



МОНТАЖНЫЕ И СЕРВИСНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ХЛАДАГЕНТАМИ

БИШКЕК 2017

«Монтажные и сервисные работы при обращении с углеводородными хладагентами», – Б.: 2017. 24 с.

Пособие «Монтажные и сервисные работы при обращении с углеводородными хладагентами» посвящено вопросам, связанным с использованием углеводородов (УВ) в холодильной и климатической технике. В частности, здесь рассматривается использование УВ, их преимущества по сравнению с хладагентами, представляющими собой хлорфторуглероды, гидрохлорфторуглероды и гидрофторуглероды (как в чистом виде, так и в виде смесей), а также риски, связанные с такими свойствами УВ, как горючесть, летучесть (низкая температура кипения) и непригодность для дыхания.

В пособии описаны инструменты для безопасной работы с УВ-хладагентами. Кроме того, пособие содержит сведения и практические рекомендации, касающиеся хранения, применения и утилизации УВ-хладагентов.

Отдельный раздел посвящен переводу оборудования с ОРВ на УВ-хладагенты.

Замена озоноразрушающих и/или способствующих глобальному потеплению хладагентов углеводородами может производиться ради увеличения энергоэффективности системы, для уменьшения ущерба, наносимого окружающей среде, из-за меньшей стоимости УВ по сравнению с другими хладагентами и из-за отсутствия альтернативных решений.

Данная публикация рекомендуется специалистам холодильной отрасли занимающимся производством, монтажом, ремонтом и техническим обслуживанием холодильного оборудования.

Руководство также рекомендуется в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности «специалист холодильной отрасли».

Особенности проведения монтажных и сервисных работ при работе с углеводородными хладагентами

1. Введение

Раздел «Особенности проведения монтажных и сервисных работ при работе с углеводородными хладагентами» посвящен вопросам, связанным с использованием углеводородов (УВ) в холодильной и климатической технике. В частности, здесь рассматриваются история использования УВ, их преимущества по сравнению с хладагентами, представляющими собой хлорфторуглероды, гидрохлорфторуглероды и гидрофторуглероды (как в чистом виде, так и в виде смесей), а также риски, связанные с такими свойствами УВ, как горючесть, летучесть (низкая температура кипения) и непригодность для дыхания. Кроме того, раздел содержит сведения и практические рекомендации, касающиеся хранения, применения и утилизации УВ-хладагентов.

1.1. Углеводородные хладагенты — экологически безопасная альтернатива фторсодержащим веществам (ГХФУ, ГФУ, ГФО)

В первых парокомпрессионных холодильных и климатических системах в качестве хладагента использовались аммиак, диоксид серы, хлористого метила. Эти вещества при ненадлежащем обращении представляют серьезную опасность для человека. Квалифицированных специалистов по монтажу и обслуживанию холодильных систем не хватало, практический опыт работы с хладагентами еще не был накоплен, да и инструмент был далек от совершенства. Все это способствовало частым утечкам хладагента, что приводило к несчастным случаям. В итоге люди начали бояться домашних холодильников и выставлять их на улицу, а о том, чтобы поставить дома кондиционер, и речи быть не могло. Рынок требовал безвредного для человека хладагента. И в 1928 году нужное вещество было получено. Это был хлорфторуглерод (ХФУ), получивший коммерческое наименование «фреон». Со временем название «фреон» распространилось на все хладагенты.

Однако оказалось, что «безопасные» для человека ХФУ представляют угрозу для всей планеты. К 1970-м годам были накоплены данные, согласно которым количество поступающего на Землю ультрафиолетового излучения значительно возросло по сравнению с 1925 годом. Опасность ультрафиолета для живых организмов уже была хорошо изучена. Было достоверно установлено, что повышение интенсивности УФ-излучения негативно влияет на живые организмы, вызывая гибель растений, увеличивая восприимчивость человека к болезням, повышая риск возникновения катаракты, онкологических заболеваний, повреждения молекул ДНК.

В 1974 году американские химики Молина и Роланд предположили, что хлор, содержащийся в ХФУ, высвобождается в стратосфере под действием солнечной радиации и вступает в реакции со стратосферным озоном, разрушая тем самым озоновый слой, защищающий планету от ультрафиолетового излучения. В середине 1980-х годов эта теория была подтверждена наблюдениями, сделанными британскими метеорологами в Антарктиде.

В 1985 году была подписана Венская конвенция по веществам, разрушающим озоновый слой, а в 1987 году — Монреальский протокол к ней. Подписав протокол, страны мира приняли на себя обязательства по выводу ХФУ из обращения. В качестве переходных хладагентов предлагалось использовать гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) — вещества с меньшей озоноразрушающей способностью (выражающейся в единицах озоноразрушающего потенциала — ОРП). ГХФУ были включены в Приложение С к Монреальскому протоколу, и для них были установлены меры регулирования. Предполагалось, что использование ГХФУ будет временной мерой, в перспективе их производство и потребление также будут ликвидированы. Однако опасность ГХФУ заключается не только в их способности разрушать озоновый слой, но и в том, что они обладают высоким потенциалом глобального потепления (ПГП) и на основании этого отнесены к парниковым газам. Парниковыми газами являются и гидрофторуглероды (ГФУ), рассматривавшиеся ранее в качестве озонобезопасной замены ГХФУ, и их использование способно принести заметный вред окружающей среде.

Недавно крупнейшие химические концерны объявили о разработке принципиально нового класса веществ для применения в качестве хладагентов — гидрофторолефинов (ГФО). Однако, по сути, это те же ГФУ, но с меньшим ПГП.

В то же время природные хладагенты, такие как аммиак, вода, диоксид углерода, углеводороды, отличаются минимальным воздействием на окружающую среду, а современные технологии наряду с качественной подготовкой соответствующих специалистов и соблюдением требований безопасности позволяют свести к минимуму риск аварий и нанесения вреда здоровью людей.

При этом углеводороды обладают превосходными термодинамическими характеристиками, совместимы с медными деталями и минеральными маслами, методы их очистки аналогичны очистке R12/R22 (ХФУ-12/ГХФУ-22), эксплуатация оборудования на УВ в целом не отличается от эксплуатации систем на традиционных хладагентах, за исключением повышенных требований к безопасности.

В табл. 1 собраны некоторые характеристики различных хладагентов.

Таблица 1.1

Хладагент	ОРП	ПГП	Горючесть	Токсичность	Совместимость с материалами системы	Прочее
ХФУ R11, R12	Высокий	Высокий	Нет	Нет	Хорошая	Выводятся из обращения
ГХФУ R22, R123	Низкий	Высокий	Нет	Нет	Хорошая	Выводятся из обращения
ГФУ R134a, R410, R407	Нулевой	Высокий	Нет	Нет	Требуется другой тип масла и фильтров, возможны утечки	Чувствительны к влажности и загрязнению, планируются существенные ограничения обращения
УВ, R600a, R290	Нулевой	Очень низкий (3)	Да	Нет	Хорошая	Огнеопасные Взрывоопасные
Аммиак R717	Нулевой	Нулевой	Да	Да	Нельзя использовать с медными деталями	Токсичен, использование ограничено

Из таблицы видно, что наиболее подходящей альтернативой для замены ГХФУ и ГФУ являются углеводородные хладагенты.

1.2. Краткая история применения УВ-хладагентов

В начале XX века углеводороды активно применялись в холодильных системах. В частности, основным холодильным агентом, использовавшимся в пищевой промышленности США до 1930-х годов, был метиловый эфир. Однако с появлением негорючих ХФУ популярность УВ-хладагентов пошла на спад.

Триумфальное возвращение углеводородов в холодильную отрасль произошло в 1993 году, когда в Германии с конвейера завода DKK Scharfenstein сошла первая партия бытовых углеводородных холодильников, изготовленных по технологии GreenFreeze («Зеленый холод»). В 1997 году вклад GreenFreeze в сохранение озонового слоя и предотвращение негативных последствий изменения климата был отмечен Озоновой премией Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП). В этом же году производство холодильников по технологии GreenFreeze начали две крупнейшие китайские компании — производители бытовой техники — Kelon и Haier.

К 2003 году в мире было произведено уже более 100 млн холодильников, использующих углеводородные хладагенты.

