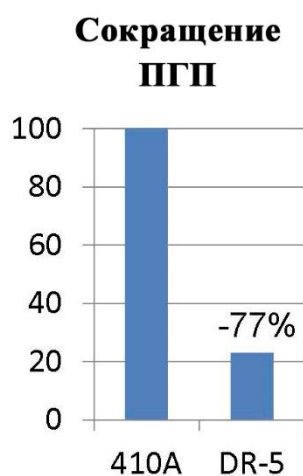
DR-7

- ПГП-650, что на 94% ниже чем у R404a,
- характеристики производительности близки к R404a, средне горючий (2L) применение для систем с небольшим зарядом (конденсаторные агрегаты)

Сравнительная диаграмма с R404a



Хладагенты «ортеон» для замены R404a с низким ПГП DR5



СВОЙСТВА ГФО 1234ze

	HFO-1234ze
Потенциал глобального потепления (ПГП)	6
Температура кипения, °C	-19
Критическая температура, °C	110
Критическое давление, кПа	3632
Критическая плотность, кг/м ²	486
Плотность жидкости при 25°C, кг/м ²	1163
Плотность пара при 25°C, кг/м ²	26,4
Молекулярная масса	114

СВОЙСТВА ГФО 1234yf

	HFO-1234ze
Потенциал глобального потепления (ПГП)	4
Температура кипения, °C	-30
Критическая температура, °C	94
Критическое давление, кПа	3382
Критическая плотность, кг/м ²	478
Плотность жидкости при 25°C, кг/м ²	1094
Плотность пара при 25°C, кг/м ²	37,6
Молекулярная масса	114

11.5 Использование природных холодильных агентов

После принятия Киотского протокола стал исключительно актуален вопрос о применении натуральных холодильных агентов: аммиака, диоксида углерода, воды и углеводородов. Они должны прийти на смену альтернативным холодильным агентам. Как показывают исследования и опыт эксплуатации, использование природных агентов не только экологически безопасно, но и имеет экономические преимущества. Наряду с достоинствами, природные хладагенты имеют и свои недостатки: токсичность, пожаро- и взрывоопасность. В общем случае при применении таких агентов необходимо учитывать следующее:

- 1) Необходимо не допускать снижения энергетических показателей холодильной системы. В герметичных установках (домашние холодильники и морозильники, бытовые кондиционеры, небольшие холодильные шкафы и прилавки, охладители напитков), где эмиссии хладагентов в атмосферу можно практически исключить, переход на новые рабочие вещества требует серьезного термодинамического анализа и проверки.
- 2) При наличии чуть более одного процента по объему в воздухе изобутана происходит возгорание. Увеличение безопасности систем с изобутаном связано с конструктивным решением компрессоров и электрических изделий, входящих в комплектацию оборудования.
- 3) Для аммиака нижний предел пожароопасности составляет 15% по объему аммиака. Вероятность достижения таких концентраций уменьшается при снижении количества холодильного агента в системе.
- 4) Для повышения эффективности имеет перспективу применение смесей аммиака с холодильными агентами R600a, RC318 и R218. При использовании смеси аммиак (R717) -этан (R170) может быть расширен температурный диапазон (-50...+50 °C) и понижены температура и давление нагнетания.
- 5) В системах с CO₂ необходимо поддерживать избыточное давление, что требует большой прочности оборудования. Большую проблему представляют реакции CO₂ с аммиаком и водой (образование углекислоты приводит к ржавчине и порче оборудования).

Аммиак

Аммиак - хладагент с бесспорно лучшими термодинамическими характеристиками. Он является единственным природным хладагентом, от которого промышленность благодаря его высокой эффективности никогда не хотела отказываться. С экологической точки зрения аммиак также является самым лучшим хладагентом: он не способствует ни разрушению озонового слоя, ни потеплению климата (потенциал озонового истощения ODP и потенциал глобального потепления GWP равны нулю), а баланс полной эквивалентной мощности влияния на потепление TEWI, в связи с высоким КПД холодильной аммиачной установки, является положительным.

При использовании промышленного оборудования мощностью более чем в 500 кВт, с точки зрения эффективности использования энергии и эффективности затрат, аммиак является непревзойденным хладагентом. Но и в менее мощных установках аммиак всё чаще находит применение. В настоящее время аммиак нередко применяется в системах с мощностью менее чем в 500 кВт, в которых количество аммиака в комбинации с правильно выбранным холодоносителем может быть уменьшено. Именно в области систем с малым количеством управляемого хладагента в настоящее время идут интенсивные исследования. Целью разработок стали в том числе небольшие, полугерметичные и герметичные компрессоры мощностью менее

чем в 100 кВт. В том же направлении продвигаются и разработки теплообменников с уменьшенным внутренним объёмом. Кроме того, чтобы сделать возможным работу на аммиаке установок с системой непосредственного охлаждения, различные исследовательские проекты работают над созданием упрощённой масляной системы с использованием растворимых масел.

Свойства Аммиака

Тип хладагента	NH ₃
Хладагент	R717
Общепринятое название	Аммиак
Природа хладагента	природный
Потенциал разрушения озонового слоя	0
Потенциал глобального потепления	0
Критическая температура, °C	132,4
Критическое давление, МПа	11,3
Горючесть	+
Токсичность	+
Относительная объёмная холодопроизводительность	1,7

Углекислый газ

За последние десять лет в мире непрерывно рос интерес к холодильным установкам, работающим на двуокиси углерода (CO₂). С одной стороны, это произошло из-за того, что действующий на мировом уровне концерн Nestlé постоянно форсировал развитие каскадных холодильных установок, работающих на аммиаке или на двуокиси углерода, доказав тем самым их энергоэффективность в Европе, США и Японии. Другие компании последовали этому примеру. В некоторых странах эта тенденция развития была дополнительно усилена за счёт государственных поощрений. Так, например, Голландия заметно снизила налоги на установки, работающие на CO₂, а в Скандинавии подняли налог на применение синтетических хладагентов. Двуокись углерода особенно подходит для рекуперации отведённого тепла или для использования в тепловых насосах. В Азии такое применение широко распространено, и можно предположить, что и другие страны последуют этому примеру.

Какое количество энергии можно сэкономить за счёт применения CO₂ в роли хладагента, в большей степени зависит от температуры окружающей среды. Так, например, система с двуокисью углерода по эффективности явно превосходит оборудование с синтетическими хладагентами, если оно работает в области субкритических температур. Но и в области сверхкритических температур оборудование может быть достаточно успешно оптимизировано в плане эффективности. Одним из подтверждений тому стала компания Coca Cola, использующая для своих 550-литровых холодильников как CO₂, так и хладагент R-134a. Результат: оборудование с CO₂ потребляет энергии на 20-30 процентов меньше.

В закритическом или сверхкритическом режиме эксплуатации (температуры > 31,2°C) системы с CO₂ в общем являются менее эффективными, чем оборудование с синтетическими хладагентами. Но если исходить из расчёта на год, то холодильные установки с применением CO₂ зачастую являются более энергоэффективными, нежели установки с синтетическими хладагентами,

поскольку основная часть систем, прежде всего в широтах с умеренным климатом, большую часть года работает в области подкритических температур.

