



With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Техническое обслуживание и ремонт систем на альтернативных хладагентах

Содержание

- 1-Факторы риска, связанные с использованием хладагентов
- 2-Воспламеняющиеся хладагенты
- 3-R744 (диоксид углерода)
- 4-R717 (аммиак)
- 5- Вопросы для самопроверки и дальнейшие действия

Refrig.	Inhalation	Flammability	Pressure	Other
R744	Low toxicity	Non flammable	Much higher	Pressure rise of trapped liquid high and risk of trapping cold liquid high. Possibility of solid R744 formation.
R717	Highly toxic	Mildly flammable	Lower	
R32	Asphyxiant	Mildly flammable	Higher	Products of decomposition highly toxic
R1234ze	Asphyxiant	Mildly flammable	Lower	Products of decomposition highly toxic
R600a	Asphyxiant	Highly flammable	Much lower	
R290	Asphyxiant	Highly flammable	Similar	
R1270	Asphyxiant	Highly flammable	Similar	



With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Предлагаем вашему вниманию программу комплексного обучения «REAL Alternatives 4 LIFE»

Этот Модуль является частью программы комплексного обучения техников, работающих в секторе холодильного, кондиционерного оборудования и тепловых насосов, предназначенной для повышения квалификации и уровня знаний в области безопасности, эффективности, надежности и ограничений использования альтернативных хладагентов. Программа включает в себя интерактивное дистанционное обучение, печатные учебные пособия, инструменты, аттестацию организаторами обучения, а также электронную библиотеку дополнительных ресурсов, доступную по адресу: www.realalternatives4life.eu

Программа «REAL Alternatives 4 LIFE» была разработана Консорциумом ассоциаций и учебных центров Европы и совместно финансируется ЕС при поддержке заинтересованных представителей отрасли. Содержание учебной программы разрабатывали преподаватели, производители и конструкторы стран Европы. Материалы доступны на хорватском, чешском, голландском, английском, французском, немецком, итальянском, польском, румынском, испанском и турецком языках.

Модули Программы:

1. Альтернативные хладагенты. Введение. Безопасность, эффективность, надежность и надлежащие практики
2. Безопасность и управление рисками
3. Особенности проектирования систем на альтернативных хладагентах
4. Предотвращение и определение утечек альтернативных хладагентов
5. Техническое обслуживание и ремонт систем на альтернативных хладагентах
6. Ретрофит существующих систем на альтернативные хладагенты с низким ПГП
7. Законодательство и стандарты по альтернативным хладагентам
8. Влияние утечек хладагентов на экономику и окружающую среду
9. Обследование объектов и рекомендации по сокращению утечек хладагентов

Вы можете изучать каждый Модуль по отдельности или пройти весь курс и аттестацию.

www.realalternatives4life.eu

Co-funded by:



Дополнительную информацию можно найти в электронной библиотеке.

В каждом Модуле вы найдете ссылки на источники дополнительной информации. После изучения Модуля вы сможете снова воспользоваться ссылками на библиотеку www.realalternatives4life.eu/e-library. Вы также можете добавить дополнительные ресурсы в библиотеку, например, ссылки на веб-ресурсы, технические руководства или презентации, если сочтете их полезными. Модуль 7 содержит полный перечень соответствующих законов и стандартов, упоминаемых в Программе.

Вы сможете пройти аттестацию, если захотите получить сертификат профессионального развития (CPD).

В конце каждого Модуля есть несколько простых вопросов для самопроверки, а также упражнений, которые помогут вам оценить свои знания. Сертификация и аттестация доступны для тех, кто проходит обучение в учебных центрах, аккредитованных «REAL Alternatives 4 LIFE». Перечень лицензированных учебных центров опубликован на сайте.

Зарегистрируйтесь на www.realalternatives4life.eu, чтобы иметь возможность получать актуальную информацию, новости и приглашения на мероприятия, связанные с обучением, повышением квалификации и развитием сектора холодильного оборудования.

Вы можете использовать и распространять этот материал

для индивидуального обучения. Авторские права на учебную брошюру и ее содержание принадлежат Институту Холода и партнерам. Материалы можно воспроизводить целиком или частями в учебных целях, отправив письменный запрос в Консорциум «REAL Alternatives», для передачи в Институт Холода (Великобритания), эл. почта: ior@ior.org.uk. Все вопросы о программе обучения или ее содержании также можно направлять по адресу: ior@ior.org.uk.