К 2013 году почти 40 % всех бытовых холодильников в мире работали на УВ-хладагентах. Объем ежегодного производства составляет 35 млн холодильников, использующих технологию GreenFreeze. В настоящее время в большинстве бытовых холодильников Европы в качестве хладагента используется изобутан (R600a).

Кроме того, УВ активно используются в коммерческих и промышленных холодильных системах, а также в климатическом оборудовании (чиллеры с воздушным охлаждением). Пропан (R290) рассматривается как перспективный хладагент для бытовых сплит-систем. При содействии Многостороннего фонда Монреальского протокола компания Gree в Китае приступила к опытному производству таких кондиционеров. Позже выпуск подобной продукции начали другие китайские производители. Индийская компания Godrej & Boyce Mfg. Co., Ltd. также приступила к производству сплит-систем, использующих пропан.

1.3. Свойства наиболее распространенных УВ-хладагентов

В качестве хладагентов в промышленном, коммерческом и бытовом холодильном и климатическом оборудовании используются такие углеводороды, как R170 (этан, химическая формула C_2H_6), R290 (пропан, C_3H_8), R600 (бутан, C_4H_{10}), R600a (изобутан, C_4H_{10}), R1270 (пропилен, C_3H_6), а также смеси перечисленных газов (табл. 1.2)

Таблица 1.2. Наиболее распространенные УВ-хладагенты

Хладагент	Название	Точка кипения при нормальных условиях, °C
R 600a	изобутан	-11 °C
R600a/R290 [50%/50 %]	смесь изобутана и пропана	-31 °C
R 290	пропан	-42 °C
R 1270	пропилен	-48 °C
R290/R170 [94%/6 %]	смесь пропана и этана	-49 °C

В таблице 1.2. приведены значения температуры кипения УВ-хладагентов при нормальных условиях. Чем ниже эта температура, тем лучше хладагент поглощает тепло. Для сравнения: точка кипения R22 (ГХФУ) — -41 °C, R134a (ГФУ) — -26 °C, R404A (смесь ГФУ) — -46 °C.

Следует помнить, что теплопроводность УВ примерно в 1,5 раза выше, чем ГФУ, благодаря чему увеличивается теплоотдача.

Скрытая теплота УВ примерно в 2,5 раза выше, чем у ГФУ, то есть больше количество поглощенного тепла на килограмм хладагента в системе.

При этом плотность УВ-хладагентов в жидкой фазе заметно меньше плотности ХФУ, ГХФУ и ГФУ. Так, плотность смеси изобутана и пропана в пропорции 50/50 составляет 12 % от плотности R12. Это означает, что тот же объем смеси, заправленной в систему, будет весить почти в 9 раз меньше, чем при заправке ХФУ.

R600a — изобутан

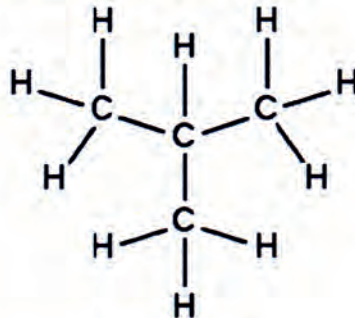


Рис. 1.1. Структурная схема молекулы изобутана

Изобутан (метилпропан, 2-метилпропан) — углеводород класса алканов, изомер нормального бутана (н-бутана). Химическая формула — $(CH_3)_3CH$. Бесцветный газ без запаха, растворяется в органических растворителях, с водой образует газовые гидраты (клатраты).

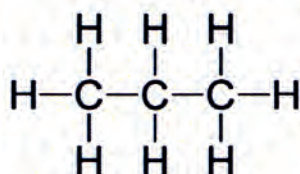
Маркировка изобутана как хладагента — R600a.

Объемная холодопроизводительность (измеряется в $кДж/м^3$) изобутана ниже, чем у R12, следовательно, для обеспечения аналогичной холодильной мощности требуются более мощные компрессоры. Основная сфера применения как хладагента — новые бытовые холодильники.

COP оборудования на R600a больше, чем у оборудования на R12.

Рабочее давление в большинстве случаев ниже атмосферного, что увеличивает риск загрязнения системы, в то же время высокая температура конденсации уменьшает вероятность утечки.

При использовании R600a уровень шума оборудования меньше, чем при использовании других хладагентов.

R290 — пропан**Рис. 1.2. Структурная схема молекулы пропана**

Пропан — углеводород класса алканов. Химическая формула C_3H_8 ($\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$). Бесцветный газ без запаха. Объемная холодопроизводительность выше, чем у R12, поэтому компрессоры для работы с ним компактнее аналогичных для R12. Кроме того, высокое рабочее давление повышает риск утечки по сравнению с системами на R12. Таким образом, R290 нельзя использовать для замены R12, однако в некоторых случаях его можно применять в качестве замены R22.

Смесь изобутана и пропана

Зеотропная смесь хладагентов (температурный гистерезис около 8 К).

Объемная холодопроизводительность аналогична ХФУ R12 и ГФУ 134а, схожи рабочие характеристики. Более низкое, чем у ХФУ R12 и ГФУ R134а, давление конденсации продлевает срок эксплуатации. В то же время COP смеси выше.

Можно использовать компрессоры, предназначенные для работы с R12 и R134а, модернизировав только электрическую часть для обеспечения безопасности. Другой тип смазки не требуется.

Таблица 1.3. УВ-хладагенты как альтернатива ХФУ, ГХФУ, ГФУ

ХФУ, ГХФУ	ГФУ	УВ-хладагент
		R600a
R12	R134a	R436A, R436B, R290/R600a
R502	R404A, R507A	R290, R1270, R433A, R433B, R433C, R290/R170
R22	R407C	R290, R1270, R433A, R433B, R433C, R290/R170
	R410A	
R13, R503	R23	R170
R11, R123	R236ea, R236fa, R245fa	R601, R601a
*Сравнение рабочего давления/рабочей температуры и холодопроизводительности		

Углеводороды, применяемые в качестве хладагентов, намного чище, чем так называемые сжиженные нефтяные газы (СНГ), используемые в качестве топлива. Так, в пропане, продающемся как СНГ, доля собственно пропана обычно не превышает 50 %, все остальное — другие углеводороды. Чистота пропана как хладагента (R290) — не менее 99,5 %.

Так как углеводороды не имеют запаха, в СНГ добавляют ароматизатор-одорант — чтобы человек, не завернувший вентиль или повредивший шланг, соединяющий газовый баллон с горелкой, сразу почувствовал утечку. В УВ-хладагенты одоранты, как правило, не добавляют, так как примеси могут повредить компрессор и засорить фильтры-осушители. В некоторых странах одорируют УВ-хладагенты для автомобильных систем кондиционирования. В таких системах используются компрессоры с открытым приводом, хладагент не контактирует с электродвигателем и, соответственно, не может его повредить.

Резюме

Углеводородные хладагенты:

- экологически безопасны: нулевой ОРП, незначительный ПГП;
- энергоэффективны;
- нельзя заменять сжиженными нефтяными газами;

- не содержат ароматизаторов;
- являются лучшей альтернативой для ХФУ и ГФУ в небольшом коммерческом и бытовом оборудовании.

2. Безопасное обращение с УВ-хладагентами

Превосходные термодинамические свойства в сочетании с экологической безопасностью делают углеводороды отличными хладагентами как для новых систем, так и для оборудования, изначально проектировавшегося для использования ГХФУ. Пожалуй, единственный существенный недостаток УВ-хладагентов — способность гореть в присутствии воздуха. Однако этот недостаток можно нивелировать за счет внедрения строгих стандартов безопасности, продуманной конструкции систем, учета сопутствующих опасностей и обучения персонала.