Свойства углекислого газа

Тип хладагента	CO ₂
Хладагент	R744
Общепринятое название	Диоксид углерода
Природа хладагента	природный
Потенциал разрушения озонового слоя	0
Потенциал глобального потепления	1
Критическая температура, °C	31,1
Критическое давление, МПа	7,4
Горючесть	-
Токсичность	-
Относительная объемная холодопроизводительность	8,4

Углеводороды

Углеводороды, такие как изобутан, пропан прекрасно подходят в качестве хладагентов. Например, изобутан очень успешно применяется в более чем 300 миллионах домашних холодильников. Кроме этого, бутан всё чаще используется в небольших промышленных холодильных установках. Так, например, концерн по производству напитков Pepsi сравнил эффективность малых охладителей напитков с количеством хладагента до 150 г и выяснил, что установки с изобутаном потребляют энергии на 27 процентов меньше, чем с хладагентом R-134a. С того момента вышеупомянутый производитель напитков начал использовать изобутан в охладительных установках такого размера. Также компания Ven & Jergu стала впервые в США использовать изобутан в своих морозильниках для мороженого и осталась очень довольна результатами.

Пропан обладает весьма схожими с хладагентом R-22 термодинамическими характеристиками. Поэтому в некоторых странах Азии хладагент R-22, используемый в центральных системах кондиционирования воздуха, после необходимого проведения незначительных изменений в конструкции оборудования, был заменён пропаном, что дало экономию энергии от 10 до 30 процентов. Компания Unilever также распознала преимущества пропана в качестве хладагента: уже во время Олимпийских игр 2000 года в Брисбене и Сиднее компанией было проведено исследование с 360-литровыми морозильниками для мороженого. Было произведено сравнение эксплуатации морозильных камер на пропане и на хладагенте R-404A. Морозильные камеры, работавшие на пропане, в среднем принесли экономию энергии около 9 процентов.

Углеводороды обладают великолепными термодинамическими характеристиками, поэтому холодильные установки и кондиционеры, в которых они используются, являются особенно энергосберегающими. Они хорошо смешиваются с ходовыми низкотемпературными маслами, а уровень критической температуры относительно высок. И хотя воспламеняемость углеводородов требует герметически закрытых систем и защиту от взрыва для электрических компонентов, компоненты оборудования легкодоступны, а современный уровень техники позволяет

обеспечить безопасную эксплуатацию такого оборудования. В связи с высоким потенциалом энергосбережения у систем с углеводородами, ряд концернов объявил о своём намерении, о переходе на использование углеводородных хладагентов при приобретении новых холодильных установок.

Свойства углеводородов

Тип хладагента	Углеводороды	
	R290	R600a
Хладагент	Пропан	Изобутан
Общепринятое название	природный	природный
Природа хладагента	0	0
Потенциал разрушения озонового слоя	3	3
Потенциал глобального потепления	97	135
Критическая температура, °C	4,2	3,6
Критическое давление, МПа	+	+
Горючесть	-	-
Токсичность	1,4	0,6
Относительная объемная холодопроизводительность		

Глава 12. Пайка трубопроводов холодильной системы

12.1 Общие сведения

Пайка осуществляется при температуре выше 425°C , но ниже температуры плавления соединяемых металлов. Она происходит за счет поверхностных сил адгезии между расплавленным припоем и нагретыми поверхностями основных металлов. Припой распределяется в соединении под действием капиллярных сил. Нельзя путать пайку твердым припоем с пайкой мягким припоем, хотя операции очень близки. Соединение металлов при пайке мягким припоем происходит при температуре ниже 425°C . При пайке латуни или бронзы используют флюс для предотвращения образования окисного покрытия на основных металлах. При пайке меди и медных соединений, медно-фосфорные припои являются самофлюсующимися.

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

Серебряные припои.

Эти припои применяют для пайки цветных металлов, меди и сплавов на медной основе, за исключением алюминия и магния, для пайки, которых необходим флюс. Необходимо принимать тщательные меры предосторожности при использовании низкотемпературного медного припоя, содержащего кадмий, в связи с отравляющим воздействием паров кадмия. В большинстве случаев пайку соединений осуществляют при помощи нескольких марок припоев. Сплав с содержанием серебра 15% - это медно-фосфорный припой, а сплав с содержанием серебра 45% - это серебряный припой.

12.2 Пайка

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

3.1.1. Уменьшающееся пламя горелки указывает на избыточное количество газообразного топлива в газовой смеси, которое превышает содержание кислорода (рис. 1).



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

Незначительно уменьшающееся пламя нагревает и очищает поверхность металла для операции пайки быстрее и лучше. Сбалансированная газовая смесь содержит равное количество кислорода и газообразного топлива, в результате чего пламя нагревает металл, не оказывая другого воздействия (рис. 2).



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

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



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

Необходимым условием надежной пайки является чистота поверхности. Перед операцией пайки очищают соединяемые металлические поверхности от грязи без абразивными губками. (Использование абразивных материалов для зачистки строго воспрещено!). Необходимо предотвратить попадание масла, краски, грязи, смазки и алюминия на поверхность соединяемых металлов, иначе они будут препятствовать попаданию припоя в соединение, смачиванию и соединению припоя с металлическими поверхностями.

Пайка без использования фитингов.

При соединении двух труб одного диаметра в системах холодного и горячего водоснабжения, а также в отопительных установках, где температура теплоносителя не превышает 110С, можно обойтись без фитинга. С помощью специального приспособления – экспандера – окончание одной из соединяемых труб можно самостоятельно расширить для капиллярной пайки. Такая операция возможна при работе с мягкой или отожженной медью.

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

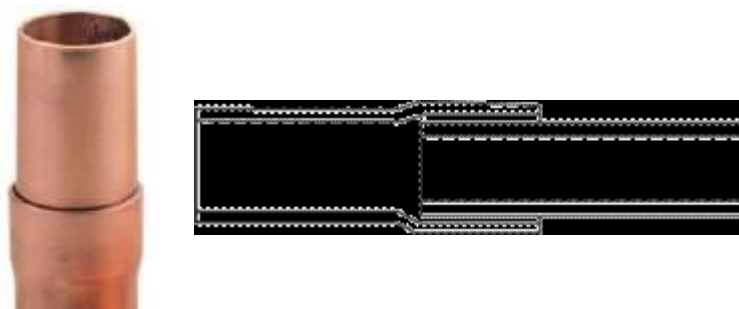


Рис. 4. Установка соединяемых пайкой труб

Соединяемые трубы, нагревают равномерно по всей окружности и длине соединения. Обе трубы нагревают пламенем горелки в месте соединения, равномерно распределяя теплоту (рис. 5). При этом сам припой нагревать не следует. Соединение не должно быть нагрето до температуры плавления металла, из которого изготовлены трубы. Применяют горелку соответствующего размера с несколько уменьшающимся пламенем. Перегрев соединения

усиливает взаимодействие основного металла с припоем (то есть усиливает образование химических соединений). В итоге, такое взаимодействие отрицательно влияет на срок службы соединения (рис. 6).