Краткая информация о Программе. Эта программа обучения совместно финансировалась ЕС. Она была разработана для повышения квалификации техников в секторе холодильного и кондиционерного оборудования и тепловых насосов относительно безопасного использования альтернативных хладагентов. Она содержит в себе объективную и актуальную информацию в удобном формате. Консорциум проекта включает в себя учебные учреждения и профессиональные организации, а также представительные органы работодателей. Заинтересованные работодатели, производители, торговые ассоциации и профессиональные организации также предоставили учебные материалы, рекомендации о содержании программы и рецензировали программу по мере ее разработки. Ниже перечислены партнеры Консорциума:

Партнеры Консорциума:

- Европейская ассоциация подрядчиков холодильного оборудования, кондиционирования воздуха и тепловых насосов (Бельгия)
- Ассоциация техников по холодильному оборудованию (Италия)
- IKKE training centre Duisburg (Германия)
- Институт Холода (Великобритания)
- Международный институт холода
- Левен-Лимбургский университетский колледж (Бельгия)
- Лондонский университет Южного берега (Великобритания)
- Программа «PROZON» (Польша).

Заинтересованные стороны:

- Национальная конфедерация компаний по установке и обслуживанию оборудования (CNI) (Испания)
- Ассоциация по технологиям охлаждения и кондиционирования воздуха (СНКТ) (Чехия)
- Ассоциация по холодильному, кондиционерному оборудованию и тепловым насосам (HURKT) (Хорватия)
- Ассоциация по холодильной технике (RGAR) (Румыния)
- Ассоциация предпринимателей холодильной промышленности (SOSIAD) (Турция)
- Ассоциация по технологиям охлаждения и кондиционирования воздуха (SZ СНКТ) (Словакия)

Модуль 5.

Техническое обслуживание и ремонт систем на альтернативных хладагентах

Модуль содержит вводную информацию об отличительных особенностях технического обслуживания и ремонта систем на альтернативных хладагентах и не заменяет практической подготовки и навыков. В конце Модуля вы найдете ссылки на ряд источников дополнительной полезной информации, которые прошли экспертную оценку и рекомендуются в качестве технического руководства для углубления знаний по указанным темам.

Основное внимание в пособии уделяется отличительным особенностям технического обслуживания и ремонта систем на альтернативных хладагентах. Материал базируется на надлежащих практиках в секторе холодильного оборудования, а также информации о работе с воспламеняющимися, токсичными и работающими под высоким давлением хладагентами.

Пособие включает в себя информацию о безопасных условиях труда, а также, при необходимости, информацию о следующих процедурах:

- обнаружение утечек
- извлечение/рециклирование хладагента
- вакуумирование
- распайка и пайка
- заправка хладагентом
- замена узлов и компонентов.

Полное описание процедур не включено – описываются только самые важные аспекты, которые отличаются от практики работы с обычными хладагентами. Информация предназначена для опытных специалистов по техническому обслуживанию и ремонту. Рекомендуется, чтобы техники имели сертификаты для работы с ГФУ-хладагентами, подтверждающие компетентность в обращении с обычными хладагентами, а также прошли дополнительное обучение работе с конкретным альтернативным хладагентом.

Прежде, чем приступить к работе с альтернативным хладагентом, техники-холодильщики должны пройти углубленное обучение.

1. Риски, связанные с использованием хладагентов

Пособие 2 «REAL Alternatives»

В таблице ниже приведены основные риски, связанные с альтернативными хладагентами; подробная информация содержится в Модуле 2. Система «светофор» отражает степень риска по сравнению с R404A (в качестве примера). Перед выполнением любого вида работ необходимо провести либо свериться с оценкой рисков. Риски оцениваются в зависимости от вида и условий работы, а также наличия персонала на территории проведения работ.

Таблица 1. Риски, связанные с альтернативными хладагентами

Хладагент	При вдыхании	Воспламеняемость	Давление	Другое
R744	Низкая токсичность	Невоспламеняющийся	Намного выше	Значительный рост давления в закрытых объемах (емкостях) с жидким CO ₂ с ростом температуры и высокий риск закачки в баллон холодного жидкого хладагента. Возможен переход R744 в твердую фазу.
R717	Высокая токсичность	Воспламеняющийся	Ниже	
R32	Асфиксикант	Низкая воспламеняемость	Выше	Высокая токсичность продуктов распада
R1234ze	Асфиксикант	Низкая воспламеняемость	Ниже	Высокая токсичность продуктов распада
R600a	Асфиксикант	Высокая воспламеняемость	Намного ниже	
R290	Асфиксикант	Высокая воспламеняемость	Аналогичное	
R1270	Асфиксикант	Высокая воспламеняемость	Аналогичное	

Зеленый – аналогичны R404A или не настолько серьезные;

Оранжевый – немного серьезнее, чем при использовании R404A;

Красный – намного серьезнее, чем при использовании R404A.