2.1. Меры безопасности при обращении с УВ-хладагентами и их хранении

В основе требований к безопасности хладагентов лежит их классификация, которая определяется стандартом ISO 817. Эта классификация по двум параметрам: токсичности (хронической токсичности) и горючести. Все хладагенты, согласно этому стандарту, делятся на две группы по степени токсичности и на три — по степени горючести (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Классификация безопасности хладагентов

	Низкая (хроническая) токсичность	Высокая (хроническая) токсичность
Пламя не распространяется	A1 (ГФУ)	B1
Низкая горючесть	A2	B2 (NH ₃)
Высокая горючесть	A3 (УВ)	B3

Таблица 2.2. Приблизительная температура самовозгорания хладагентов

R22	630 °C
R12	750 °C
R134a	740 °C
R290	465 °C
R600a	470 °C
Масло	222 °C
ГФУ 1234yf	405 °C

Таблица 2.3. Характеристики безопасности хладагентов

Обозначение	Название	Химическая формула	Классификация по безопасности	ОРП	ПГП
R11	Трихлорфторметан	CCl ₃ F	A1	1	3800
R12	Дихлорфторметан	CCl ₂ F ₂	A1	1	8100
R22	Хлордифторметан	CHClF ₂	A1	0,055	1500
R134a	1,1,1,2-тетрафторметан	CH ₂ FCF ₃	A1	0	1300
R152a	1,1-дифторэтан	CH ₃ CHF ₂	A2	0	140
R507	R125/R143a [50/50]		A1	0	3300
R717	Аммиак	NH ₃	B2	0	0
R744	Углекислый газ	CO ₂	A1	0	1
R290	Пропан	CH ₃ CH ₂ CH ₃	A3	0	3
R600a	Изобутан	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	A3	0	3

Следует отметить, что практически все хладагенты горючи (табл. 2.2). При этом при сгорании хлор- и фторсодержащих хладагентов образуются ядовитые вещества, при сгорании же углеводородов образуются углекислый газ и водяной пар.

Кроме того, УВ-хладагенты воспламеняются лишь при определенной концентрации (от 2 до 10 %). Параметры, определяющие горючесть УВ-хладагентов, приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

	R290 (пропан)	R600a (изобутан)
Практический предел концентрации, г/м ³	8	8
Нижний предел воспламеняемости (НПВ), г/м ³	38	43
Нижний предел воспламеняемости (НПВ), %	2,1	1,8
Верхний предел воспламеняемости (НПВ), г/м ³	171	202
Верхний предел воспламеняемости (НПВ), %	9,5	8,5
Температура во-горания	470°C	460°C

Если концентрация УВ ниже нижнего предела воспламеняемости, то в воздухе недостаточно углеводорода для возгорания, если выше верхнего предела — то недостаточно кислорода для поддержания горения. Например, если концентрация R600a в атмосфере менее 1,8 %, для воспламенения недостаточно топлива, если концентрация более 8,5 % — недостаточно содержащегося в воздухе кислорода.

ВАЖНО! Из соображений безопасности в замкнутом помещении не должен превышать **практический предел концентрации углеводородных хладагентов, составляющий 8 г/м³.**

То есть если вес хладагента, заправленного в систему (например, в бытовой холодильник), составляет 64 г, то минимальный объем помещения, в котором этот холодильник может быть установлен, $64/8=8 \text{ м}^3$. При высоте потолков 2,5 м минимальная площадь помещения — $3,2 \text{ м}^2$.

При работе с горючими хладагентами необходимо помнить о существовании зон временного наличия пожароопасных концентраций, к которым относятся места возможной утечки хладагента, в частности, во время извлечения УВ, заполнения системы и т.п. Как правило, это места соединения гибких шлангов (рис. 2.1).

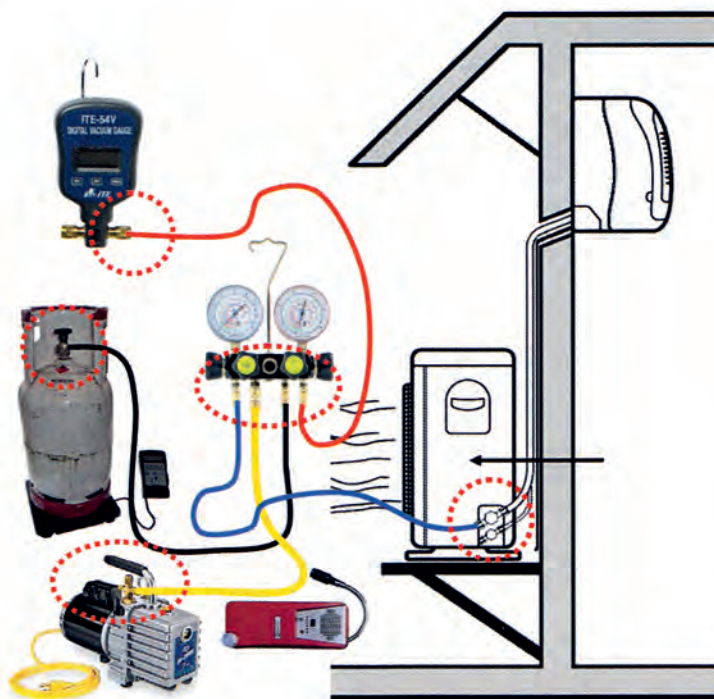


Рис. 2.1. Зоны временного наличия пожароопасных концентраций УВ (обведены пунктиром)

Для возгорания помимо определенной концентрации УВ в воздухе, необходим источник возгорания с температурой выше 430 °С. Такими источниками могут быть открытое пламя, электрическая искра, разряд статического электричества.

Опасность представляют:

- *выключатели освещения и розетки;*
- *некоторые реле и предохранители (термостаты);*
- *контакты и большинство двухпозиционных выключателей;*
- *стартеры ламп дневного света (пуско-регулирующая аппаратура);*
- *большинство датчиков давления (ВД, НД, масла);*
- *таймеры, например, разморозки;*
- *термостаты;*
- *некоторые ТЭН оттаивания;*
- *оборудование для пайки;*
- *некоторые электронные течеискатели;*
- *негерметизированные переключатели, например, на вакуумных насосах;*
- *генераторы.*

Безопасны:

- *большинство вентиляторных электродвигателей (асинхронных);*
- *электрические конденсаторы;*
- *герметизированные или полупроводниковые переключатели.*

Помимо горючести опасность для человека представляет и то, что УВ (как и ХФУ, ГХФУ и ГФУ) непригодны для дыхания (являются асфиксантами). При этом УВ-хладагенты тяжелее воздуха, бесцветны и не имеют запаха.

Поэтому очень важно обеспечить вентилирование рабочего места. Особенно, если хладагент используется ниже уровня земли (в подвалах, шахтах, котлованах).

Следует избегать прямого контакта с жидким хладагентом. Температура испарения смеси УВ при атмосферном давлении составляет –31,5 °С. Хладагент может повредить кожу, глаза и дыхательные пути. Для работы с хладагентом необходимы защитная одежда, перчатки и очки.

Хотя, как сказано выше, УВ-хладагенты — не СНГ, правила хранения цилиндров для них общие.

Нельзя:

- *удалять маркировку;*
- *подвергать воздействию пламени;*
- *изменять конструкцию.*

Нужно:

- *хранить и использовать в сухом вентилируемом помещении, в котором нет источников возгорания;*
- *большие цилиндры перевозить на тележке;*
- *беречь клапаны.*

Правила транспортировки сжиженных газов автомобильным транспортом разработаны в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 апреля 1994 г. № 372.

Ниже приводятся выдержки из этого документа:

«6.2. Газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением»

6.2.1. Перевозка сжатых, сжиженных и растворенных под давлением газов производится согласно требованиям настоящих Правил, «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденных Госгортехнадзором СССР 27.11.87, «Временных правил перевозки сжиженного природного газа автомобильным транспортом», «Правил безопасности в газовом хозяйстве», утвержденных Госгортехнадзором СССР 26.06.79, а также «Технических условий на газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания» (ТУ-51-03–03.85).

6.2.2. Перевозка баллонов со сжатыми и сжиженными газами допускается при полной исправности баллонов и их арматуры, заглушек, а также при наличии на баллонах: четких надписей определенной окраски (Приложение 7.9); предохранительного колпака; знаков опасности (Приложение 7.8).

6.2.3. Наполнение баллонов газами производится до установленной нормы, о чем делается пометка в товарно-транспортной накладной «Баллоны наполнены не выше установленной нормы», а также делается запись: «Баллоны проверены на герметичность, утечек газа нет».

6.2.4. На бортовых автомобилях баллоны со сжатым и сжиженным газом перевозятся: в горизонтальном положении на специальных деревянных подкладках с вырезанными гнездами по размеру диаметров баллонов, вентилями внутрь кузова; в вертикальном положении — с установленными на баллонах кольцами, изготовленными из резины или веревки диаметром не менее 25 мм для предохранения от ударов. Предельная загрузка автомобилей устанавливается в зависимости от категории дорог.