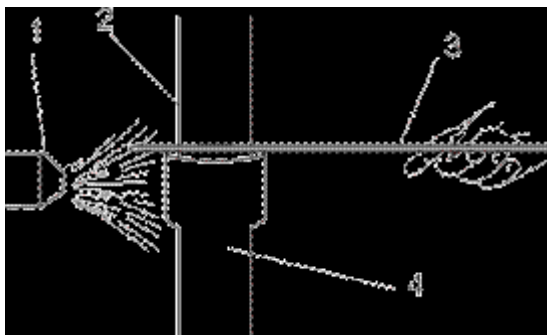
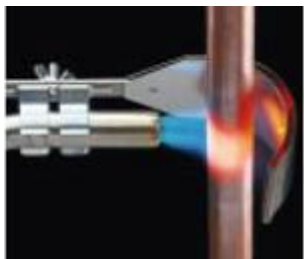


Рис. 5. Размещение горелки при пайке труб.

Рис.6

- 1- наружная труба;*
- 2 - горелка;*
- 3 - зона нагрева;*
- 4 - внутренняя труба.*

Если вводить в зону пайки припой и пламя горелки одновременно, то соединение нагреется неудовлетворительно. Внутренняя труба достаточно не прогревается, а расплавленный припой не будет затекать в зазор между соединяемыми трубами (рис. 7).



Рис. 7. Распределение припоя в соединении труб:

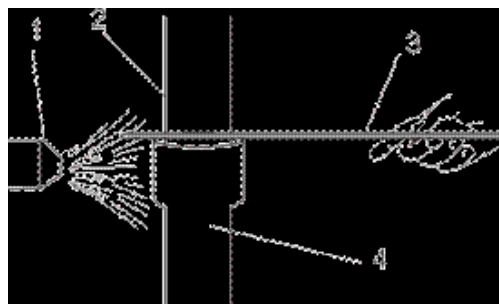
- а - внутренняя труба разогрета до температуры пайки, а наружная труба имеет более низкую температуру;*
- б - наружная труба разогрета до температуры пайки, а внутренняя труба имеет более низкую температуру;*
- в - обе трубы разогреты равномерно до температуры пайки.*

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

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

Рис. 8. Расположение горелки и прутка припоя при пайке соединения концов труб, нагретых до тусклого вишнево-красного цвета:

- 1-горелка;*
- 2-внутренняя труба;*
- 3-пруток припоя;*
- 4 - наружная труба.*



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



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

Соединение меди с латунью с помощью твердого медно-фосфорного припоя. Выполняют указанные выше операции для соединения меди с медью. Перед нагревом соединения наносят небольшое количество флюса, чтобы обеспечить смачивание припоя на поверхности латуни. По завершении операции пайки тщательно удаляют остатки флюса горячей водой и щеткой. Большинство видов флюса вызывают коррозию и должны быть полностью удалены с поверхности соединения. Соединение стали со сталью, медью, латунью или бронзой с помощью серебряного припоя. Выполняют указанные выше операции для соединения меди с медью. До нагрева, на соединение наносят флюс для последующего смачивания и перемещения расплавленного припоя в зазоры между соединяемыми деталями. Нагревают пруток припоя и затем окунают его во флюс. Припой покрывается тонким слоем флюса, что предотвращает образование окисного покрытия на его поверхности (окиси цинка). По завершении операции пайки тщательно удаляют остатки флюса.

12.3 Флюсы

Флюс поглощает определенное количество окислов. Вязкость флюса увеличивается при насыщении его окислами. Если после пайки остатки флюса не удалять, то это приведет к попаданию его в соединение и со временем может вызвать коррозию и утечку. При пайке используют минимальное количество флюса, а затем тщательно счищают его остатки после завершения данной операции. Флюс наносят вдоль поверхности, а не в соединение. Он должен попасть в соединение до припоя.

12.4 Правила пайки

Применяют несколько уменьшающееся пламя, которое создает максимальный нагрев, и очищает соединение. Металлические поверхности очищают и обезжиривают. Проверяют взаимное расположение деталей и зазоры. При пайке наносят минимальное количество флюса снаружи соединения. При пайке меди с медью при помощи медно-фосфорных припоев флюс не

требуется. Для пайки нагревают соединение равномерно до требуемой температуры. Припой наносят на соединение. Проверяют его равномерное распределение в соединении, используя для этой цели паяльную горелку. Расплавленный припой течет в сторону более нагретого места соединения. Остатки флюса тщательно удаляют после пайки. Важным моментом пайки является быстрое выполнение этой операции. Цикл нагрева должен быть коротким, и следует избегать перегрева. При пайке необходимо обеспечить соответствующую вентиляцию, так как может появиться вредный для здоровья дым (паров кадмия из припоя и фтористых соединений из флюса).

Приложение 1. Термины и определения

Существует множество широко распространенных выражений в области систем охлаждения. Мы составили список большинства этих выражений и попытались вкратце разъяснить их в алфавитном порядке.

Абсолютное давление

Давление выше абсолютной величины или абсолютного вакуума. При выражении в цифрах это означает избыточное давление плюс атмосферное давление, выраженное в барах (единица атмосферного давления).

Абсолютная (термодинамическая) температура

Температура выше отметки термодинамического нуля, при которой вся тепловая энергия отсутствует. В цифровом выражении это означает температуру Цельсия выше отметки

-273.15°C .

Абсолютная температура обычно выражается по шкале Кельвина (К).

$0\text{ К равен } = -273.15^{\circ}\text{C}$.

Абсорбция (поглощение)

Выделение одного или нескольких компонентов из смеси газов, когда газы и жидкости соприкасаются. Данный процесс характеризуется изменением физического и химического состояния этих компонентов.

Абсорбционная холодильная установка

Система, в которой сжатие хладагента достигается термическим способом. Этот процесс обычно совершается абсорбирующей текучей средой, поглощающей парообразный хладагент, уменьшающий его объем в результате изменения фазы, посредством использования небольшого насоса для повышения давления конденсации смешанной текучей среды. Далее происходит процесс перегонки хладагента из абсорбирующей жидкости нагреванием, вывод паров хладагента из конденсатора и возврат абсорбирующей жидкости в абсорбер.

Система кондиционирования воздуха

Одновременный контроль температуры, влажности, состава, движения и распределения воздуха в целях создания комфорта для человека или промышленного использования.

Испарительный конденсатор

Конденсирующее устройство, охлаждаемое посредством непрерывного испарения воды над конденсационной поверхностью.

Азеотропы

Смесь, жидких и газообразных стадий пара, которые имеют одинаковый состав при определенной температуре. Смесь может стать азеотропом только при определенной температуре. Фактически, если изменение состава азеотропа при определенной температуре небольшое, тогда смесь может рассматриваться как однокомпонентная жидкость.

Смеси

Используются для описания смесей, которые являются зетропами или близки по свойствам к азеотропам. Смеси – это химические и неоднородные соединения. Таким образом, присутствуют две или три молекулы в сравнении с одной молекулой, присутствующей в беспримесном соединении.

Рассол

Водный раствор солей, температура замерзания которого ниже чем у чистой воды. Также это любая жидкость, которая используется в системе охлаждения для теплообменного процесса.

Рассольный испаритель

Испаритель для охлаждения рассола посредством испарения первичного хладагента.

Международная система единиц – единица теплоты (калория)

Тепловая энергия, необходимая для повышения температуры одного килограмма воды до одного градуса Цельсия, означает единицу измерения, которая является достаточно точной для обычных технических вычислений.

Теплоемкость

Количество энергии тепла, необходимое для повышения температуры массы вещества до одного градуса.

