

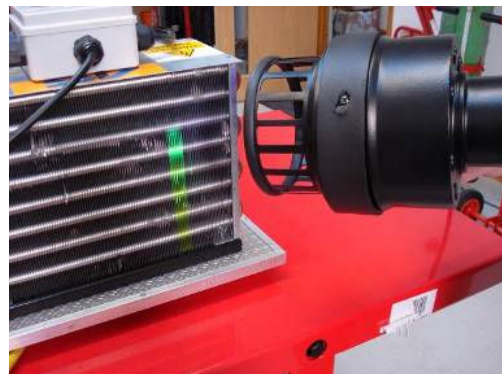


With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Предотвращение и определение утечек альтернативных хладагентов

Содержание

- 1-Введение
- 2-Эффективное определение утечек
- 3-Испытания на герметичность с использованием азота
- 4-Места потенциальных утечек
- 5-Законодательные требования
- 6-Журналы учета технического состояния систем
- 7-Стационарные системы определения утечек





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 непрерывного 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 (CHKT) (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 CHKT) (Словакия)

Модуль 4.

Предотвращение и определение утечек альтернативных хладагентов



1. Введение

Этот Модуль содержит начальную информацию о мерах, направленных на сокращение утечек и не заменяет практического обучения и навыков. В Модуле 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. Этот Модуль содержит информацию о мерах, направленных на предотвращение утечек и определение мест утечек хладагента из действующих систем. Сокращение утечек актуально в отношении всех хладагентов по следующим причинам:

- безопасность - все хладагенты являются асфиксантами, многие альтернативные хладагенты являются воспламеняющимися веществами, а R717 – токсичен;
- сохранение производительности - система, теряющая хладагент, теряет также производительность и потребляет больше энергии, чем полностью заправленная система;
- необходимость минимизации затрат, связанных с заменой хладагента, обслуживанием и дополнительным энергопотреблением;
- повышение надежности и минимизация косвенных потерь;
- минимизация прямого влияния на изменение климата - некоторые альтернативные хладагенты имеют значительный потенциал глобального потепления;
- минимизация косвенных выбросов CO₂, связанных с возрастающим энергопотреблением;
- соблюдение требований законодательства о фторсодержащих парниковых газах, в том числе относительно R32.

Важно обеспечить эффективное определение утечек, но еще более важно обеспечить надежную герметичность холодильного контура, с целью предотвращения ее нарушения и попадания хладагента в окружающую среду.

Определение утечек R717 в значительной мере детализировано из-за существенных отличий от определения утечек ГФУ.

2. Эффективное определение утечек

В этом разделе рассматриваются различные методы определения утечек и принципы их применения.

В таблице ниже представлены методы, которые можно использовать для определения утечек всех альтернативных хладагентов.

Таблица 1. Методы определения утечек

Хладагент	Спрей для обнаружения утечек ¹	Электронный течеискатель ¹	Флуоресцентная добавка	Ультразвуковой течеискатель
R744	Эффективный	Эффективный; течеискатель должен иметь чувствительный к R744 детектор	Приемлемый	Эффективный
R717		Эффективный; течеискатель должен иметь чувствительный к R717 детектор	Не подходит	
R32		Эффективный; течеискатель должен иметь детектор, чувствительный к хладагенту и быть пригодным для работы с воспламеняющимися газами	Эффективный	
R1234ze				
R1234yf				
УВ (R600a, R290, R1270)				

1. При применении любого из этих методов убедитесь в наличии избыточного давления в системе (давление должно быть выше атмосферного). Это особенно важно при работе с R717, R1234ze, R1234yf и R600a, которые работают при более низком давлении, чем другие хладагенты.

Для многих методов необходимо обеспечить максимально высокое давление:

- при проверке стороны высокого давления система должна работать, а давление конденсации должно быть максимальным;
- при проверке стороны низкого давления система должна быть остановлена (без от качки). Например, рабочее давление системы на R290 при температуре испарения -30°C, составляет 0,6 бар, но в выключенной системе при температуре окружающей среды 20°C давление будет составлять 7,4 бар. Не отключайте систему на R744, если это может привести к выпуску хладагента из предохранительного клапана;
- системы с оттайкой насыщенными парами горячего хладагента, при контроле стороны низкого давления должны находиться в режиме оттайки;
- в реверсивных тепловых насосах обе стороны системы необходимо проверять при максимально возможном давлении конденсации.