6.2.5. При перевозке баллонов с газом в летнее время они должны укрываться брезентом в целях защиты от нагрева солнечными лучами, кроме того, на бортовые автомобили должны быть установлены два углекислотных или порошковых огнетушителя, в переднем углу левого борта — красный флажок».

Хранение цилиндров с УГ-хладагентами осуществляется в соответствии с ПБ 03–110–96 «Правила безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением» и ПБ 03–576–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

При хранении на улице цилиндры помещают в закрытую клетку на уровне земли, в удалении от воздухозаборников здания и как можно дальше от источников возгорания. Курение поблизости запрещено.

Если организовать хранение цилиндров вне помещения не представляется возможным, можно хранить их в помещении. При этом место хранения следует располагать на уровне пола, без препятствий для осмотра и обслуживания. При этом доступ к баллонам должен быть ограничен. Место следует оборудовать детектором утечки газа. Курить поблизости строго запрещается.

2.2. Инструменты для безопасного обслуживания оборудования с УВ-хладагентами

Для обслуживания систем с УВ-хладагентами подходит большая часть стандартных инструментов.

Для выпуска хладагента можно использовать **зажимные прокалывающие клещи (клапаны)**. Они не обеспечивают достаточной герметичности и потому не могут применяться для откачивания хладагента из системы или закачивания в нее.

Отводные клапаны могут использоваться как для выпуска хладагента, так и для откачивания хладагента из системы и закачивания в нее. Это более предпочтительный вариант, чем зажимы.

Использование **муфт Lokring** позволяет выполнить герметизацию системы без пайки. Для этого необходимы специализированные инструменты, фурнитура и герметизирующая мастика (рис. 2.2).

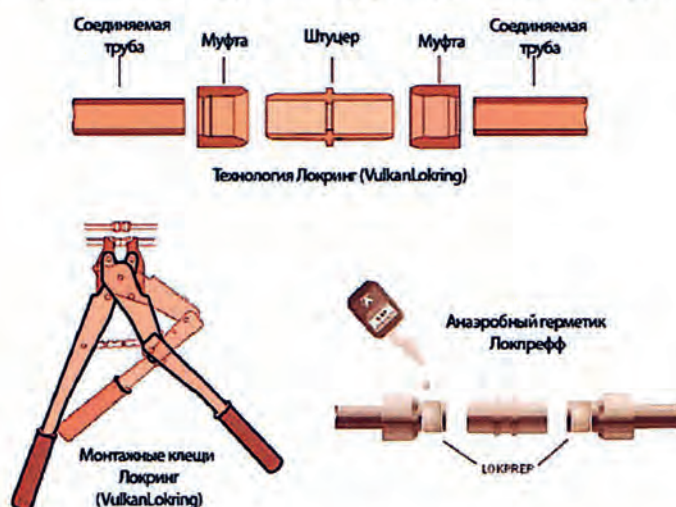


Рис. 2.3. Технология Lokring

Для герметизации системы можно также использовать **клапан Шредера** (подобие автомобильного или велосипедного ниппеля). В сочетании с зажимными прокалывающими клещами это наиболее простой вариант.

При работе с УВ можно использовать обычный манометр. Во избежание взаимного загрязнения трубы перед заполнением хладагентом должны быть очищены или вакуумированы.

Температурная шкала обычно рассчитана на использование ХФУ, ГХФУ и ГФУ и неприменима для УВ.

Для уменьшения количества используемого УВ и более точного заполнения системы следует использовать как можно более короткие трубы.

На рис. 2.4. представлен стандартный 4-вентильный комплект манометра коллектора для R600a, R290, R22.



Рис. 2.4.

Лучшим способом обнаружения утечки УВ является использование мыльной воды или специального спрея. Кстати, стоит заметить, что в большинстве спреев для обнаружения утечек (как и в большинстве аэрозолей) в качестве пропеллента используются УВ.

Можно использовать и электронный течеискатель, однако перед этим следует убедиться, что он пригоден для использования с УВ. Большинство стандартных электронных датчиков снабжены искрогасителем или диодом накала, которые могут стать причиной воспламенения УВ-хладагента. Кроме того, многие электронные течеискатели недостаточно точно определяют наличие УВ.

При работе с УВ-хладагентами можно использовать ультразвуковой течеискатель (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Ультразвуковой течеискатель

Устройства этого типа обнаруживают звук выходящего из системы хладагента или проникающего внутрь воздуха.

При обслуживании, хранении и перевозке УВ используются порошковые (как правило, маркируются синей полосой) или углекислотные огнетушители с массой заряда 2 кг.

При работе с УВ используются те же стандартные средства индивидуальной защиты, применяемые при работе с другими хладагентами.

Не следует использовать перчатки из латекса (хирургические), а также из хлопка или замши. Лучший материал — резина. Перчатки должны подходить по размеру.

Защитные очки должны быть ударопрочными и защищать не только глаза, но и область вокруг них (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Очки для работы с хладагентом

2.3. Безопасное обслуживание систем с УВ-хладагентами: заправка, сервисное обслуживание, утилизация

Во время выпуска или загрузки углеводородного хладагента необходимо обеспечить хорошую вентиляцию, например, открыть двери и окна. В радиусе 2 м вокруг рабочей зоны не должно быть: паяльных ламп или других источников пламени, курящих людей, электрических деталей, объектов с температурой выше 460 °С. Обязательно наличие порошкового или углекислотного огнетушителя!

Краткое содержание сервисных работ

Сервисное обслуживание (устранение утечек, замена детали — например, компрессора) производится в соответствии со следующим алгоритмом:

- обнаружение утечек;
- выпуск хладагента в атмосферу с соблюдением норм техники безопасности;
- извлечение хладагента с соблюдением норм техники безопасности;
- промывка системы осушенным азотом;
- определение места утечки и ее устранение/замена детали;
- проверка давления;
- вакуумизация системы;
- заполнение системы хладагентом;
- герметизация системы (пайка, муфты Lokring).

Проверка герметичности системы

При неисправности системы техник должен в первую очередь проверить систему на отсутствие утечек. Если система под давлением, то лучшим способом обнаружения утечек является использование мыльной воды или специального спрея.

Проверка стороны высокого давления (конденсации) производится во время работы системы. Проверка стороны низкого давления (испарения) производится во время простоя системы. Проверка стороны низкого давления (испарения) простаивающей системы особенно важна, если в качестве хладагента используется R600a.

Безопасный выпуск УВ в атмосферу

Если масса загруженного в систему УВ-хладагента не превышает 150 г. то его можно не извлекать, а выпустить в атмосферу.

При этом выпуск хладагента осуществляется не ближе 2 м от здания, выше уровня земли, как можно дальше от сточных труб, подвалов и т.д., в зоне, где есть движение воздуха. В месте выпуска устанавливается знак «Горючий газ».

Чтобы выпустить хладагент на безопасном расстоянии от здания, используют длинный шланг. Нельзя выпускать хладагент там, где он может попасть внутрь здания, или в сточные трубы.

Если оборудование установлено на открытом воздухе (например, мобильный холодильник для мороженого), то для выпуска УВ можно просто разрезать трубопровод.

В противном случае хладагент выпускают, присоединив к трубопроводу отводной клапан или используя зажимные прокалывающие клещи. Порядок действий в этом случае таков:

- присоединить гибкий шланг к клещам (клапану);
- проверить герметичность (если зажимные прокалывающие клещи не обеспечивают требуемую герметичность, УВ просочится в рабочую зону, вместо того чтобы выйти наружу через шланг);
- отрегулировать клещи по размеру трубы;
- вывести свободный конец шланга на улицу;
- проколоть трубу.

Если вес УВ-хладагента превышает 150 г, то его извлекают из системы таким же образом, как ХФУ и ГФУ.

Аппарат для извлечения хладагента должен быть предназначен для работы с УВ, то есть у него не должно быть негерметизированных электрических деталей, например, двухпозиционных переключателей, реле высокого или низкого давления, реле компрессора или устройств защиты от перегрузки. Эти детали должны быть герметизированными или полупроводниковыми.

Следует избегать переполнения цилиндра для извлеченного хладагента. Так как на таких цилиндрах редко бывает обозначен допустимый вес УВ, можно умножить обозначенный вес ХФУ или ГФУ на 0,4 (или 40 %). Полученное число будет весом УВ, который можно загрузить в цилиндр.