Изменение состояния

Процесс перехода массы из одного состояния в другое, такой как переход из твердого состояния в жидкое состояние или с жидкого состояния в газообразное, состояние пара.

Коэффициент полезного действия (КПД)

Единица измерения эффективности холодильной системы. В цифровом выражении, количество тепла, освобождаемого из холодильной системы, разделенное работой механизма.

Компрессорная холодильная установка

Система, в которой пар хладагента сжимается механическим устройством.

Конденсатор

Сосуд или приспособление из труб, в котором теплый пар охлаждается и превращается в жидкость с удалением высокой температуры.

Теплопроводность

Когда в каком-либо веществе имеет место разница температуры, то есть переход тепла из теплого пространства в холодное до температуры выравнивания. Теплопроводность выражается в $\lambda = \text{W/mK}$. Например, полиуретановая изоляция составляет 0.017-0.027 W/mK.

Удельная проводимость

Процесс теплопередачи от молекулы к молекуле через материальное тело.

Проводимость (конвекция)

Процесс передачи тепла посредством перемещения нагретого газа, пара или жидкости.

Встречный поток (течение)

Процесс теплового обмена между двумя жидкостями, которые движутся в противоположном направлении относительно друг друга с тем, чтобы теплая часть одной жидкости соприкасалась с теплой частью другой.

Критическая точка (точка превращения)

Отметка шкалы, при которой жидкая среда и пары имеют идентичные свойства.

Критическое давление

Давление, наблюдаемое у критической точки вещества.

Критическая температура

Температура, наблюдаемая у критической точки вещества.

Степень перегрева

Разница между температурой пара при заданном давлении и температурой соответствующей насыщенности при данном давлении.

Плотность

Вес или масса, приходящаяся на единицу объема; обычно выражается в кг/м^3 .

Энергия (мощность)

Производительная способность для совершения операции. Единица измерения тепловой энергии выражается в джоулях, J, килокалориях, или кВт/ч (киловатт-час) для электроэнергии.

Энтальпия (теплосодержание)

Совокупность внутренней энергии плюс результат давления и объема. Ее частной рентабельностью является то, что энергия (тепло или другие формы) приобретается или утрачивается рабочей жидкостью при прохождении через отдельный элемент агрегата, что и является изменением теплосодержания жидкости.

Единица измерения теплосодержания выражается в кДж/кг (килоджоуль/килограмм) с заглавной буквы «I» или обычно применяется «H».

Испаритель

Составная часть (деталь) в холодильной установке, в которой жидкий хладагент поглощает тепло и превращается в пар.

Затопляемый испаритель

Испаритель, в котором поверхность теплопередачи остается всегда смоченной из-за летучего жидкого хладагента.

Тепло

Основная форма энергии, которая характеризуется ее способностью переходить из одного тела (вещества) лишь при определенной температуре на другое тело при низкой температуре. Она может проявляться как физическое тепло или скрытое тепло. Единица измерения – джоуль, J.

Теплоемкость

Энергия тепла, необходимая для стимулирования единичного изменения температуры единичной массы вещества.

Теплота конденсации

Энергия тепла, передаваемая от беспримесного пара или газа в процессе перехода в жидкое состояние при постоянной температуре или давлении.

Аппарат теплообменный

Устройство, в котором тепло передается из одной жидкости при определенной температуре в другую жидкость при низкой температуре.

Скрытое тепло

Тепловая энергия, выпускаемая или поглощаемая при изменении состояния, при постоянной температуре и давлении беспримесного вещества. Такое явление не ощутимо для человека и поэтому такое тепло называется скрытым.

Физическое тепло

Тепловая энергия, которая характеризуется изменением температуры и таким образом она ощутима.

Коэффициент теплопередачи

Количество тепла, проходящего через тело единичной длины и единицы площади поперечного сечения в единичное время, когда градиент температуры вместе с продольной величиной означают одну единицу.

Высокая сторона

Сторона системы охлаждения, которая находится под давлением конденсатора.

Лошадиная сила

Единица измерения производительности (мощности установки), где 1 л.с. равна 745.7 W (watt).

Абсолютная влажность

Вес водяного пара в смеси с удельного весом воздуха, обычно выражается формулой:

кг/пара

кг/сухого воздуха

Относительная влажность воздуха

Соотношение между парциальным давлением водяного пара в атмосфере при заданной температуре и давлением насыщения водяного пара при одинаковой температуре. Такое коэффициентное отношение не зависит от атмосферного давления.

Гидрометр (влагомер)

Прибор для измерения удельной массы или плотности жидкой среды.

Внутренняя энергия

Энергия, приобретаемая веществом или системой веществ в силу передвижения и потенциальной энергии данных молекул.

Низкая сторона

Сторона системы охлаждения, которая находится под давлением испарителя.

Температура плавления (точка плавления)

Температура, при которой твердое вещество переходит в жидкое состояние при заданном давлении.

Частичное давление

Часть суммарного давления газовой смеси, которая получается одним отдельным компонентом.

Фаза

В физическом смысле это применяется по отношению к одному из состояний вещества, таких как твердая фаза, жидкая фаза или газовая фаза.

Мощность

Временное отношение (скорость) при совершении операции, единицы измерения: лошадиная сила, л/с, киловатт, kW.

Давление

Сила, вызываемая какой-либо жидкостью на единицу площади стены сосуда. Единицы измерения: бар, Паскаль (Па), и торр (мм. ртутного столба).

Первичный (исходный) хладагент

Флюид, который используется в термодинамическом цикле для отвода тепла из пространства низкой температуры и переноса его в пространство высокой температуры.

Насыщенный пар

Пар, который находится в равновесии с жидкой фазой при расчетной температуре и давлении.

Температура насыщения

Температура, при которой жидкая фаза находится в пределах расчетной температуры и давления.

Переохлаждение

Процесс охлаждения жидкости ниже предела ее конденсационной температуры или температуры насыщения.

Сублимация (возгонка)

Прямой переход (изменение) из твердого состояния тела в парообразное состояние, минуя жидкое состояние.

Перегретый пар

Пар, температура которого превышает температуру насыщения в силу расчетного давления.

Термодинамические свойства

Взаимосвязь между температурой, давлением, удельным объемом, теплосодержанием и энтропией жидкостей при различных условиях.

Расширительный клапан

Клапан, который регулирует поток хладагента высокого давления, направляющего в испаритель.

Пар

Этот термин применяется по отношению к газу, состояние которого находится на уровне его температуры и давления насыщения. В основном, он используется для газов, состояние которых ниже отметки критической температуры.

Зеотроп/не азеотропная смесь

Смесь, которая проявляет явные переменчивые свойства в парообразных и жидких соединениях при определенной температуре. Испаряется и конденсируется в пространстве. При расчетах и модульном конструировании необходимо учесть эти свойства. Эта смесь также называется «ширококипящей смесью».