Отличия в процедурах технического обслуживания

Свойства альтернативных хладагентов, и в частности риски, связанные с их использованием, влияют на порядок обслуживания и ремонта оборудования. Влияние на основные процедуры (отличия от работы с ГФУ) приводится в таблице ниже и более подробно описано далее.

**Помните,
если вы в чем-то не уверены - остановитесь.
Прекратите работу и спросите!**

Таблица 2. Отличия в процедурах технического обслуживания

Хладагент	Место проведения работ	Оборудование	Определение утечек	Заправка	Удаление/ рециклирование
R744	Хорошо проветриваемое помещение	Рассчитанное на очень высокое давление	Безопасным и чувствительным к R744 способом	Исходная заправка газом, во избежание образования сухого льда	Как правило, выпуск
R717	Хорошо проветриваемое помещение без источников воспламенения	Пригодное для использования с R717 и без источников воспламенения	Безопасным и чувствительным к R717 способом		Рециклирование
R32		Рассчитанное на высокое давление и без источников воспламенения	Безопасным и чувствительным к R32 способом		Рециклирование
R1234ze			Безопасным и чувствительным к R1234ze способом		Рециклирование
R600a R290 R1270		Без источников воспламенения	Безопасным и чувствительным к УВ способом	Вес заправки меньше, поэтому важна точность	Небольшое количество* может быть выпущено, в иных случаях - рециклирование

* Небольшое количество обычно означает менее 150 г.

При выполнении работ с любым хладагентом, как и проведении огневых (паечных/сварочных) работ, необходимо надевать соответствующие перчатки и защитные очки.

2. Принципы безопасной работы с воспламеняющимися хладагентами

В этом разделе внимание уделяется безопасному обращению с:

- углеводородами (R600a, R290, R1270);
- R32;
- R1234ze;
- R717 (которому также посвящен отдельный раздел).

Безопасные рабочие условия и средства индивидуальной защиты

При работе с воспламеняющимися хладагентами, в месте проведения работ необходимо обеспечить:

- хорошее проветривание
- отсутствие источников воспламенения в пределах 3 м (безопасная зона при работе с воспламеняющимися хладагентами).

При необходимости обеспечьте искусственное проветривание с помощью подходящего вентилятора. Вентилятор должен быть оснащен электродвигателем в взрывобезопасном исполнении и 5-метровым кабелем, который позволит подключить его за пределами зоны проведения работ.



Рисунок 1. Подходящий вентилятор для проветривания

При выполнении работ, предполагающих вскрытие контура, или при подозрении на наличие утечки, проверяйте и контролируйте зону проведения работ с помощью УВ - детектора. Важно, чтобы детектор нельзя было обнулить до фонового уровня концентрации горючего хладагента, а аварийная сигнализация была настроена на 20% нижнего концентрационного предела воспламенения (НКПВ). На фото показаны подходящие детекторы для УВ.



Рисунок 2. Детекторы горючих газов



Рисунок 3.
Порошковый
огнетушитель



Рисунок 4.
Углекислотный
огнетушитель

В зоне проведения работ также должен быть огнетушитель: порошковый (масса заряда не менее 2 кг) либо углекислотный эквивалентной емкости.

Оборудование

С воспламеняющимися хладагентами можно безопасно использовать некоторые стандартные инструменты и оборудование, включая манометрические коллекторы. Обратите внимание: это не относится к R717.

Большинство стандартных вакуумных насосов безопасны для использования, поскольку, как правило, единственным потенциальным источником воспламенения является двухпозиционный выключатель. Кроме того, выбрасываемый насосом воспламеняющийся хладагент обычно безопасно рассеивается и не образует взрывоопасную зону при условии, что насос будет находиться в хорошо проветриваемом помещении. В разделе «Вакуумирование» ниже описывается, как можно избежать рисков, связанных с выключателем.

Стандартные станции сбора и рециклирования хладагентов нельзя безопасно использовать для извлечения воспламеняющихся хладагентов. В отличие от вакуумных насосов, станции рециклирования несут несколько источников воспламенения (например, двухпозиционные выключатели, реле, реле давления). Кроме того, утечка хладагента приведет к образованию взрывоопасной зоны вокруг станции. Этих рисков нельзя избежать, в связи с чем необходимо использовать надлежащую станцию рециклирования, указанную в разделе об извлечении хладагентов.

Большинство электронных течеискателей, используемых для определения утечек ГФУ и ГХФУ, небезопасны и нечувствительны к воспламеняющимся хладагентам, поэтому необходимо использовать специальные электронные течеискатели для горючих газов (или спрей для обнаружения утечек), в соответствии с описанием, приведенным в разделе «Определение утечек».

Определение утечек

Системы на воспламеняющихся хладагентах необходимо проверять на герметичность при помощи безопасного и чувствительного оборудования:

- спрея для обнаружения утечек
- подходящего электронного детектора горючих газов (примеры показаны на фото ниже).