Вакуумизация системы

Для вакуумизации системы всасывающее отверстие вакуумного насоса при помощи шланга соединяют зажимными прокалывающими клещами или отводным клапаном; выпускное отверстие насоса соединяется со шлангом для удаления хладагента, свободный конец шланга выводится наружу (рис. 2.7).



Рис. 2.7.

Важно! Выключатель стандартного вакуумного насоса является возможным источником возгорания. У некоторых вакуумных насосов выключатели герметизированы, однако безопасное использование стандартного насоса возможно только при соблюдении следующих указаний:

- повернуть выключатель насоса в положение «ВКЛ»;
- подсоединить удлинительный кабель длиной не менее 2 м;
- подключить кабель к розетке на расстоянии не менее 2 м от зоны работы с УВ;
- включить насос при помощи удаленной розетки.

Промывка системы

Для полного удаления хладагента из системы цилиндр с осушенным азотом (с регулятором давления) при помощи шланга присоединяют к зажимным прокалывающим клещам на трубе системы, отсоединяют фильтр-осушитель и промывают систему осушенным азотом.

Замена деталей

Герметизированные или полупроводниковые электрические детали заменяют такими же. Не следует использовать негерметизированные детали, так как они являются источниками возгорания. Если электрические детали установлены в герметичных распределительных ящиках, после замены деталей необходимо восстановить герметичность.

Электрические детали не следует перемещать.

При замене компрессоров следует учитывать, что R290 производительнее, чем R12 и R134a, но менее производительный, чем R404A и R407C. Производительность R600a намного ниже. Следовательно, для обеспечения нормальной холодопроизводительности тип компрессора следует выбирать в зависимости от типа используемого УВ. При необходимости УВ-компрессор оснащается герметизированными полупроводниковыми пусковым реле или предохранителем. Использование компрессора с негерметизированными деталями представляет опасность возгорания в случае утечки.

Распайка трубопровода производится после выпуска (извлечения) УВ и промывки системы осушенным азотом. Соединения заново спаиваются с осторожностью и в хорошо проветриваемом помещении. Медные или стальные соединения и концы труб зачищаются щеткой.

Для соединения труб по технологии Lokring трубопровод разрезается (использовать труборез, а не ножовку), после чего производится соединение при помощи муфты Lokring.

Перед разрезанием трубопровода необходимо выпустить хладагент из системы. Благодаря использованию муфт Lokring исчезает необходимость пайки. Однако этот способ довольно затратен и требует контроля герметичности соединений и уплотнений.

Испытания на прочность и герметичность

Для испытаний используется осушенный азот без примеси кислорода. Рекомендуемое давление на выходе регулятора на цилиндре с азотом — 40 бар (580 фунтов на кв. дюйм).

Давление медленно повышают до:

- 20 бар, или 290 фунтов на кв. дюйм, для R290;
- 7,5 бара, или 109 фунтов на кв. дюйм, для R600a;
- 14 бар, или 203 фунта на кв. дюйм, для смеси УВ.
- Для бытового оборудования максимальное тестовое давление составляет 10 бар, или 145 фунтов на кв. дюйм.

После чего герметичность системы проверяют при помощи мыльной воды или специального пенного спрея. Затем осторожно удаляют азот.

Заполнение системы УВ-хладагентом

Для заполнения системы рекомендуется использовать короткие шланги, так как в них после загрузки хладагента остается меньшее количество УВ. Это особенно важно, если хладагент из шлангов не всасывается в систему после закрытия клапана цилиндра.

Перед заполнением шланги продувают или опорожняют. Для продувки рекомендуется придерживаться следующего порядка действий (после подключения шлангов):

- медленно открыть вентиль цилиндра;
- закрыть его после заполнения шлангов;
- тщательно продуть шланги;
- снова открыть вентиль цилиндра.

Такой порядок действий минимизирует потерю хладагента, если в процессе очистки один из шлангов случайно отсоединится.

Жидкий хладагент загружается в систему со стороны всасывания при помощи капиллярной трубки, в которой он испаряется, прежде чем достигает конденсатора (рис. 2.8).

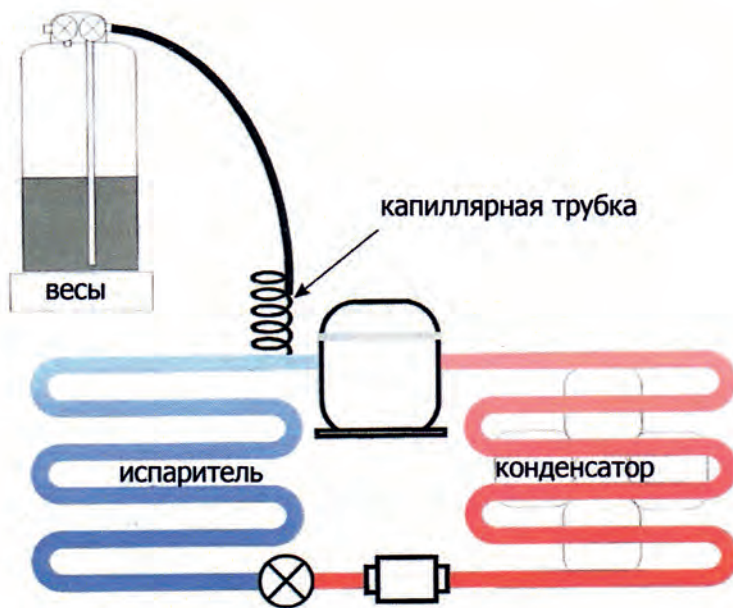


Рис. 2.8.

Для герметизации системы после заполнения хладагентом используют муфты Lokring, клапаны Шредера (обычно не рекомендуется использовать в системах с УВ-хладагентами) или запаивание трубопровода.

Запаивание трубопровода системы допустимо только при условии соблюдения правил техники безопасности. Перед запаиванием трубу следует согнуть под углом 90 °С в двух местах с промежутком около 1 см, это существенно уменьшит утечку хладагента до запаивания. Следует соблюдать осторожность при сгибании трубы, чтобы не повредить ее.

После герметизации следует проверить трубопровод и всю систему на наличие утечек.

Системы, заправленные УВ-хладагентом, должны быть соответствующим образом маркированы (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Варианты маркировки системы с УВ-хладагентом

Утилизация

Утилизация холодильных систем, компрессоров и масла регулируется законами о токсичных или контролируемых отходах.

При утилизации холодильных систем и оборудования холодильные агенты, теплоносители (хладоносители) и холодильные масла, содержащиеся во внутренних полостях холодильных систем и оборудования, должны быть эвакуированы и направлены на вторичное использование, регенерацию или уничтожение.

После эвакуации холодильных агентов остаточное давление во внутренних полостях холодильных систем должно быть не выше атмосферного.

При проведении демонтажных работ должны быть выполнены требования пожарной безопасности и требования безопасности при проведении работ по перемещению грузов.

Порядок проведения работ по утилизации холодильных систем и оборудования устанавливается Правительством Кыргызской Республики в соответствии с группами и категориями холодильных агентов и хладоносителей (теплоносителей).

Резюме

Факторы риска при использовании УВ-хладагентов:

- *Воспламеняются при концентрации в воздухе от 2 до 10 %, если имеется источник возгорания: открытое пламя, искры, статическое электричество или объект, нагретый до 460~470 °С.*
- *УВ не имеют запаха, непригодны для дыхания (вызывают асфиксию). Они тяжелее воздуха, могут накапливаться в закрытых помещениях, подвалах и т.д.*
- *Жидкий УВ-хладагент может вызывать криоожоги.*

Для обеспечения безопасности рабочей зоны следует обеспечить вентиляцию. В радиусе 2 м вокруг рабочей зоны не должно быть никакого пламени, запрещено использовать выключатели, курить, не допускается присутствие посторонних.

3. Перевод оборудования с ОРВ на УВ-хладагенты

3.1. Общие понятия

Замена озоноразрушающих и/или способствующих глобальному потеплению хладагентов в бытовых кондиционерах углеводородами может производиться по следующим соображениям:

- *Ради увеличения энергоэффективности системы.*
- *Для уменьшения ущерба, наносимого окружающей среде.*
- *Из-за меньшей стоимости УВ по сравнению с другими хладагентами.*
- *Из-за отсутствия альтернативных решений.*

В качестве замены R22 и R407C можно предложить такие хладагенты, как R290 (пропан) или R1290 (пропилен).