Приложение 2. Таблицы обращения

Энергия, работа, тепло

Джоуль Nm.Ws	Киловатт-час	кpm	Килокалория	hkh метрическая лошадиная сила/час	ft-lb (фуго-фунт)	БТЕ (британская тепловая единица)
1	$0,277\ 778 \cdot 10^{-6}$	0,101 972	$0,238846 \cdot 10^{-3}$	$0,377\ 673 \cdot 10^{-6}$	0,737 562	$0,947\ 817 \cdot 10^{-3}$
$3,6 \cdot 10^6$	1	$0,367\ 098 \cdot 10^6$	859,845	1,359 62	$2,655\ 22 \cdot 10^6$	$3,412\ 14 \cdot 10^3$
9,806 65	$2,724\ 07 \cdot 10^{-6}$	1	$2,342\ 28 \cdot 10^{-3}$	$3,703\ 70 \cdot 10^{-6}$	7,233 01	$9,294\ 91 \cdot 10^{-3}$
$4,186\ 8 \cdot 10^3$	$1,163 \cdot 10^{-3}$	426,935	1	$1,581\ 24 \cdot 10^{-3}$	$3,088\ 03 \cdot 10^3$	3,968 32
$2,647795\ 5 \cdot 10^6$	0,735 499	$0,27 \cdot 10^6$	632,415	1	$1,952\ 91 \cdot 10^6$	$2,509\ 63 \cdot 10^3$
1,355 82	$0,376\ 616 \cdot 10^{-6}$	0,138 255	$0,323\ 832 \cdot 10^{-3}$	$0,512\ 055 \cdot 10^{-6}$	1	$1,285\ 07 \cdot 10^{-3}$
$1,055\ 06 \cdot 10^3$	$0,293\ 071 \cdot 10^{-3}$	107,586	0,251 996	$0,398\ 466 \cdot 10^{-3}$	778,169	1

Мощность

Ватт Nm/сек, джоуль/сек	кpm/сек	Кило- калория/сек	Кило- калория/ час	hk метри- ческая лошадиная сила	Л.с. (Англия, США) лошадиная сила	ft-lb/s фуго- фунт/сек	БТЕ/час
1	0,101 972	$0,238\ 846 \cdot 10^{-3}$	0,859 845	$1,359\ 62 \cdot 10^{-3}$	$1,341\ 02 \cdot 10^{-3}$	0,737 562	3,412 14
9,806 65	1	$2,342\ 28 \cdot 10^{-3}$	8,432 20	$13,333\ 3 \cdot 10^{-3}$	$13,150\ 9 \cdot 10^{-3}$	7,233 01	33,461 7
$4,186\ 8 \cdot 10^3$	426,935	1	$3,6 \cdot 10^3$	5,692 46	5,614 59	$3,088\ 03 \cdot 10^3$	$14,286\ 0 \cdot 10^3$
1,163	0,118 593	$0,277\ 778 \cdot 10^{-3}$	1	$1,581\ 24 \cdot 10^{-3}$	$1,559\ 61 \cdot 10^{-3}$	0,857 785	3,968 32
735,499	75	0,175 671	632,415	1	0,986 320	542,476	$2,509\ 63 \cdot 10^3$
745,700	76,040 2	0,178 107	641,186	1,013 87	1	550	$2,544\ 43 \cdot 10^3$
1,355 82	0,138 255	$0,323\ 832 \cdot 10^{-3}$	1,165 79	$1,843\ 40 \cdot 10^{-3}$	$1,818\ 18 \cdot 10^{-3}$	1	4,62624
0,293 071	$29,884\ 9 \cdot 10^{-3}$	$69,998\ 8 \cdot 10^{-6}$	0,251 996	$0,398\ 467 \cdot 10^{-3}$	$0,393\ 015 \cdot 10^{-3}$	0,216 158	1

Давление, напряжение, нагрузка

N/m ² Па	бар	кр/см ² при	кр/мм ²	Торр	атм. (нормальная атмосфера)	lb/in ² фунт на квадратный дюйм
1	10 ⁻⁶	10,197 2 · 10 ⁻⁶	0,101 972 · 10 ⁻⁶	7,500 62 · 10 ⁻³	9,869 23 · 10 ⁻⁶	0,145 038 · 10 ⁻³
100 · 10 ³	1	1,019 72	10,197 2 · 10 ⁻³	750,062	0,986 923	14,503 8
98,066 5 · 10 ³	0,980 665	1	10 · 10 ⁻³	735,559	0,967 841	14,223 3
9,806 65 · 10 ⁶	98,066 5	100	1	73,555 9 · 10 ³	96,784 1	1,422 33 · 10 ³
133,322	1,333 22 · 10 ⁻³	1,359 51 · 10 ⁻³	13,595 1 · 10 ⁻⁶	1	1,315 79 · 10 ⁻³	19,336 8 · 10 ⁻³
101,325 · 10 ³	1,013 25	1,033 23	10,332 3 · 10 ⁻³	760	1	14,695 9
6,894 76 · 10 ³	68,947 6 · 10 ⁻³	70,307 0 · 10 ⁻³	0,703 070 · 10 ⁻³	51,714 9	68,046 0 · 10 ⁻³	1

Плотность

кг/м ³	г/см ³	фунт/дюйм ³	фунт/фут ³
1	10 ⁻³	36,127 3 · 10 ⁻⁶	62,428 0 · 10 ⁻³
10 ³	1	36,127 3 · 10 ⁻³	62,428 0
27,679 9 · 10 ³	27,679 9	1	1,728 · 10 ³
16,018 5	16,018 5 · 10 ⁻³	0,578 704 · 10 ⁻³	1

Динамическая вязкость

Ns/m ² кг/сек м	Н сек/мм ²	Р (баланс)	сР (калор. баланс)
1	10 ⁻⁶	10	10 ³
10 ⁶	1	10 · 10 ⁶	10 ⁹
0,1	0,1 · 10 ⁻⁶	1	100
10 ⁻³	10 ⁻⁹	10 · 10 ⁻³	1

Скорость

м/сек	км/час	фут/сек	миля/час	кп (кнуп)	м ² /сек	St (стоке)	мм ² /сек калор.ст.
1	3,6	3,280 84	2,236 94 0,621	1,943 84 0,539	1	10 · 10 ³	10 ⁶
0,277 778	1	0,911 344	371	957	10 ⁻⁶	10 · 10 ⁻³	1
0,304 8	1,097 28	1	0,681 818	0,592 484	0,1 · 10 ⁻³	1	100
0,447 04 0,514 444	1,609 344	1,466 67	1	0,868 976			
	1,852	1,687 81	1,150 78	1			

Кинематическая вязкость

Линейная мера

Метр	Дюйм	Фут	Ярд	Миля	Морская миля
1	39,370 1	3,280 84	1,093 61	$0,621\ 371 \cdot 10^{-3}$	$0,539\ 957 \cdot 10^{-3}$
$25,4 \cdot 10^{-3}$	1	$83,333\ 3 \cdot 10^{-3}$	$27,777\ 8 \cdot 10^{-3}$	$15,782\ 8 \cdot 10^{-6}$	$13,714\ 9 \cdot 10^{-6}$
0,304 8	12	1	0,333 333	$0,189\ 394 \cdot 10^{-3}$	$0,164\ 579 \cdot 10^{-3}$
0,914 4	36	3	1	$0,568\ 182 \cdot 10^{-3}$	$0,493\ 737 \cdot 10^{-3}$
$1,609\ 344 \cdot 10^3$	$63,36 \cdot 10^3$	$5,28 \cdot 10^3$	$1,76 \cdot 10^3$	1	0,868 976
$1,852 \cdot 10^3$	$72,913\ 4 \cdot 10^3$	$6,076\ 12 \cdot 10^3$	$2,025\ 37 \cdot 10^3$	1,15078	1