Если вы не можете обнаружить утечку при помощи этого оборудования, необходимо извлечь оставшееся количество хладагента и провести испытание системы на герметичность с применением азота или смеси азота с гелием или водородом.



Рисунок 5. Пример оборудования, используемого для технического обслуживания систем на УВ

Пособие («BRA») «Техническое обслуживание торгового холодильного оборудования на УВ-хладагентах»

См. Пособие 4 («REAL Alternatives») «Определение утечек»



Рисунок 6. Электронные УВ - течеискатели

Извлечение и восстановление хладагентов

Восстановление хладагента

Сбор воспламеняющихся хладагентов необходимо производить при помощи соответствующей станции рециклирования (например «Care Saver»); стандартные станции рециклирования, предназначенные для ГФУ-хладагентов, не пригодны. Обратите внимание: для извлечения R717 не предназначено.

- Вакуумируйте баллоны для сбора хладагента, для удаления воздуха перед заполнением их воспламеняющимся хладагентом.
- Не смешивайте воспламеняющиеся хладагенты с другими видами хладагентов в баллоне для сбора хладагента.
- При извлечении углеводородных хладагентов не заполняйте баллоны более чем на 45% от допустимой массы заправки ГФУ.
- Маркируйте баллон и укажите, что он содержит горючее вещество.



Рисунок 7. Станция рециклирования УВ, R 32 и R1234ze

Удаление

Вакуумный насос необходимо проверить, чтобы убедиться, что двухпозиционный выключатель является единственным источником воспламенения. Если это так, то вакуумный насос можно безопасно использовать с воспламеняющимся хладагентом (если двухпозиционный выключатель не используется):

- переведите выключатель в положение «включено» и включите насос в розетку, расположенную за пределами 3-метровой зоны и регулируйте режим работы при помощи розетки.
- расположите вакуумный насос в хорошо проветриваемом помещении или снаружи.

Распайка и пайка

Распайка (отсоединение паяного соединения путем подачи тепла)

С целью обеспечения безопасной распайки соединений необходимо:

- постоянно контролировать место проведения работ с помощью детектора воспламеняющихся хладагентов;
- обеспечить хорошее естественное или искусственное проветривание;
- извлечь воспламеняющийся хладагент из системы (см. раздел «Восстановление хладагента»), убедившись, что хладагент полностью извлечен из всей системы;
- обеспечить продолжительную работу станции рециклирования, чтобы система находилась под вакуумом, и из нее можно было извлечь максимальное количество хладагента;
- заполнить контур системы сухим азотом, не содержащим кислорода, до уровня избыточного давления 0,1 бар;
- подключить к системе шланг для выпуска УВ-хладагента;
- выполнить распайку соединений.

См. видео в электронной библиотеке «REAL Alternatives 4 LIFE» «Припаивание соединений систем на УВ»

Перед распайкой соединений как на стороне высокого, так и на стороне низкого давления необходимо полностью извлечь хладагент из системы.

Пайка

С целью обеспечения безопасного припаивания соединений необходимо:

- постоянно контролировать место проведения работ с помощью детектора воспламеняющихся хладагентов.
- обеспечить хорошее естественное или искусственное проветривание.
- обеспечить, чтобы при пайке соединений минимум одна точка доступа в контур системы была открыта, и контур продувался сухим азотом.

Заправка и замена компонентов системы

Заправка хладагентом

- Обеспечьте хорошее естественное или искусственное проветривание.
- Для УВ-систем используйте качественный УВ-хладагент, не используйте сжиженный углеводородный/топливный газ.
- Если заправочные шланги не отвакуумированы, аккуратно продуйте их (путем приоткрытия и закрытия вентиля баллона перед подключением их к системе).
- Не превышайте объем заправки хладагента, предусмотренный для системы (например, масса заправки УВ-хладагента составляет примерно 45% от массы заправки в аналогичной системе на ГФУ).
- Точно взвешивайте заправляемый хладагент при заправке систем с нормируемым объемом заправки. Допустимое отклонение обычно составляет $\pm 5\%$. Не регулируйте количество заправляемого хладагента самостоятельно, всегда руководствуйтесь нормами заправки, указанными производителем.

Замена компонентов

- Производите замену электрических устройств и компрессоров **идентичными** компонентами.
- Обеспечьте надлежащую повторную герметизацию герметичных клеммных коробок перед вводом системы в эксплуатацию.

- Не изменяйте (не модифицируйте) компоненты и их расположение.

3. Принципы безопасной работы с R744 (диоксид углерода)

Основные отличительные особенности работы с R744 ассоциируются с высоким давлением, повышенным риском и вероятностью роста давления в закрытых объемах с жидким CO₂ с ростом температуры, а также проблемами, связанными с образованием в системе сухого льда.