Независимо от метода определения утечек, важно, чтобы контроль проводился систематически, и проверялись все узлы системы, включая вспомогательные элементы, например, места установки реле давлений и линии сброса предохранительных клапанов. Необходимо обнаружить все утечки - первая обнаруженная утечка, скорее всего, не единственная.

Утечки следует устранять незамедлительно и провести повторную проверку места утечки на герметичность.

Видео, демонстрирующие проведение пузырькового теста на определение утечек, использование течеискателей и добавок, используемых для эффективного определения утечек, а также видео о применении комбинированного ультрафиолетового и

ультразвукового течеискателя доступны в электронной библиотеке «REAL Alternatives 4 LIFE».

Спрей для обнаружения утечек

Вместо применения «самодельного» раствора мыла или мощного средства рекомендуется использовать специальный спрей для обнаружения утечек. Самодельные растворы могут быть слишком слабыми, из-за чего пузырьки не образуются или слишком концентрированными, вследствие чего они фактически маскируют утечку.

Специальный спрей для обнаружения утечек это, как правило, некорродирующий состав, который обладает необходимой консистенцией для легкого образования пузырьков. Он также может содержать антифриз для возможности его применения на трубопроводах при температуре ниже 0°C. Применение спрея - эффективный метод определения утечек, но он требует много времени при применении на системах большой производительности с большим количеством соединений. Его нельзя применять для изолированных труб или на участках системы, работающих под давлением ниже атмосферного. Если интенсивность утечки и/или давление низкие, для образования пузырька может потребоваться много времени.

Это эффективный метод для определения точного местоположения утечки, обнаруженной с помощью электронного течеискателя.



example of bubbling caused by leakage

На видео, доступных в электронной библиотеке «REAL Alternatives 4 LIFE», показаны примеры утечек хладагента, вызывающих при обнаружении пузырьки спрея, а также трудности определения мест утечки.

Электронная
библиотека «REAL
Alternatives 4 LIFE»

Электронные течеискатели

Электронные течеискатели - это контрольно-измерительные приборы, которые необходимо проверять и содержать в исправности для обеспечения точности. Рекомендуется проверять их при каждом использовании. В соответствии с Регламентами ЕС «F-газы», применимыми к R32 и R1234ze, течеискатели следует проверять раз в год. Это минимальное требование - для обеспечения надежной работы их следует проверять чаще.

Необходимо следить, чтобы течеискатель не загрязнялся маслом, также необходимо регулярно менять фильтр (если он установлен).



Три наиболее часто используемых типа течеискателей в которых используются различные принципы определения утечек:

- течеискатели с нагреваемым датчиком - датчик необходимо менять, как правило, после 100 часов работы. На фото показан типичный нагреваемый датчик. Этот метод обычно наименее затратный и наиболее широко применяется для ГФУ-хладагентов.



- инфракрасный (ИК) течеискатель - ИК-течеискатель реже нуждается в замене. На фото показан типичный ИК-течеискатель.



- полупроводниковый сенсор - обычно работает в течение нескольких лет. На фото показан типичный течеискатель, используемый для углеводородов (УВ). Аналогичная технология используется для R717.



При использовании электронных течеискателей для воспламеняющихся хладагентов (например, R600a, R290, R1270, R32 и R1234ze), важно чтобы они отвечали требованиям безопасности и обладали высокой чувствительностью по отношению к хладагенту. Многие электронные ГФУ - течеискатели небезопасны при использовании с воспламеняющимися хладагентами.

Для проверки работы течеискателя следует использовать специальные контрольные образцы утечки – использование просто приоткрытого вентиля на баллоне с хладагентом или системе не позволяет проверить точность работы течеискателя. На фото показано простое устройство создания контрольной течи,



которое монтируется на клапан баллона или на отвод системы. При открытом клапане поток хладагента через устройство составляет приблизительно 5 г/год. Если течеискатель не определяет этого, он нуждается в ремонте. Этот метод может применяться для большинства хладагентов, при этом интенсивность утечек будет разной. Его применение с R744 следует согласовывать с поставщиком - давление R744 может превышать максимальное давление устройства.