Мера площади

м ²	дюйм ²	фут ²	ярд ²	акр	квадрат. миля
1	$1,550\ 00 \cdot 10^3$	10,763 9	1,195 99	$0,247\ 105 \cdot 10^{-3}$	$0,386\ 102 \cdot 10^{-6}$
$0,645\ 16 \cdot 10^{-3}$	1	$6,944\ 44 \cdot 10^{-3}$	$0,771\ 605 \cdot 10^{-3}$	$0,159\ 421 \cdot 10^{-6}$	$0,249\ 098 \cdot 10^{-9}$
$92,903\ 0 \cdot 10^{-3}$	144	1	0,111 111	$22,956\ 9 \cdot 10^{-6}$	$35,870\ 1 \cdot 10^{-9}$
0,836 127	$1,296 \cdot 10^3$	9	1	$0,206\ 612 \cdot 10^{-3}$	$0,322\ 831 \cdot 10^{-6}$
$4,046\ 86 \cdot 10^3$	$6,272\ 64 \cdot 10^6$	$43,56 \cdot 10^3$	$4,84 \cdot 10^3$	1	$1,562\ 5 \cdot 10^{-3}$
$2,589\ 99 \cdot 10^6$	$4,014\ 49 \cdot 10^9$	$27,878\ 4 \cdot 10^6$	$3,097\ 6 \cdot 10^6$	640	1

Мера объема

м ³	дюйм ³	фут ³	ярд ³	галлон (анг.)	галлон (амер.)
1	$61,023\ 7 \cdot 10^3$	35,314 7	1,307 95	219,969	264,172
$16,387\ 1 \cdot 10^{-6}$	1	$0,578\ 704 \cdot 10^{-3}$	$21,433\ 5 \cdot 10^{-6}$	$3,604\ 65 \cdot 10^{-3}$	$4,329\ 00 \cdot 10^{-3}$
$28,316\ 8 \cdot 10^{-3}$	$1,728 \cdot 10^3$	1	$37,037\ 0 \cdot 10^{-3}$	6,228 84	7,480 52
0,764 555	$46,656 \cdot 10^3$	27	1	168,178	201,974
$4,546\ 09 \cdot 10^{-3}$	277,420	0,160 544	$5,946\ 06 \cdot 10^{-3}$	1	1,200 95
$3,785\ 41 \cdot 10^{-3}$	231	0,133 681	$4,951\ 13 \cdot 10^{-3}$	0,832 675	1

Сила**Момент**

N	дина	кр (килопонд)	фунт	Nm	кpm	фунт-дюйм	фунт-фут
1	$0,1 \cdot 10^6$	0,101 972	0,224 809	1	0,101 972	8,850 75	0,737 562
$10 \cdot 10^{-6}$	1	$1,019 72 \cdot 10^{-6}$	$2,248 09 \cdot 10^{-6}$	9,806 65	1	86,796 2	7,233 01
9,806 65	$0,980 665 \cdot 10^6$	1	2,204 62	0,112 985	$11,521 2 \cdot 10^{-3}$	1	$83,333 3 \cdot 10^{-3}$
4,448 22	$0,444 822 \cdot 10^6$	0,453 592	1	1,355 82	0,138 255	12	1

Масса

кг	фунт	унция	центнер	тонна (анг.)	короткий центнер (амер.)	короткая тонна (амер.)
1	2,20462	35,274 0	$19,684 1 \cdot 10^{-3}$	$0,984 207 \cdot 10^{-3}$	$22,046 2 \cdot 10^{-3}$	$1,102 31 \cdot 10^{-3}$
0,453 592 37	1	16	$8,928 57 \cdot 10^{-3}$	$0,446 429 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$
$28,349 5 \cdot 10^{-3}$	$62,5 \cdot 10^{-3}$	1	$0,558 036 \cdot 10^{-3}$	$27,901 8 \cdot 10^{-6}$	$0,625 \cdot 10^{-3}$	$31,25 \cdot 10^{-6}$
50,802 3	112	$1,792 \cdot 10^3$	1	$50 \cdot 10^{-3}$	1,12	$56 \cdot 10^{-3}$
$1,016 05 \cdot 10^3$	$2,24 \cdot 10^3$	$35,84 \cdot 10^3$	20	1	22,4	1,12
45,359 237	100	$1,6 \cdot 10^3$	0,892 857	$44,642 9 \cdot 10^{-3}$	1	$50 \cdot 10^{-3}$
907,185	$2 \cdot 10^3$	$32 \cdot 10^3$	17,857 1	0,892 857	20	1

Приложение 3. Минимальные требования к навыкам и знаниям для сертификации специалистов холодильной отрасли

Данные требования распространяется на персонал, выполняющий следующие виды деятельности:

- 1) проверка герметичности применений, содержащих 3 кг или более ОРВ и применений, содержащих 6 кг или более ОРВ с герметическими системами, которые помечены соответствующим образом;
- 2) извлечение;
- 3) монтажно-сборочные работы;
- 4) эксплуатация или обслуживание.

Сертификация также распространяется на компании, осуществляющие следующие виды деятельности:

- 1) монтажно-сборочные работы;
- 2) эксплуатация или обслуживание.

Сертификация персонала

Персонал, занимающийся деятельностью, должен иметь сертификат, для соответствующей категории лиц. Сертификаты, подтверждающие, что их обладатель соответствует требованиям для выполнения тех или иных видов деятельности, предоставляются следующим категориям лиц (персонала):

- 1) обладатели сертификатов I категории могут осуществлять все виды деятельности;
- 2) обладатели сертификатов II категории могут осуществлять деятельность, при условии, что она не повлечет за собой нарушений в холодильной контуре, содержащем ОРВ. Обладатели сертификатов II категории могут осуществлять деятельность, связанную с оборудованием стационарного охлаждения, кондиционированием воздуха и оборудованием тепловых насосов, содержащим менее 3 кг, или, при герметичности систем, помеченных соответствующим образом, менее 6 кг ОРВ;
- 3) обладатели сертификатов III категории могут осуществлять свою деятельность, связанную с оборудованием стационарного охлаждения, кондиционированием воздуха и оборудованием тепловых насосов, содержащим менее 3 кг, или, при герметичности систем, помеченных соответствующим образом, менее 6 кг ОРВ;
- 4) обладатели сертификатов IV категории могут осуществлять свою деятельность, при условии, что это не повлечет за собой нарушений в холодильной контуре, содержащем ОРВ.

Пункт 1 данной главы не распространяется:

- 1) на персонал (максимум сроком до двух лет), осуществляющий один из видов деятельности, и проходящий учебную подготовку для получения сертификата, предусматривающего соответствующий вид деятельности, при условии, что персонал осуществляет свою деятельность под руководством лица, имеющего сертификат, который связан с данным видом деятельности;
- 2) на персонал, выполняющий спаивание или сварку частей системы или оборудования в контексте одного из видов деятельности, которая требует квалификации в соответствии с национальным законодательством для осуществления такого рода деятельности, при условии, что персонал находится под контролем лица, имеющего сертификат, связанный с данным видом деятельности;
- 3) на персонал, осуществляющий извлечение ОРВ из оборудования с зарядом ОРВ менее чем 3 кг, при условии, что эти лица работают в компании, которая имеет разрешение на завершение подготовительного курса по минимальному уровню навыков и знаний,

соответствующему категории III, подтвержденному аттестацией обладателей сертификатов.