Безопасные рабочие условия и средства индивидуальной защиты

В месте проведения работ необходимо обеспечить хорошее проветривание и постоянный приборный мониторинг уровня содержания CO₂ в воздухе (либо хотя бы с помощью персонального детектора). Стандартные уровни срабатывания сигнализатора:

- предварительное оповещение - при 1% концентрации, 10 000 ppm
- основное оповещение - при 2% концентрации, 20 000 ppm.

R744 – асфиксиант и может вызвать гипервентиляцию легких и дезориентацию.

Выпуск хладагента из системы, работающей на R744, необходимо производить в защитных наушниках.

Большинство систем на R744 имеют более сложную конструкцию, чем традиционные системы, поэтому перед началом работы с системой на R744 обязательно убедитесь, что вы знаете, как работает система и все ее компоненты, особенно запорные клапаны.

Сервисное оборудование и инструменты

Давление в транскритических системах может достигать 120 бар, а в каскадных системах, работающих ниже критической температуры - 45 бар. Давление в баллонах с CO₂ - высокое, например, при температуре баллона 40°C составляет 99 бар.

Инструменты и оборудование должны соответствовать давлению:

- шланги (в стальной обмотке, медные трубки или пневматический шланг);
- манометры/манометрический коллектор;
- переходники/адаптеры для баллонов;
- редуктор давления азота и коллектор для испытания под давлением - может потребоваться испытание давлением на прочность при 132 барах (на фото показан надлежащий редуктор).



Рисунок 8. Персональный детектор CO₂



Рисунок 9. Надлежащий редуктор для опрессовки систем на R744

При подключении к системе необходимо обеспечить:

- отсутствие R744 в трубопроводах, переходниках и т.д.;
- при сработке предохранительного клапана выброс хладагента в безопасном направлении.

На фото показаны примеры подходящего для заправки хладагента оборудования.



Рисунок 11. Переходник для подключения к системе



Рисунок 12. Переходник для подключения баллона



Рисунок 10. Баллон, подключенный к оборудованию для заправки

Определение утечек

Молекула CO₂ имеет меньший размер, чем молекулы ГФУ-хладагентов, и легче рассеивается. Этот фактор, а также более высокое давление, обуславливают более высокий потенциал возникновения утечек из систем на R744. Определение утечек осуществляется посредством:

- визуальной проверки (например, на наличие масляных пятен);
- спрея для обнаружения утечек;
- соответствующих электронных течеискателей (пример на фото). В атмосферном воздухе содержится CO₂, поэтому они обнаруживают утечку при концентрации выше этого уровня.

См. Пособи 4 («REAL Alternatives») «Определение утечек»



Рисунок 13. Течеискатели R744

Освобождение системы

Обычно производится выпуск, а не сбор R744, в связи с чем необходимо:

- производить выпуск в очень хорошо проветриваемом помещении или на открытом воздухе;
- учитывать риск возникновения асфиксии;
- учитывать очень высокий уровень шума (надеть защитные наушники);
- учитывать возможность образования сухого льда в системе (например, на клапанных пластинах) и в линии выпуска при достижении тройной точки. Сухой лед может блокировать линию выпуска, вследствие чего может быть выпущен весь хладагент;
- надеть перчатки - температура трубопроводов снизится;
- учитывать очень высокий уровень давления – закрепить линию выпуска, чтобы она не вибрировала;
- не оставлять систему без присмотра при выпуске CO₂.

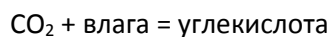
Сухой лед

При образовании сухого льда давление падает до 0 бар. При испарении сухого льда давление резко повышается вследствие изменения состояния при одновременном повышении температуры. Перед вскрытием контура проверьте давление в системе. В случае образования сухого льда:

- не нагревайте его;
- отсоедините линию выпуска и следите за давлением в системе;
- вы увидите, когда сухой лед испарится - это может занять много времени;
- возобновите выпуск.

Вакуумирование

Системы необходимо вакуумировать при наличии в системе воздуха после вскрытия или после опрессовки. Влага приводит к образованию кислот, которые вредны для систем:



Наличие воздуха в транскритических системах приводит к серьезным проблемам, поскольку он является неконденсирующимся газом и повышает давление в системе (это происходит во всех системах, но дополнительное давление наиболее опасно в системах на R744).

Заправка

Многие системы на R744 оборудованы стационарной точкой заправки, что позволяет сократить использование баллонов (см. пример на фото). Соединяющая труба должна иметь либо вентиль только на одном конце (чтобы избежать заклинивания в ней жидкого хладагента), либо предохранительный клапан и всегда находиться под газом (не жидкостью).