Для некоторых хладагентов существуют стандартные образцы утечки. Обычно они представляют собой небольшую емкость хладагента с фиксированной интенсивностью утечек, равной 5 г/год при 20°C.

Высокоскоростной воздушный поток может рассеять хладагент, вследствие чего он не будет обнаружен электронным течеискателем. При проверке герметичности системы в районе конденсатора и испарителя их вентиляторы необходимо по возможности отключать. Необходимо следить за тем, чтобы реле высокого давления и предохранительные клапаны не срабатывали из-за выключения вентиляторов конденсатора. Также, по возможности, при проверке находящегося в машинном отделении оборудования необходимо отключить вентиляцию и все остальные вентиляторы в машинном отделении. Необходимо следить за тем, чтобы это не привело к образованию взрывоопасной концентрации в случае утечки хладагента.

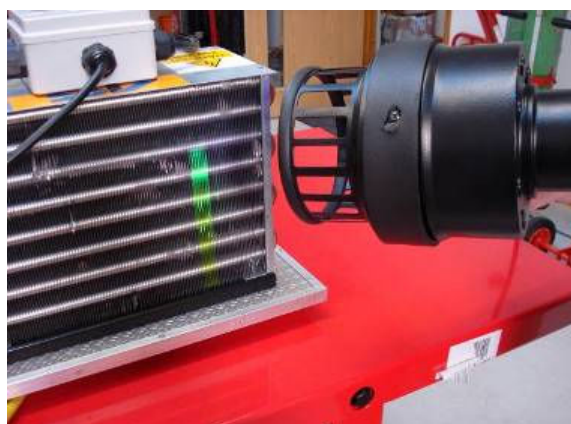
Все альтернативные хладагенты, кроме R717, тяжелее воздуха, поэтому проверять следует в первую очередь нижнюю сторону всех соединений. Входя в холодильную камеру необходимо проверить наличие хладагента на уровне пола. Если шкафы оборудованы вентиляционными отводами, необходимо проверить нижнюю часть шкафа.

На видео, доступном в электронной библиотеке «REAL Alternatives 4 LIFE» показаны методы проверки работы ручного течеискателя.

Электронная
библиотека «REAL
Alternatives 4 LIFE»

Флуоресцентные добавки

Флуоресцентные добавки можно добавлять в масло в системе. Утечку масла с УФ-добавкой можно обнаружить с помощью ультрафиолетовой лампы. Преимущество этого метода заключается в том, что с его помощью можно обнаружить утечку, даже если во время проведения испытаний на герметичность не наблюдается утечки через соединение или компонент – это особенно полезная функция для определения периодических утечек или в случае полной потери хладагента. Добавка остается на оборудовании и ее следует удалить после обнаружения утечки.



У этого метода есть несколько недостатков:

- некоторые производители компрессоров снимают гарантию в случае использования добавки;
- коалесцирующие маслоотделители отделяют эти примеси, поэтому они не попадают в остальную часть системы. Это в частности касается систем централизованного холодоснабжения на R744, в которых обычно используются маслоотделители такого типа.

Ультразвуковые течеискатели

Ультразвуковые течеискатели определяют утечки из/в трубопровод по производимому звуку. Пример прибора показан на фото.

Обычно эти течеискатели имеют встроенный приемник, который регистрирует звуковые сигналы в определенном частотном диапазоне, характерном для утечек хладагентов. Результат обнаружения можно услышать через наушники или благодаря световому/звуковому сигналу.

Преимущество этого метода заключается в том, что его можно применять для систем с любыми хладагентами (или с азотом), а также в тех частях системы, где рабочее давление ниже атмосферного.



Лакмусовая бумага

Утечку R717 можно обнаружить при помощи лакмусовой бумаги, меняющей цвет в зависимости от уровня pH (кислотности). Обнаружение утечек с помощью фенолфталеиновой бумаги (изменение цвета на тест-полоске) менее эффективно, чем использование электронного течеискателя, поэтому его не рекомендуется использовать в качестве единственного метода обнаружения утечек. Тем не менее, влажная лакмусовая бумага вполне может использоваться для



определения места утечки, например, на фланцах или трубах аммиачных систем. Лакмусовая бумага меняет цвет при изменении уровня pH при абсорбции аммиака.

Визуальная проверка

Визуальная проверка не включена в таблицу, в которой перечисляются методы определения утечек, но ее не следует недооценивать.