Термином «перевод» обозначают использование горючего хладагента в системе, в которой ранее использовался негорючий хладагент. Этот термин необходимо отличать от таких понятий, как «дозаправка», «упрощенная замена» и «модификация».

При замене ХФУ и ГХФУ на ГФУ (например, замене R12 на R134a) изменения, вносимые в систему, связаны либо с ее функционированием (изменение длины капиллярной трубки), либо с совместимостью (использование другого масла). Однако при переходе с ХФУ или ГХФУ на УВ-хладагент (например, R290) на первый план выходят вопросы безопасности, а именно — снижение риска возгорания. Переход на использование горючего хладагента должен выражаться в изменении всего оборудования, а не только в смене хладагента.

Особые указания

- *Для перевода разрешается применять только пригодное для работы с УВ-хладагентами вспомогательное оборудование.*
- *Перевод мульти-сплит-систем и канальных систем с большим количеством хладагента невозможен.*
- *Системы охлаждения с разветвленным трубопроводом и несколькими испарителями, например, двухступенчатые установки, не подлежат переводу на использование УВ-хладагентов.*

Объем хладагента и расположение компонентов системы, в которых он содержится, имеют существенное значение для определения возможности перевода системы с точки зрения безопасности. В табл. 3.1.

приведен обзор пригодности различных систем для перевода на использование углеводородных хладагентов.

Для перевода оборудования настоятельно рекомендуется организовать специальные мастерские, определить порядок работы и выполнить модернизацию инструментов и оборудования на предприятии. Это позволит выполнить перевод системы не на месте эксплуатации, а в специально отведенном помещении.

Подобный подход рекомендуется для всех случаев, где это возможно, за исключением работы с оборудованием, которое нельзя демонтировать.

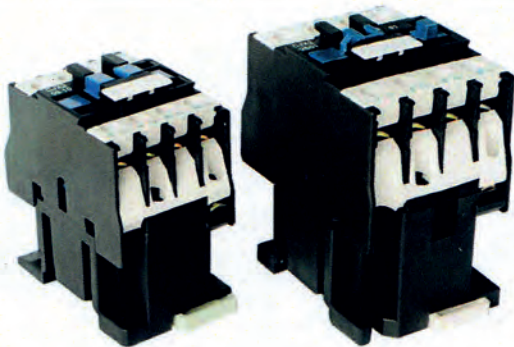
Табл. 3.1. Пригодность основных типов климатического оборудования для перевода на использование углеводородных хладагентов

Сфера использования	Тип оборудования	Тип системы	Возможность перевода
Бытовые кондиционеры, осушители воздуха и тепловые насосы	Мобильные	Моноблок	чаще всего возможен
	Оконные	Моноблок	чаще всего возможен
	Внутрстенные	Моноблок	иногда возможен
	Сплит-системы	С дистанционным управлением	чаще всего возможен
Промышленные кондиционеры и тепловые насосы	Сплит-системы	С дистанционным управлением	чаще всего возможен
	Мульти-сплит/VRV	Распределенный	почти всегда невозможен
	Агрегатированные канальные	С дистанционным управлением	как правило, невозможен
	Агрегатированные центральные	С дистанционным управлением	почти всегда невозможен
	Поршневые чиллеры	Моноблок/с промежуточным холодоносителем	чаще всего возможен
	Центробежные чиллеры	Моноблок/с промежуточным холодоносителем	почти всегда невозможен

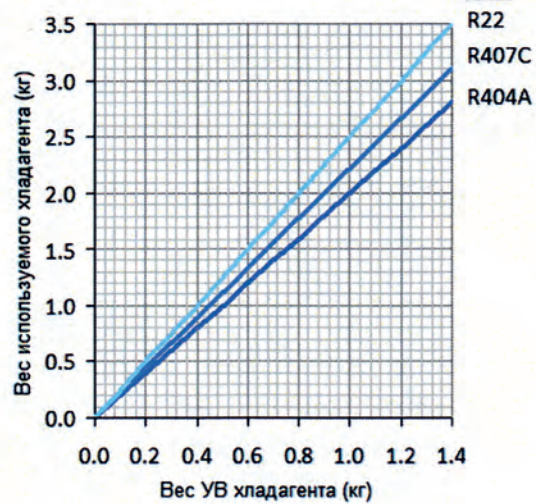
3.2. Комплект для перевода оборудования на УВ-хладагент

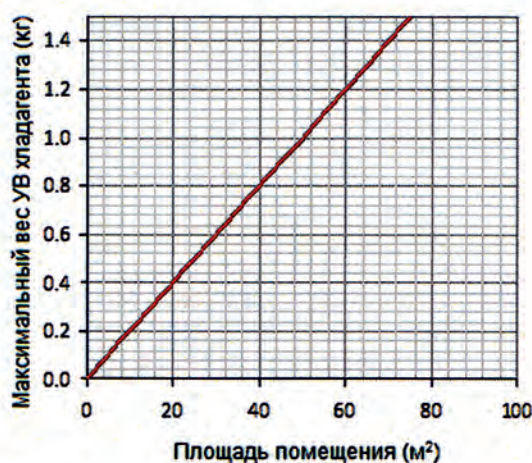
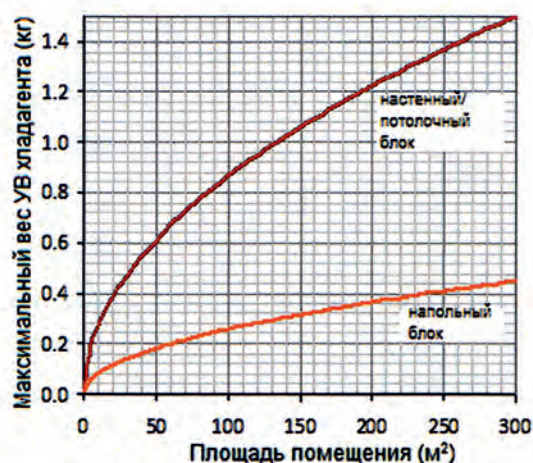
Одним из способов гарантировать применение надлежащих методов перевода является предоставление техникам полного комплекта, содержащего все необходимые инструменты и запасные части. В такой комплект должны входить листы технических данных (условия перевода, площадь помещения, приблизительный объем хладагента и т.д.), формы оценки рисков, инструкции, герметичные и полупроводниковые электрические детали, предупреждающие о наличии горючего газа стикеры, клапаны, специальная фурнитура. Кроме этого, необходимо предусмотреть наличие специальных вентиляторных двигателей, датчиков давления, электрического конденсатора, устройств защиты от перегрузки и т.д. Пример подобного комплекта приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Пример стандартной комплектации набора инструментов для перевода небольших систем кондиционирования

Комплект ножевых соединителей, кольцевых и лепестковых клемм и т.д. Специальные инструменты для фиксации соединителей	
Герметизированная коробка с крепежными винтами; размер коробки зависит от компонентов, для которых она предназначена (как правило, силовых контакторов)	
Винтовые кабельные уплотнения различных типов	
Силовой контактор, соответствующий мощности заменяемого прибора	

Гибкий электрический кабель, диаметр которого определяется мощностью системы	
Различные кабельные стяжки для фиксации кабелей и проводов, но не труб	
Изолента	





Протокол ввода в эксплуатацию, знак о переводе системы и предупреждающие стикеры

WARNING



THIS SYSTEM CONTAINS
FLAMMABLE REFRIGERANT



NO SOURCES OF IGNITION

- Only engineers who have been trained in the safe handling and use of flammable refrigerants shall work on this system
- Only work on this system in a well ventilated area or outside
- Use a gas detector to indicate presence of flammable refrigerant before and during work on the system
- Ensure there are no sources of ignition (flames or sparking electrical components) within work area
- If replacing components use like-for-like
- When brazing to ensure all flammable refrigerant has been removed from the system

This system contains _____ kg of _____

3.3. Процесс перевода системы на УВ-хладагент

В целях обеспечения безопасности рабочей зоны и сохранности оборудования необходимо производить перевод системы, соблюдая правильный порядок действий. Ниже описаны этапы оценки и перевода системы на УВ-хладагент.