Рисунок 14. Пример удаленной заправочной точки

При заправке системы R744 необходимо обеспечить:

- хорошее проветривание места проведения работ;
- использование CO₂-хладагента надлежащего качества (например, R744);
- надежное закрепление баллонов в вертикальном положении, например, на соответствующей тележке;
- медленное открывание баллонов (помните, что высокое давление может опрокинуть баллон);
- тщательную продувку соединительных шлангов для удаления воздуха, влаги и других загрязняющих веществ.

Важно предотвратить образование сухого льда:

- заправляйте газ (из баллонов) до тех пор, пока давление в системе не превысит тройную точку 4,2 бар (например, заправка до 10 бар);
- далее заправьте жидкость (из баллонов или цистерны).

Для каскадных систем важно соблюдать последовательность заправки – необходимо сначала заправить и запустить сторону высокого давления.

После заправки хладагента необходимо убедиться, что R744 не остался в заправочном оборудовании или шлангах (для этого необходимо открыть все вентили на заправочном оборудовании). Не закрывайте вентили, пока не убедитесь, что в шлангах находится только газ R744 при низком давлении (например, 10 бар).

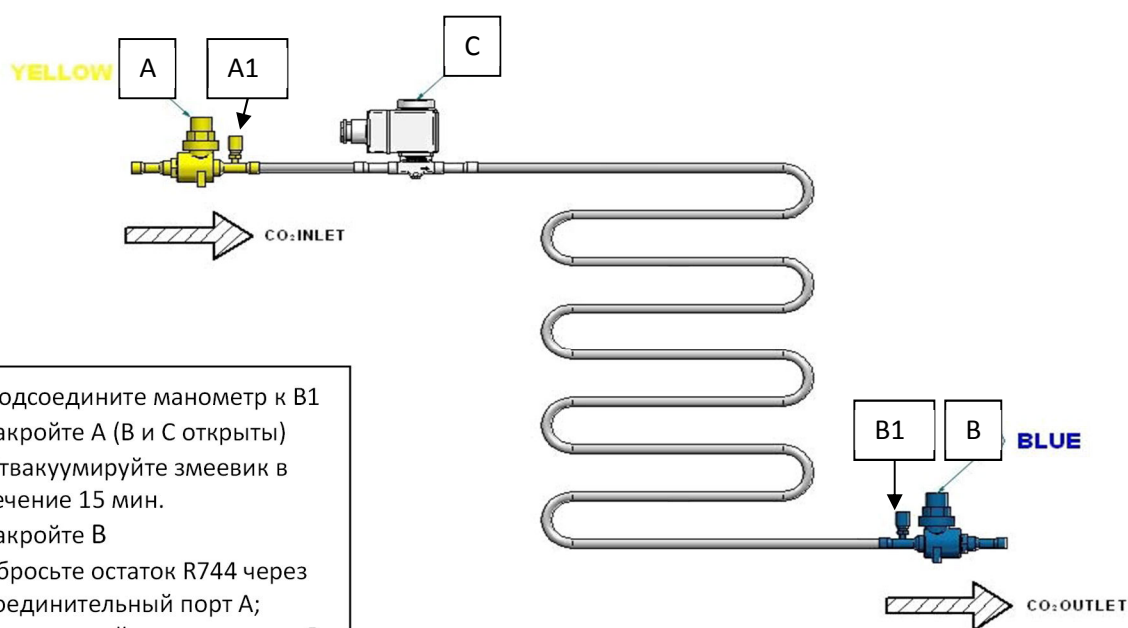
Во многих системах давление срабатывания предохранительного клапана, защищающего заправляемую часть системы, будет ниже давления R744 в баллоне. Заправку необходимо производить медленно и осторожно, чтобы предотвратить выброс хладагента из предохранительного клапана.

|

Отсоединение/замена компонентов

Удаление R744 необходимо производить путем:

- выпуска (как описано выше);
- перемещения жидкости в другую часть системы;
либо
- испарения жидкости (как описано ниже).



1. Подсоедините манометр к B1
2. Закройте A (B и C открыты)
3. Отвакуумируйте змеевик в течение 15 мин.
4. Закройте B
5. Сбросьте остаток R744 через соединительный порт A; контролируйте давление на B
6. Подсоедините манометр к A1 и проверьте давление

Рисунок 15. Удаление R744 из испарителя

Убедитесь, что вы ...

- не перекрыли участки с жидким R744;
- не использовали регулирующие вентили в качестве запорных клапанов;
- не производите паечных и сварочных работ на трубах и комплектующих, содержащих R744.

Примечание: магнит может не открыть соленоидный клапан из-за очень высокого давления (прислушайтесь, чтобы убедиться, что он открылся).