Индикаторы включают в себя:

- масляные пятна на трубах;
- масляные пятна на изоляции;
- пыль, прилипшую к маслу на трубах;
- коррозию, чрезмерно изношенные или поврежденные компоненты системы.

Масляные пятна после устранения утечки следует убирать, чтобы они не послужили ложным индикатором при следующей проверке.

Необходимо также проверять предохранительный клапан (сигнальный колпачок или разрывную мембрану на выбросном отверстии), поскольку сработавший предохранительный клапан не всегда полностью садится на седло.

Основной причиной наблюдающихся в смотровом стекле жидкостной линии пузырьков является недостаточное количество хладагента, обычно вызванное утечкой. Однако утечка не всегда приводит к испарению хладагента в жидкостной линии, особенно при низкой нагрузке и/или температуре окружающей среды, поэтому систему необходимо проверять на наличие утечек, даже если в смотровом стекле только прозрачная жидкость.

Многие ресиверы оснащены датчиками нижнего уровня жидкости, и их можно использовать для определения недостаточного количества хладагента в системе. Их работу следует проверять, например, путем наблюдения за повышением уровня жидкости в смотровом стекле при откачке системы. Однако, при наличии утечки в системе, это не всегда может быть выявлено с помощью индикатора уровня жидкого хладагента в ресивере.



Примеры визуальных индикаторов утечек

Запах

Большинство хладагентов не обладают запахом, однако R717 обладает очень резким запахом, а R1270 - очень слабым запахом газа.

R717 легко обнаруживается по запаху при низкой концентрации (5 ppm = 3,5 мг/м³). Его утечки следует определять с помощью электронного течеискателя или лакмусовой бумаги.

Запах R1270 недостаточно сильный, чтобы его можно было использовать в качестве надежного индикатора утечек.

Методы косвенного определения утечек

Условия эксплуатации системы с нарушенной герметизацией контура обычно отличаются от нормальных условий:

- давление на входе в компрессор обычно ниже (если оно не регулируется, например, в системе централизованного холодоснабжения);
- перегрев (в испарителе) обычно увеличивается;
- переохлаждение обычно уменьшается;
- давление нагнетания компрессора обычно снижается (если оно не регулируется).

Чрезмерный перегрев и низкое или нулевое переохлаждение являются надежными индикаторами низкого объема заправки хладагента.

Измерение уровня жидкости в ресивере также может быть индикатором потерь хладагента, однако уровень жидкости может меняться естественным образом в зависимости от нагрузки и условий окружающей среды.

Рекомендация
Института Холода об
измерении
перегрева и
переохлаждения

Видео из
электронной
библиотеки «REAL
Alternatives 4 LIFE» о
перегреве и

Рекомендации
Института Холода о
косвенном
определении утечек

Системы на R717

Испытание на герметичность перед вводом в эксплуатацию

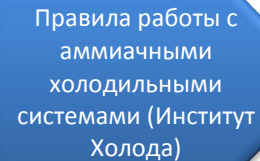
- ✓ Испытания на герметичность должны проводиться в соответствии с утвержденными государственными стандартами.
- ✓ Особое внимание следует уделять определению и устранению малых утечек из компонентов систем под высоким давлением, которые будут труднодоступны после ввода системы в эксплуатацию.

Проверки и испытания холодильных систем в процессе эксплуатации

- ✓ При обнаружении запаха аммиака необходимо провести обнаружение утечек в соответствии с действующими государственными стандартами.
- ✓ Течеискатели могут применяться только для определения уровня интенсивности утечки (низкая, средняя, высокая), но не потерь хладагента.
- ✓ Спреи для обнаружения утечек имеют значительно более низкую чувствительность, чем электронные течеискатели.
- ✓ При необходимости количественного определения интенсивности утечки аммиака можно использовать приборы, работающие с использованием принципов фотоакустической инфракрасной абсорбции.

Квалификационные требования

Обнаружение утечек и неисправностей аммиачных систем должно проводиться и незамедлительно устраняться квалифицированным компетентным персоналом в соответствии с национальным законодательством. После устранения неисправности система должна быть испытана давлением на прочность перед повторным вводом в эксплуатацию.