Вычисление необходимого объема углеводородного хладагента

Необходимый объем углеводородного хладагента вычисляется, исходя из объема используемого хладагента. Для этого по табличке технических данных и/или путем измерения объема «старого» хладагента в процессе извлечения определяют тип и объем используемого хладагента. При помощи диаграммы на рис. 3.1 вычисляется требуемый объем углеводородного хладагента.

Рис. 3.1. Вычисление требуемого объема углеводородного хладагента

Проверка допустимости вычисленного объема хладагента

Необходимо убедиться, что объем помещения позволяет безопасно использовать вычисленный объем углеводородного хладагента. Для этого нужно сопоставить площадь помещения, в котором будет установлен внутренний блок системы, с вычисленным объемом УВ (см. рис. 3.2).

Рис. 3.2. Минимальная площадь помещения в зависимости от объема хладагента при использовании кондиционирования для создания комфортных условий для человека (слева) и в других целях (справа)

Проверка наличия необходимых инструментов

Перед началом работы необходимо убедиться в наличии всех необходимых инструментов, запасных частей, оборудования и аппаратуры, а именно:

- ручного инструмента для работы с компонентами холодильного контура и электрической частью;

- установки сбора хладагента, пригодной для работы с горючими хладагентами;
- двухвентильного цилиндра для сбора ГХФУ;
- двухвентильного цилиндра для сбора УВ-хладагента (если необходимо извлечь УВ-хладагент);
- двухвентильного цилиндра для сбора смазки;
- шланга выпуска хладагента;
- компаратора или таблицы сличения давления и температуры углеводородного хладагента вакуумного насоса:



- электронного вакуумметра;
- электронных весов для хладагента (с точностью $\pm 3\%$ от полной шкалы);
- ручного детектора углеводорода;
- комплекта малых баллонов для азота;
- комплекта для пайки (кислород/пропан, кислород/ацетилен);
- стикеров «Горючий газ» (желтый треугольник);
- предупреждающих знаков «Горючий хладагент»;
- предупреждающих знаков «Рабочая зона»;
- защитных очков и перчаток;
- огнетушителя.

Проверка безопасности рабочей зоны и системы

Необходимо обеспечить соблюдение следующих требований:

- Обслуживающий и рабочий персонал, а также другие работники, находящиеся в рабочей зоне, должны быть оповещены о работе с горючими хладагентами.
- Пространство вокруг рабочего места должно быть огорожено.
- Следует избегать работы в замкнутом пространстве.
- Запрещается хранить горючие материалы в рабочей зоне.
- В радиусе двух метров вокруг рабочего места не должно быть источников возгорания.
- Огнетушитель (углекислотный или порошковый) и прочий пожарный инвентарь должны находиться в шаговой доступности.
- Устройство вентиляции рабочего места должно предусматривать ликвидацию опасности в случае утечки хладагента.

- Для предупреждения рабочих об опасной концентрации углеводорода рабочее место должно быть оборудовано функционирующими детекторами УВ.
- В обязательном порядке на рабочей площадке размещают предупреждающие таблички, в частности, «Горючий газ», «Открытый огонь запрещен» и «Не входить».
- Обязательно наличие необходимых инструментов и оборудования.
- Оборудование должно быть по возможности изолировано от источников электроэнергии.

Рис. 3.3. Зона вокруг рабочего места, где не должно быть возможных источников воспламенения (ИВ)

Первоначальная проверка герметичности

Перед извлечением хладагента необходимо проверить герметичность системы. Поиск утечек на стороне высокого давления производится во время работы системы и на стороне низкого давления, когда система выключена. Для поиска утечек в зависимости от ситуации используются детектор газа и мыльная вода. Обнаруженные утечки должны быть устранены до перевода системы.

Вскрытие холодильного контура

Шланг выпуска хладагента присоединяется к сервисному клапану системы. Запрещается вскрытие системы путем разрезания, разламывания или распайки трубопровода, содержащего горючий хладагент.

Если необходимо вскрыть систему, например, для замены одной из ее частей или пайки, необходимо извлечь весь хладагент и промыть систему азотом.

Извлечение хладагента

Необходимо извлечь из системы весь оставшийся хладагент, особенно если это ХФУ, ГХФУ или ГФУ, утечка которых может нанести вред окружающей среде. Для извлечения хладагента необходимо использовать специальное устройство, а для его хранения — специальный цилиндр. Решение о дальнейшем рециклировании или уничтожении хладагента принимается на основании его типа и качества.



WARNING



THIS SYSTEM CONTAINS
FLAMMABLE REFRIGERANT



NO SOURCES OF IGNITION

- * Only engineers who have been trained in the safe handling and use of flammable refrigerants shall work on this system
- * Only work on this system in a well ventilated area or outside
- * Use a gas detector to indicate presence of flammable refrigerant before and during work on the system
- * Ensure there are no sources of ignition (flames or sparking electrical components) within work area
- * If replacing components use like-for-like
- * When brazing to ensure all flammable refrigerant has been removed from the system

This system contains _____ kg of _____

Особое внимание следует уделить предотвращению смешивания хладагентов и переполнения цилиндра. Кроме того, на цилиндр с извлеченным хладагентом наносится соответствующая маркировка.

Для извлечения УВ-хладагента необходимо использовать аппарат для работы с горючими хладагентами.

Ремонт системы

В некоторых случаях системе необходим ремонт. Все ремонтные работы должны быть окончены до заполнения системы углеводородным хладагентом. После их завершения система заполняется сжатым азотом для проверки на герметичность.

Изменения в конструкции

При внесении изменений в конструкцию кондиционера очень важно убедиться в соблюдении требований безопасности. Под мерами обеспечения безопасности, как правило, подразумевают:

- изъятие из рабочей зоны всех механических соединений и минимизацию возможности утечки;
- устранение всех возможных источников возгорания;
- при возможности установку системы обнаружения аварийной ситуации, вентиляции и сигнализации;
- нанесение соответствующей маркировки и внесение изменений в инструкции;

С целью снижения опасности возгорания должны быть выполнены следующие действия:

- проверка системы и сопутствующего оборудования, включая все электрические детали;
- выявление деталей, которые могут стать возможными источниками возгорания;
- определение способа предотвращения возможности возгорания в каждом конкретном случае, например:
 - замена герметичными деталями,
 - использование полупроводниковых деталей,
 - помещение в полностью герметичный корпус,
 - вынос устройства за пределы блока во избежание контакта с хладагентом в случае его утечки;
- проверка безопасности клемм и соединений проводки и их надлежащая изоляция для предотвращения короткого замыкания;
- выполнение соответствующих изменений.

Еще раз следует подчеркнуть необходимость обязательной маркировки всего оборудования, содержащего УВ-хладагент. Стикеры «Горючий газ» наклеиваются на корпус оборудования возле выводов, точек доступа в холодильный контур и на внешний трубопровод. Дополнительно на съемной панели размещается содержательный предупреждающий знак для уведомления технического персонала.

Рисунок 3.4. Предупреждающий стикер (слева) и предупреждающий знак (справа) для съемной панели

Герметизация системы

После завершения работ холодильный корпус системы герметизируется в соответствии с рекомендациями одним из перечисленных ниже способов:

- использование спрессованных соединителей (например, муфта Lokring);
- запаивание сервисного отверстия трубопровода с использованием обжимных щипцов;
- закрытие сервисных клапанов.

По возможности следует избегать использования клапанов Шредера или отводных клапанов. При недостаточной герметизации клапан Шредера может протекать, а его колпачок легко снять. Отводные клапаны пригодны только для временного использования (например, на время извлечения хладагента), поэтому их нельзя оставлять на контуре хладагента после завершения операции.

Проверка целостности системы

Испытания на герметичность и прочность проводят путем нагнетания в систему осушенного азота без примеси кислорода под давлением, на 10 % превышающим максимальное рабочее давление системы, и последующего покрытия соединений и компонентов системы мыльной водой или другой подходящей жидкостью с проверкой на отсутствие утечки газа.

При обнаружении утечки необходимо предпринять соответствующие меры по ее устранению.