Сертификаты персонала

Орган по сертификации, должен выдавать сертификат персоналу, прошедшему теоретический и практический экзамены, организованные органом оценки, предусматривающие минимальный уровень навыков и знаний, для соответствующей категории.

Сертификат должен содержать, по меньшей мере, следующее:

- 1) наименование органа по сертификации, полное имя обладателя сертификата, номер сертификата и дату истечения его срока (если таковая имеется);
- 2) категорию сертификации персонала, и соответствующий вид деятельности, который обладатель сертификата будет осуществлять;
- 3) дату выдачи и подпись органа.

Сертификация компании

Компании, должны иметь сертификаты, в соответствии.

Сертификаты компании

Орган по сертификации может выдать сертификат компании для осуществления одного или более видов деятельности, при условии, что выполняются следующие требования:

- 1) занятость персонала, сертифицированного на тех видах деятельности, которые требуют сертификации, в количестве, достаточном для охвата ожидаемых объемов работы;
- 2) доказательство того, что необходимые инструменты и процедуры доступны для персонала, занятого деятельностью, для которой требуется сертификация.

Сертификат должен содержать, по меньшей мере, следующее:

- 1) наименование органа по сертификации, полное имя обладателя, номер сертификата и дату истечения срока (если таковая имеется);
- 2) деятельность, которую должен выполнять обладатель сертификата;
- 3) дату выдачи и подпись органа.

Орган по сертификации

Орган по сертификации предусматривается национальным законодательством или назначается компетентным органом страны или другими органами, имеющими соответствующие полномочия, и разрешающими выдавать сертификаты для персонала и компаний, участвующих в одной или более видах деятельности.

Орган по сертификации должен быть независимым и беспристрастным в осуществлении своей деятельности.

Орган по сертификации должен устанавливать и применять процедуры выдачи, приостановления и лишения сертификата.

Орган по сертификации должен вести записи, которые позволят проверять статус сертифицированного лица или компании. Записи должны показывать, что процесс сертификации выполняется успешно. Записи должны храниться сроком как минимум пять лет.

Орган оценки

Орган оценки, назначенный компетентным органом страны или другими органами, обладающими соответствующими полномочиями, организует экзамены для персонала.

Орган по сертификации также может исполнять функции органа оценки.

Орган оценки должен быть независимым и беспристрастным в осуществлении своей деятельности.

Экзамены должны быть спланированы и структурированы таким образом, чтобы охватывать минимальный уровень навыков и знаний, изложенный в таблице ниже.

Орган оценки принимает процедуры отчетности и ведет учет документации лиц, а также общие результаты оценки.

Орган оценки должен следить за тем, чтобы экзаменаторы, назначенные для тестирования, имели знания, соответствующие методам экзамена и экзаменационные документы, а также соответствующую компетентность в данной области. Орган оценки должен также обеспечить доступ к необходимому оборудованию, инструментам и материалам для практических испытаний.

Подтверждение соответствия

Подтверждение соответствия осуществляется в соответствии с законодательством страны в области.

Заключительные положения

За нарушение требований, изготовитель, продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя, и орган по сертификации несут ответственность в соответствии с законодательством.

В случае неисполнения предписаний и решений органа государственного контроля (надзора) изготовитель, продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя, несет ответственность в соответствии с законодательством.

В случае, если в результате нарушения требований, причинен вред жизни или здоровью граждан, окружающей среде, имуществу физических или юридических лиц или возникла угроза причинения такого вреда, изготовитель, продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя обязаны возместить причиненный вред и принять меры в целях недопущения причинения вреда другим лицам, их имуществу, окружающей среде, в соответствии с действующим законодательством.

1. Экзамен для каждой категории, должен включать следующее:
 - (А) теоретический тест с одним или несколькими вопросами, тестирующий навыки и знания. Помечается в категории столбцов (Т);
 - (Б) практический тест, где заявитель должен выполнить соответствующие задания с помощью соответствующих материалов, инструментов и оборудования. Помечается в категории столбцов (П).
2. Экзамен должен охватывать каждый навык и знания групп 1, 2, 3, 4, 5 и 10.
3. Экзамен должен охватывать, по меньшей мере, один из навыков и знаний группы 6, 7, 8 и 9. Кандидат не должен заранее до экзамена знать, какие из этих четырех компонентов будут тестироваться.
4. Если есть хотя бы одно поле в столбце категорий, которое соответствует нескольким полям в столбце навыков и знаний, значит, нет необходимости тестировать все навыки и знания в течение экзамена.

		КАТЕГОРИИ			
Навыки и знания		1	2	3	4
1	Основы термодинамики				
1,01	Знание основных условных единиц МОС по отношению к температуре, давлению, массе, плотности и энергии	Т	Т	—	Т
1,02	Понимание основ теории холодильных систем: основы термодинамики (ключевые термины, параметры и процессы, такие как перегрев, высокая сторона, теплосжатие, энтальпия, холодильный эффект, низкая сторона, переохлаждение), свойств и термодинамических преобразований хладагентов, включая определения азеотропной смеси и жидкого состояния	Т	Т	—	—
1,03	Использование соответствующих таблиц и диаграмм, и их интерпретация в контексте косвенных проверок герметичности (в том числе проверка правильной работы системы): таблицы насыщения хладагента, диаграмма одного цикла сжатия хладагента	Т	Т	—	—
1,04	Описание функции основных компонентов системы (компрессор, испаритель, конденсатор, термостатический ТРВ) и термодинамических преобразований хладагента	Т	Т	—	—
1,05	Знание основных операций следующих компонентов, используемых в холодильной системе, их роль и значение для предотвращения утечки хладагента и определение: (а) клапанов (шаровые клапаны, диафрагмы, предохранительные клапаны), (б) температура и регуляторы давления, (в) смотровые стекла и индикаторы влажности, (г) контроль размораживания, (д) система защиты, (е) измерительные приборы, такие как трубопроводный термометр, (и) контроль уровня масла системы, (к) ресиверы, (л) отделители жидкости и масла	Т	—	—	—
2	Воздействие на окружающую среду хладагентов и соответствующих экологических норм				
2,01	Базовые знания об озоновом слое и изменении климата, Монреальском и Киотском протоколах	Т	Т	Т	Т
2,02	Базовые знания об озоноразрушающем потенциале и потенциале глобального потепления (ПГП), об использовании ОРВ и других веществ в качестве хладагентов, воздействие выбросов ОРВ на климат.	Т	Т	Т	Т

		КАТЕГОРИИ			
Навыки и знания		1	2	3	4
3	Проверка перед использованием, после длительного неиспользования, после технического обслуживания или ремонта (вмешательство), или во время работы				
3,01	Провести испытание опрессовкой, в целях проверки прочности системы	П	П	—	—
3,02	Провести испытание опрессовкой, в целях проверки герметичности системы				
3,03	Использование вакуумного насоса				
3,04	Эвакуировать систему для удаления воздуха и влаги в соответствии со стандартной практикой				