Правила работы с аммиачными холодильными системами (Институт Холода)

и

Определение утечек

- ✓ Аммиак обладает резким запахом (пороговый предел человеческого восприятия 5 ppm = 3,5 мг/м³), который указывает на необходимость поиска утечек.
- ✓ Утечки, которые при определенных обстоятельствах могут оставаться незамеченными в системах на ГФУ в течение определенного периода времени, невозможно не обнаружить в системах на аммиаке.
- ✓ Очень незначительные утечки в холодильных установках на аммиаке (интенсивность утечек около 100 г NH₃/в год) не могут быть обнаружены по запаху, так как концентрация аммиака меньше 5 ppm.

Принципы предотвращения рисков

- ✓ Рекомендуется использовать минимальное количество хладагента: хладагент, который не находится в системе, не может попасть в окружающую среду.
- ✓ Качественно спроектированная система холодоснабжения с соответствующими компонентами и запорной арматурой будет способствовать сокращению выбросов хладагента во время обслуживания и ремонта.
- ✓ Для минимизации утечек необходимо выбирать компоненты с хорошими уплотнениями. При этом необходимо учитывать необходимость проведения регулярного контроля утечек хладагента.
- ✓ Важно выбирать совместимые материалы, иначе могут возникнуть дополнительные возможности для возникновения утечек. Например, объем эластомеров может увеличиваться (разбухать) или уменьшаться (сжиматься) при контакте с некоторыми маслами и аммиаком.

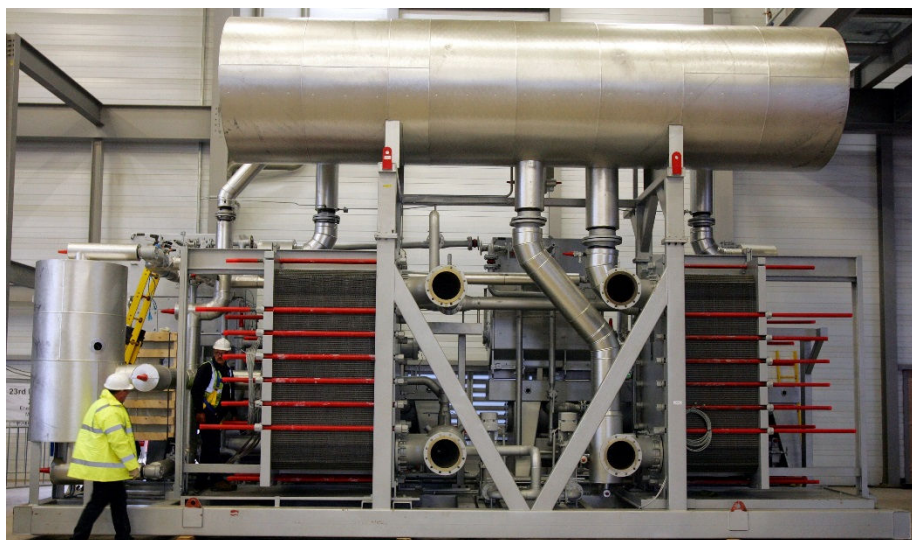
Трубопроводы

- ✓ Поскольку аммиак корродирует медь, аммиачные системы обычно проектируются с использованием труб и фитингов из углеродистой или нержавеющей стали. Более подробная информация о современных практиках, связанных с трубопроводами для систем на аммиаке, содержится в Правилах работы с аммиачными холодильными системами Института Холода.
- ✓ Для минимизации риска утечек рекомендуется использовать сварные соединения вместо фланцевых.
- ✓ Для трубопроводов диаметром менее 40 мм рекомендуется применять сварку внахлест, вместо стыковых сварных соединений.

Проверка водяных контуров на наличие утечек аммиака

- ✓ В соответствии со стандартом EN 378 в системах холодоснабжения, в которых объем заправки хладагента превышает 500 кг, необходимо обеспечить контроль за наличием хладагента во всех подключенных контурах водяного или гликолевого охлаждения.
- ✓ Следует избегать попадания аммиака в канализационную систему или воду, охлаждающую испарительный конденсатор.
- ✓ В настоящее время наиболее распространенной измерительной системой является контроль значений рН. Утечка аммиака в водяной контур приводит к увеличению значения рН.