Сухой лед

При выпуске R744 в системе может образовываться сухой лед.

Он очень холодный, поэтому при вскрытии контура поверхности очень холодные и на них быстро конденсируется влага. Образовавшуюся влагу необходимо как можно тщательнее удалить и отвакуумировать систему до ввода в эксплуатацию.

На фото ниже показан пример образования сухого льда в процессе замены осушителя.



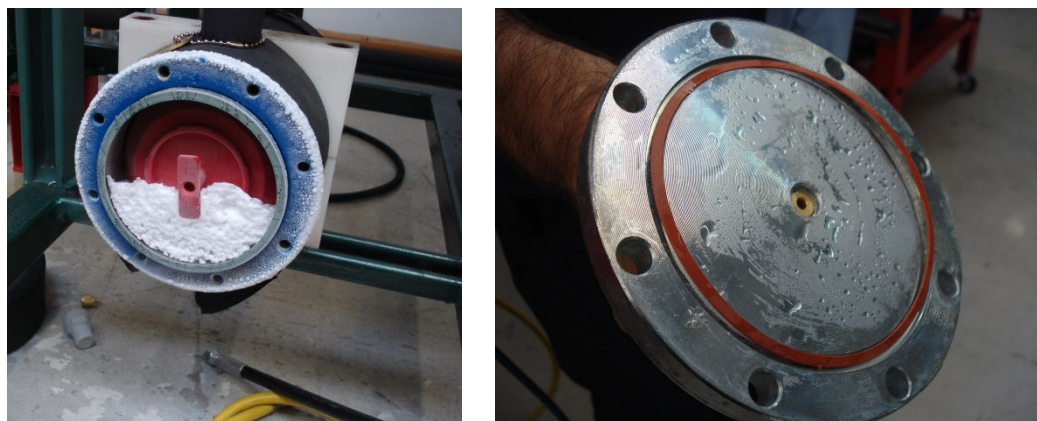


Рисунок 16. Пример образования сухого льда и влаги в корпусе осушителя

4. Принципы безопасной работы с R717 (аммиак)

Безопасные рабочие условия и средства индивидуальной защиты

В дополнение к мерам предосторожности, предусмотренным при работе с другими воспламеняющимися хладагентами, может также потребоваться автономный дыхательный аппарат с открытым контуром (сжатый воздух). Перед использованием этого средства защиты вы должны пройти соответствующую подготовку.



Рисунок 17. Пример дыхательного аппарата

При работе с R717 и очистке масла необходимо использовать средства индивидуальной защиты, которые должны включать в себя как минимум защитные перчатки с крагами от воздействия химических веществ, нужного размера защитные очки закрытого типа и противогаз с фильтрующей коробкой соответствующего типа.

Необходимо обеспечить наличие раствора и условия для промывания глаз, а в случае объема заправки аммиака свыше 1 000 кг – аварийного душа с регулируемой температурой.

Все процедуры, предполагающие вскрытие контура, необходимо тщательно проанализировать и провести оценку рисков и планов производства работ с целью минимизации рисков для персонала. Очень важно обеспечить вентиляцию.

Рекомендация Института холодильной техники содержит более подробную информацию (в ней, например, содержится рекомендация не работать в одиночку и предоставлять информацию о проведении работ третьему лицу).

Рекомендация
(Институт Холода) по
техническому
обслуживанию
аммиачных
холодильных систем

Пособие 4 («REAL
Alternatives»)
«Определение утечек»

Сервисное оборудование и инструменты

Все используемое оборудование должно быть пригодным для работы с R717. Нельзя использовать медные и латунные компоненты и фитинги. В целом, оборудование, используемое для ГФУ-хладагентов, **не** подходит для работы с R717.

На фото показан вакуумный насос с ременным приводом, который подходит для работы с R717.



Рисунок 18. Вакуумный насос, подходящий для работы с R717

Определение утечек

Определение утечек R717 может осуществляться посредством:

- визуальной проверки (например, на наличие масляных пятен);
- спрея для обнаружения утечек;
- соответствующего электронного течеискателя;
- фенолфталеиновой индикаторной бумаги.

Удаление хладагента для проведения технического обслуживания

Для проведения технического обслуживания хладагент обычно откачивается в другую часть системы, либо в резервуар для хранения, при этом небольшое количество газа может быть выпущено. Для систем большой производительности имеются специализированные вакуумирующие устройства:

- для пара - как правило, компрессорно-конденсаторный агрегат, рассчитанный на низкое давление всасывания на приемном трубопроводе;
- для жидкости – насосный агрегат.