Вакуумизация системы

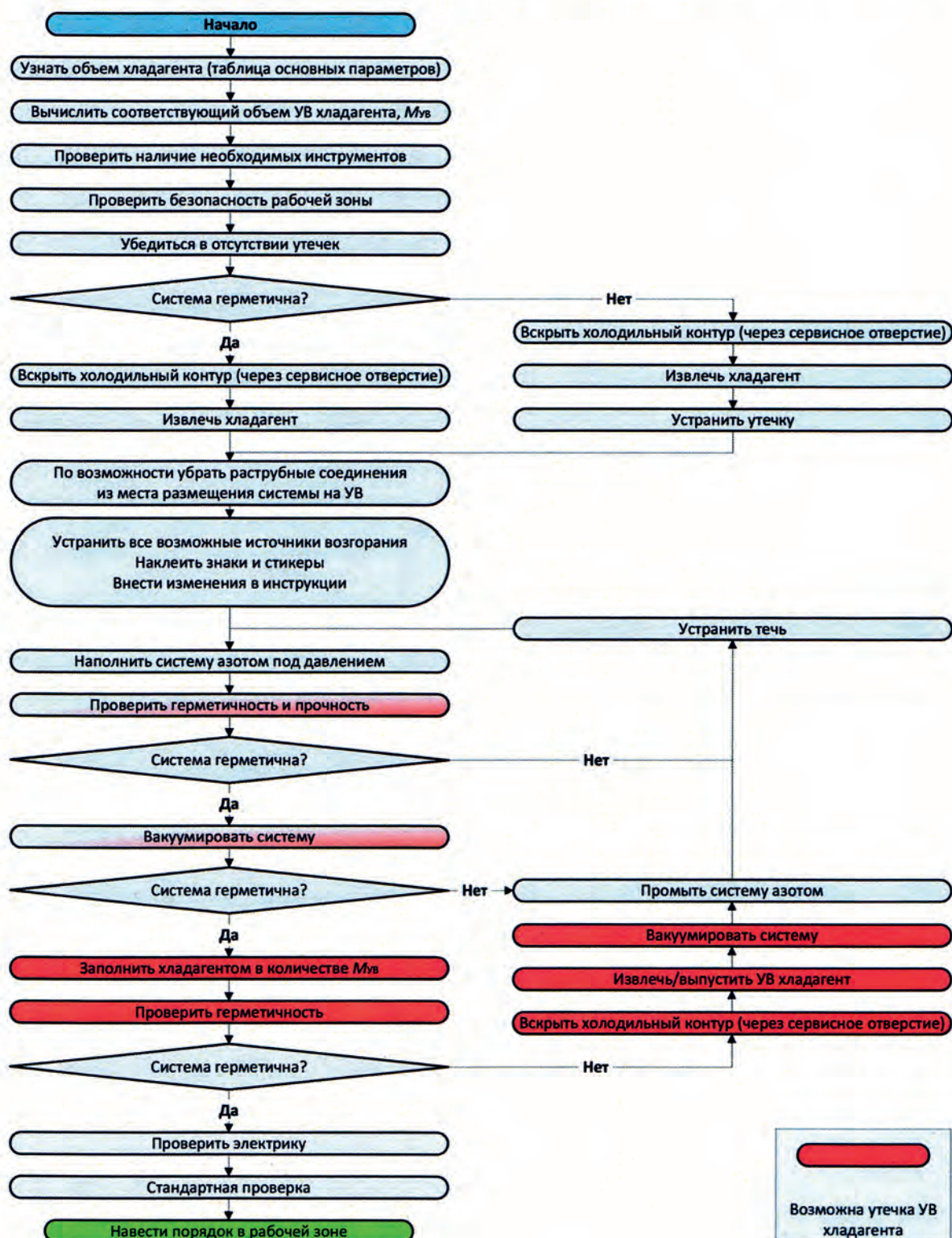
Для вакуумизации системы используют вакуумный насос и электронные мановакуумметры. Система должна выдерживать остаточное давление 200 микрон без изменения давления в течение как минимум 15 минут.

Заполнение системы хладагентом

После успешной проверки на герметичность система заполняется хладагентом в объеме, вычисленном ранее. При заполнении системы хладагентом используются электронные весы с точностью не менее 3 % от полной шкалы. Запрещается руководствоваться только данными о давлении и температуре.

Порядок действий при заполнении таков:

- Убедитесь в отсутствии возможных источников возгорания поблизости.
- Для предотвращения случайной утечки газа установите детектор углеводорода на уровне пола.



- Соедините шлангами систему, манометры коллектора и цилиндр с хладагентом, после чего проверьте надежность соединений.
- Перед началом заполнения проверьте, заземлена ли система.
- Внимательно следите за тем, чтобы система не переполнилась.
- После заполнения осторожно отсоедините шланги, чтобы свести к минимуму объем попавшего в воздух хладагента.
- Занесите количество хладагента, загруженного в систему, в рабочий журнал и укажите его в паспорте установки.

Учитывая, что плотность УВ ниже, чем у других хладагентов, требуемый объем хладагента составит 40–50 % от объема ГФУ или ГХФУ для той же системы. При заполнении системы следует помнить, что смеси углеводородных хладагентов загружаются в систему в жидком состоянии.

Итоговая проверка герметичности

После заполнения системы хладагентом следует проверить ее герметичность, для чего используют:

- детекторы углеводорода для проверки на отсутствие утечек в каждом стыке, соединении и части;
- мыльную воду или специальный спрей, покрывая все стыки, соединения и детали для проверки на отсутствие утечек.

Поиск утечек на стороне высокого давления производится во время работы системы и на стороне низкого давления, когда система выключена.

При обнаружении утечки необходимо предпринять соответствующие меры по ее устранению.

В силу того что мест утечки может быть несколько, следует несколько раз проверить герметичность системы, в том числе там, где утечки были устранены.

Заключительные проверки

После заполнения системы хладагентом и проверки ее герметичности проводится заключительная проверка безопасности и эксплуатационной надежности, куда входит следующее:

- повторная проверка электрических деталей на отсутствие возможных источников возгорания;
- запуск системы и ее работа в течение приблизительно 15–30 минут;
- проверка рабочего давления, температуры и силы тока;
- возвращение на место уплотнительных крышек.

Резюме

Блок-схема перевода системы на УВ-хладагент

Вопросы

Если в холодильной системе заменить озоноразрушающий хладагент (например, ХФУ-12) равным ему по объему количеством УВ-хладагента, масса хладагента в системе...

- А) не изменится;
- Б) увеличится;
- В) уменьшится.

Какой УВ-хладагент наилучшим образом подходит для применения в бытовых кондиционерах, спроектированных для использования ГХФУ R22?

- А) R600a (изобутан);
- Б) R290 (пропан);
- В) смесь R600a и R290 в пропорции 50/50.

Какой УВ-хладагент наилучшим образом подходит для применения в бытовых кондиционерах, спроектированных для использования ХФУ R12 и ГФУ R134a?

- А) R600a (изобутан);
- Б) R290 (пропан);
- В) смесь R600a и R290 в пропорции 50/50.

Какое из веществ, имеющих, согласно ISO 817 классы безопасности A3 и B1, наиболее токсично?

А) А3;

Б) В1;

В) оба имеют одинаковую степень токсичности.

Какое из веществ, имеющих, согласно ISO 817 классы безопасности А3 и В1, наиболее пожароопасно (горюче)?

А) А3;

Б) В1;

В) оба имеют одинаковую степень горючести.

Каков минимально допустимый объем помещения для установки холодильника, заправленного 80 граммами УВ-хладагента?

А) 10 м³;

Б) 8 м³;

В) 80 м³.

Какой способ обнаружения утечек не следует использовать при работе с УВ-хладагентами?

А) мыльный раствор или специальный спрей;

Б) электронный течеискатель с диодом накала;

В) ультразвуковой течеискатель.

Проверка герметичности стороны высокого давления (конденсации) системы производится:

А) во время работы системы;

Б) во время простоя системы;

В) дважды, сначала во время простоя, затем во время работы.

По диаграмме на рис. 3.1 определите вес УВ-хладагента, необходимого для замены 1,5 кг R22.

А) 1 кг;

Б) 0,8 кг;

В) 0,6 кг.

По диаграммам на рис. 3.2 определите минимально допустимую площадь помещения для размещения настенного кондиционера, заправленного УВ-хладагентом. В качестве массы заправки используйте значение, полученное при ответе на предыдущий вопрос.

А) 25 м²;

Б) 50 м²;

В) 130 м².

РОО «ЭКОХОЛОД»

г. БИШКЕК, ул. ГОРЬКОГО 142, каб. 122, тел./факс: +996 (312) 548 853

www.ecoholod.com.kg