- Рекомендуется установить устройство с функцией автоматической температурной компенсации для дифференциального измерения рН на входе и выходе из теплообменника. В случае превышения предельно допустимого значения рН необходимо обеспечить отключение теплообменника по воде и аммиаку с помощью арматуры с электроприводом или вручную. Точность новейших ионоселективных измерительных приборов значительно выше.
- ✓ Еще одной возможностью является использование аммоний-селективного электрода. В этом случае дифференциальное измерение не требуется.



Пример чиллера на аммиаке с трубопроводом из нержавеющей стали

3. Испытания на герметичность с использованием азота

Если утечку не удастся определить при помощи вышеуказанных методов, а также в случае утечки всего объема заправки хладагента, контур системы необходимо испытать на герметичность давлением с использованием азота.

Систему необходимо медленно заполнить азотом до уровня максимально-допустимого давления (PS)¹, а затем либо:

- проверить каждое соединение при помощи спрея для обнаружения утечек, либо
- оставить систему под давлением без подпитки азотом в течение не менее 12 часов, после чего проверить, как изменилось давление в контуре.

Пособие 24
(Институт Холода)
«Опрессовка
смонтированных
систем азотом для
определения
утечек»

Влияние температуры окружающей среды на давление

¹ Стандарт EN378-2:2016 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация», пункт 6.2.2

Обратите внимание, что в случае применения последнего метода, необходимо также учитывать температуру окружающей среды из-за взаимосвязи между температурой и давлением газообразного азота в системе. Если этого не сделать, повышение температуры окружающей среды может скрыть потерю азота. В соответствии с законом Гей-Люссака о давлении и температуре:



$$P2 = (P1 \times T2) / T1$$

где:

P1 - давление в начале испытаний (бар абс.)

P2 - давление в конце испытаний (бар абс.)

T1 - температура окружающей среды в начале испытаний (по Кельвину)

T2 - температура окружающей среды в конце испытаний (по Кельвину).

Как правило, в большинстве случаев давление изменится на 0,7 бар при изменении температуры на 5 К. Давление в системах на R744 изменится больше.

Для расчета можно использовать калькулятор excel – на рисунке приведен пример результатов измерения давления на стороне высокого давления транскритической системы на R744.

Nitrogen Pressure Change	Inputs
Starting Pressure P1 (bar g)	120.00
Starting Temperature T1 (°C)	7.00
Finishing Temperature T2 (°C)	18.00
Finishing Pressure P2 (bar g)	124.75
Pressure Change (bar)	4.75

© Copyright Cool Concerns Ltd
www.coolconcerns.co.uk

Готовая газовая смесь

Испытание на герметичность также можно проводить при помощи специальной смеси азота и гелия или водорода, обычно в соотношении 5% газовой примеси и 95% азота. Преимущество использования примеси гелия или водорода состоит в том, что оба эти газа имеют молекулы малого размера, низкие молекулярную массу и скорость газа, из-за чего они вытекают и рассеиваются быстрее. Необходимо использовать электронный детектор, чувствительный к газовой примеси и такие детекторы есть. На фото изображен течеискатель, который определяет как водород, так и углеводородные хладагенты.



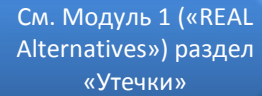
Информация
Trace-A-Gas

Примечание. Необходимо использовать широко доступные готовые газовые смеси; не следует готовить такие смеси на объекте.

Видео из
электронной
библиотеки «REAL
Alternatives 4 LIFE»
об использовании
готовых газовых
смесей

4. Места потенциальных утечек

Места потенциальных утечек систем, работающих на альтернативных хладагентах, такие же, как и у систем на обычных хладагентах. Потенциал возникновения утечек в системах на УВ обычно низкий, поскольку компоненты систем хорошо подобраны и имеют небольшое количество соединений. Вероятность возникновения утечек в системах на R744 зачастую выше, поскольку этот хладагент, как правило, используется в системах централизованного холодоснабжения с множеством соединений и с более высоким давлением в контуре (в рабочем и отключенном состоянии холодильной системы). Молекула R744 также имеет небольшой размер, что способствует его проницаемости через микротрещины и поры, т.е. утечкам.