3,05	Заполнить данные в записи для оборудования, и заполнить отчет об одном или нескольких тестах и проверках, проводимых во время экзамена.	Т	Т	—	—
4	Проверка на герметичность				
4,01	Знать потенциальные места утечки холодильного оборудования, кондиционеров и оборудования тепловых насосов	Т	Т	—	Т
4,02	Проверка записей для оборудования до проверки на герметичность и определение соответствующей информации о любых повторяющихся вопросах или проблемных областях, которым надо уделить особое внимание	Т	Т	—	Т
4,03	Сделать визуальную и ручную проверку всей системы, стандартную проверку утечки стационарных холодильников, кондиционирования воздуха и тепловых насосов, содержащих определённые ОРВ	П	П	—	П
4,04	Провести проверку утечки системы с использованием косвенного метода и инструкции по эксплуатации системы	П	П	—	П
4,05	Использование портативных измерительных приборов, таких как наборы манометров, термометров и мультиметров для измерения Вольт/А/Ом в контексте косвенных методов для проверки утечки и интерпретации измеренных параметров	П	П	—	П
4,06	Провести проверку системы утечки	П	—	—	—
4,07	Провести проверку системы утечки, используя один из методов, который не влечет за собой нарушений в холодильном контуре	—	П	—	П
4,08	Используйте электронные устройства обнаружения утечек	П	П	—	П
4,09	Заполните данные в записях для оборудования	Т	Т	—	Т
5	Экологически-чистая обработка системы и хладагента при монтаже, эксплуатации, обслуживании и извлечении				
5,01	Подключение и отключение датчиков и шнуров с минимальными выбросами	П	П	—	—
5,02	Опустошить и заполнить баллон хладагента и в жидком и парообразном состоянии	П	П	П	—
5,03	Использовать извлекающую установку для восстановления хладагента и подключение либо отключение извлекающей установки с минимальными выбросами	П	П	П	—
5,04	Утечка газа F-загрязненного масла из системы	П	П	П	—
5,05	Определить состояние хладагента (жидкость, пар) и условия (переохлаждение, насыщение или перегрев) до заряда, чтобы обеспечить правильный способ и объем заряда. Заполнение системы хладагентом (как в жидкостной и паровой фазе) без потери хладагента	П	П	—	—
5,06	Используйте шкалы для взвешивания хладагента	П	П	П	—
5,07	Заполните записи для оборудования всей необходимой информацией о хладагенте (извлеченном или добавленном)	Т	Т	—	—
5,08	Знать требования и процедуры для обработки, хранения и транспортировки хладагента и масла	Т	Т	Т	—

6	Компоненты: монтаж, ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание поршневых, винтовых и спиральных компрессоров, одно-и двухступенчатых			
6,01	Объясните основные функции компрессора (в том числе регулирование производительности и система смазки) и риски утечки хладагента или размыкания, связанные с ним	T	T	— —
6,02	Установите компрессор правильно, включая оборудование контроля и безопасности, так, чтобы не было никакой утечки при включении системы	П	— —	— —
6,03	Настройка кнопок безопасности и контроля	П	— —	— —
6,04	Отрегулируйте всасывающие и нагнетательные клапаны			
6,05	Проверьте систему возврата масла			
6,06	Запуск и выключение компрессора и проверка надлежащих условий для работы компрессора, в том числе путем измерения во время работы компрессора	П	— —	— —
6,07	Написать отчет о состоянии компрессора, который выявляет любые проблемы в работе компрессора, который также может привести к повреждению системы и в конечном итоге к утечке хладагента	T	— —	— —
7	Компоненты: монтаж, ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание, воздухо-охлаждающих и водно-охлаждающих конденсаторов			
7,01	Объясните основные функции конденсатора и риски утечки, связанные с ним	T	T	— —
7,02	Настройка управления давлением конденсатора	П	— —	— —
7,03	Установите конденсатор надлежащим образом, в том числе, оборудование по контролю и безопасности, так, чтобы никакой утечки или размыкания не наблюдалось при вводе системы в эксплуатацию.	П	— —	— —
7,04	Настройка кнопок безопасности и контроля	П	— —	— —
7,05	Проверьте разряд и водяные шнуры			
7,06	Очистка без конденсации газов, из конденсатора, используя холодильные устройства для продувания	П	— —	— —
7,07	Запуск и выключение конденсатора и проверка хорошего рабочего состояния конденсатора, в том числе путем проведения измерений в процессе эксплуатации	П	— —	— —
7,08	Проверьте поверхность конденсатора	П	— —	— —
7,09	Написать отчет о состоянии конденсатора, который отражает любые проблемы в функционировании, что, в свою очередь, может привести к повреждению системы и в конечном итоге привести к утечке хладагента или размыканию	T	— —	— —
8	Компоненты: монтаж, ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание испарителя с воздушным и водяным охлаждением			
8,01	Объясните основы функций испарителя (включая размораживание системы), а также риски утечки, связанные с ним	T	T	— —
8,02	Регулировка контроля давления кипения испарителя	П	— —	— —

8,03	Установите испаритель, включая оборудование контроля и безопасности, так, чтобы никакой утечки или размыкания не происходило, когда система была введена в эксплуатацию	П	—	—	—
8,04	Настройка кнопок безопасности и контроля	П	—	—	—
8,05	Проверьте жидкость и всасывающие трубопроводы в правильном их положении				
8,06	Проверьте пайку трубопровода горячим газом				
8,07	Регулировка давления испарения регулирующего клапана				
8,08	Запуск и выключение испарителя и проверка хорошего рабочего состояния испарителя, в том числе путем измерения в процессе эксплуатации	П	—	—	—
8,09	Проверьте поверхность испарителя	П	—	—	—
8,10	Написать отчет о состоянии испарителя, который отражает любые проблемы в функционировании, что, в свою очередь, может привести к повреждению системы и в конечном итоге привести к утечке хладагента или его размыканию	Т	—	—	—
9	Компоненты: монтаж, ввод в эксплуатацию и обслуживание Термостатического расширительного вентиля (ТРВ) и других компонентов				
9,01	Объясните основы функционирования различных видов расширительных регуляторов (термостатические расширительные клапаны, капиллярные трубки), а также риски утечки, связанные с ними	Т	Т	—	—
9,02	Установка клапанов в правильном положении				
9,03	Регулировка механических / электронных ТРВ	П	—	—	—
9,04	Отрегулируйте механические и электронные термостаты				
9,05	Отрегулируйте давление регулируемого клапана				
9,06	Отрегулируйте механические и электронные ограничители давления				
9,07	Проверьте работу маслоотделителя	П	—	—	—
9,08	Проверьте состояние фильтра-осушителя				
9,09	Написать отчет о состоянии этих компонентов, которые выявляют любые проблемы в функционировании, что может привести к повреждению системы и в конечном итоге привести к утечке хладагента или его размыканию	Т	—	—	—
10	Трубопроводы: строительство системы трубопроводов в холодильной установке				
10,01	сварной шов, пайки и / или припой утечек соединений на металлические трубы, которые можно использовать в холодильных установках, воздушных системах кондиционирования и тепловых насосах	П	П	—	—
10,02	сделайте/ проверьте трубы и поддерживающие устройства компонентов	П	П	—	—