Пример аммиачного циркуляционного насоса

Отделение масла

Поскольку аммиак не смешивается с минеральным маслом, любой смазочный материал, который поступает на сторону низкого давления холодильной системы, остается слоем под аммиаком, если отсутствует система маслоотделения или масло не удаляется из системы. Поэтому из некоторых систем масло необходимо периодически извлекать вручную и дозаправлять новое масло.

Масло следует сливать в специальный открытый металлический контейнер и затем утилизировать в соответствии с действующими правилами обращения с отходами. Никогда не извлекайте масло из системы без предварительного вакуумирования и отключения компонента или части системы, из которой сливается масло.

Рекомендация
(Институт Холода) по
сливу масла из систем
на аммиаке

В целях безопасности важно соблюдать установленную процедуру извлечения и обеспечить выполнение работ подготовленным и аттестованным специалистом. С конкретными рекомендациями можно ознакомиться по ссылке в разделе «Дополнительные ресурсы» в конце этого Модуля.

Модуль 5. Вопросы самопроверки

Ответьте на несколько вопросов, чтобы проверить свои знания:

Вопрос 1 –

Какой рекомендуемый радиус вокруг места проведения работ должен быть свободным от источников воспламенения при работе с R1270?

- I. 0,3 м
- II. 1 м
- III. 3 м
- IV. 10 м

Вопрос 2-

Каким способом R744 извлекается из системы?

- I. Выпускается в хорошо проветриваемой зоне
- II. Извлекается при помощи станции рециклирования высокого давления
- III. Закачивается в баллоны высокого давления
- IV. Система вакуумируется

Вопрос 3 –

Для какого хладагента особенно важно соблюдать вес заправки?

- I. R32
- II. R1234ze
- III. R744
- IV. R600a

Вопрос 4 –

При выполнении работ, предполагающих вскрытие контура системы, работающей на воспламеняющемся хладагенте, зону проведения работ необходимо контролировать течеискателем. При каком проценте нижнего концентрационного предела воспламенения воспламеняющегося хладагента должна сработать сигнализация?

- I. 100%
- II. 20%
- III. 50%
- IV. 150%

Правильные ответы приведены в конце следующей страницы

Что дальше?

Этот Модуль содержит общую информацию о техническом обслуживании и ремонте систем на альтернативных хладагентах. Документы, указанные в ссылках, содержат гораздо больше информации. Перейдите в электронную библиотеку по адресу www.realalternatives4life.eu/e-library, чтобы получить полезную дополнительную информацию.

Если вы хотите получить сертификат профессионального развития (CPD) «REAL Alternatives 4 LIFE», вам необходимо пройти аттестацию по окончании обучения в учебном центре, аккредитованном «REAL Alternatives 4 LIFE». Информация о процедуре аттестации доступна по адресу: <http://www.realalternatives4life.eu>

Вы можете продолжить самостоятельное обучение, используя Модули Программы «**Real Alternatives 4 LIFE Europe**»:

1. Альтернативные хладагенты. Введение. Безопасность, эффективность, надежность и надлежащие практики
2. Безопасность и управление рисками
3. Особенности проектирования систем на альтернативных хладагентах
4. Предотвращение и определение утечек альтернативных хладагентов
5. Техническое обслуживание и ремонт систем на альтернативных хладагентах
6. Ретрофит существующих систем на альтернативные хладагенты с низким ПГП
7. Законодательство и стандарты по альтернативным хладагентам
8. Влияние утечек хладагентов на экономику и окружающую среду
9. Обследование объектов и рекомендации по сокращению утечек хладагентов

Условия использования

Материалы Программы «REAL Alternatives 4 life» бесплатно предоставляются учащимся в учебных целях и не могут быть проданы, напечатаны, скопированы или воспроизведены без предварительного письменного разрешения. Авторские права на все материалы принадлежат Институту Холода (Великобритания) и партнерам. Материалы были разработаны экспертами и прошли экспертизу и апробацию, при этом Институт и партнеры не несут ответственности за возможные ошибки или неточности. © IOR 2015 г., редакция 2018 г.

Этот проект финансируется при поддержке Европейской Комиссии. Данный материал отражает только точку зрения автора, и Программа ЕС «LIFE» не несет ответственности за любое использование содержащейся в нем информации.

Финансирование и координация работ по переводу на русский язык данного документа осуществлена Региональным центром Программы развития ООН для стран Европы и СНГ в рамках проекта ПРООН-ГЭФ «Содействие в реализации ускоренного вывода из обращения ГХФУ в странах с переходной экономикой».

Перевод: Елена Карпенко, «Globe MPS Group»

Рецензия: Александр Бамбиза, технический координатор проекта ПРООН-ГЭФ в Беларуси

Координация: Селимкан Азизоглу, руководитель регионального проекта, Региональный центр Программы развития ООН для стран Европы и СНГ