См. Модуль 1 («REAL Alternatives») раздел «Утечки»

Ниже приведены важные аспекты минимизации возможности утечек, актуальные для всех хладагентов:

- ✓ тип системы - системы централизованного холодоснабжения большой производительности имеют больший потенциал образования утечек, чем компактные системы - это отчасти связано с процессом монтажа и наличием большего количества соединений в системах централизованного холодоснабжения;
- ✓ рабочее давление и давление при отключении - при высоких давлениях необходимо уделять значительно больше внимания выбору комплектующих, соединениям, монтажу и определению утечек;
- ✓ спецификация оборудования, изделий и материалов. Все комплектующие должны соответствовать давлению, температуре, типу хладагента и масла. Это касается всех комплектующих: от сердечников клапанов Шредера до паяных пластинчатых теплообменников и компрессоров;
- ✓ рекомендуется по возможности избегать применения компрессоров открытого типа. Если их применение обязательно, необходимо убедиться в наличии уплотнительных колец;
- ✓ необходимая информация - должны быть предоставлены точные чертежи с указанием мест расположения всех соединений и точек доступа;
- ✓ конструкция должна быть простой в обслуживании - соединения должны быть доступны для обеспечения возможности легкого и тщательного определения утечек;
- ✓ толщина труб - должна соответствовать давлению. Для некоторых частей систем на R744 необходимо использовать стальные или медные трубы серии K65², которые рассчитаны на высокое давление;
- ✓ способ соединения труб, а также труб и компонентов - паяные или сварные соединения всегда будут иметь меньший потенциал возникновения утечек, чем любые механические соединения. Техники, выполняющие пайку или сварку, должны иметь соответствующую квалификацию. В спецификации необходимо указать требуемые паяные и сварочные материалы;

² Труба серии K65 содержит 2,5% железа и подходит для использования на стороне высокого давления транскритических систем на R744

- ✓ проектирование и монтаж – разводка труб должна обеспечивать минимизацию вибрации; трубы должны быть надлежащим образом закреплены в соответствии со стандартом EN378³ (а не просто подсоединены). Трубы должны быть смонтированы с достаточными межтрубными зазорами (не впритык);
- ✓ монтаж компонентов. Во избежание повреждений, многие компоненты должны быть защищены во время сварочных работ. При сварке, сердечники клапанов Шредера следует вынуть. Компрессоры должны монтироваться в соответствии с инструкцией производителя для обеспечения отсутствия вибрации;
- ✓ надлежащая опрессовка для обнаружения утечек перед вводом системы в эксплуатацию - системы должны быть испытаны под давлением на прочность и герметичность в соответствии со стандартом EN378⁴. Необходимо выделить время на тщательную проверку герметичности, устранение неисправностей и повторные испытания;
- ✓ настройка реле высокого давления - в соответствии со стандартом EN378⁵ настройка давления сработки предохранительного клапана должна составлять не более 90% от максимально-допустимого давления в системе (PS). В ином случае существует вероятность сработки предохранительного клапана, если реле высокого давления не успеет вовремя отключить систему в случае резкого повышения давления;
- ✓ техническое обслуживание - процедура технического обслуживания должна соответствовать типу системы, ее размеру, возрасту, условиям эксплуатации. Регулярность испытания на герметичность, установленная Регламентами ЕС «F-газы»⁶, должна быть принята в качестве минимальной в отношении всех типов хладагентов (см. раздел 6), при этом многие системы целесообразно проверять на наличие утечек чаще, например, еженедельно или ежемесячно. Все обнаруженные утечки должны быть безотлагательно устранены, а система повторно проверена на герметичность;
- ✓ надлежащее обслуживание – вся присоединенная к контуру арматура должна быть перекрыта (отглушена), оребрение конденсатора должно регулярно чиститься с целью минимизации давления в контуре, заданные параметры регуляторов давления должны минимизировать давление на входе в компрессор, также необходимо устранять любую вибрацию.



Соединения с развальцовкой трубы

Рекомендуется минимизировать использование развальцованных соединений, но в некоторых узлах целесообразно использовать разборные соединения (например, для присоединения фильтров-осушителей УВ-систем на жидкостных линиях, устанавливаемых для замены без распайки). В этом

³ Стандарт EN378-2:2016 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды», (требования к проектированию, конструкции, изготовлению, испытаниям, маркировке и документации), пункт 6.2.3

⁴ Стандарт EN378-2:2016 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды», (требования к проектированию, конструкции, изготовлению, испытаниям, маркировке и документации), пункт 6.3

⁵ Стандарт EN378-2:2016 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды», (требования к проектированию, конструкции, изготовлению, испытаниям, маркировке и документации), пункт 6.2.2

⁶ ЕС 842/2006 и EU 517/2014

случае штуцер под вальцовочное соединение припаивается твердым высокотемпературным припоем. Такое механическое соединение имеет более низкий потенциал возникновения утечек, чем сделанная вручную развальцовка.

Конусную гайку необходимо затянуть до нужного момента с помощью динамометрического ключа. Соответствующие значения крутящего момента указываются производителями штуцеров для вальцовочных соединений, а также в стандарте EN378⁷ для ручной развальцовки.



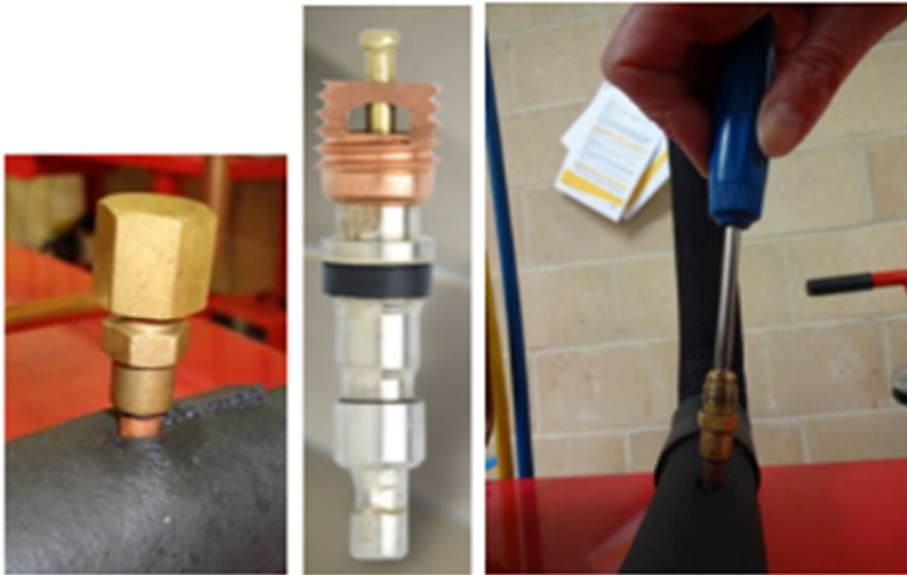
Клапаны Шредера

В 2007 году в рамках проекта «Real Zero» в Великобритании были определены 13 типичных мест возникновения утечек, а также методы их предотвращения. Иллюстрированное пособие по указанным местам утечек можно загрузить из электронной библиотеки «REAL Alternatives 4 LIFE». Очень важно провести испытания на герметичность всех этих мест потенциальных утечек. В рамках проекта и последующего опыта использования альтернативных хладагентов были определены три ключевые области, имеющие наибольший потенциал для улучшений.

Сердечники клапанов Шрёдера необходимо выбирать таким образом, чтобы они соответствовали типу хладагента и масла, а также диапазону давления и температуры. Для разных систем и хладагентов могут потребоваться разные типы сердечников клапанов Шредера.

Перед припайванием корпуса клапана Шредера к системе, из него необходимо вынуть сердечник, а затем, после охлаждения корпуса, установить обратно. После этого сердечник следует затянуть с нужным крутящим моментом.

⁷ Стандарт EN378-2:2016 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды», (требования к проектированию, конструкции, изготовлению, испытаниям, маркировке и документации), пункт 6.2.3.2.3.3



Hexagonal nut; Schrader Valve; Specialist tightening tool

Клапан должен быть заглушен. Обратите внимание, что обычно используемая заглушка имеет уплотнительную прокладку, которая истончается и теряет свои уплотняющие свойства при нагревании – лучшим вариантом является шестигранная гайка или заглушка клапана Шредера, которые можно тщательно затянуть с помощью специального инструмента. Гайку следует выбирать так, чтобы она не деформировала клапан Шредера при затягивании.

Предохранительные клапаны для холодильных систем на R744

Предохранительные клапаны систем на R744 являются типовым местом возникновения утечек по ряду причин:

- давление в системах на R744 может резко повышаться в случае изменения условий или неисправности;
- давление во время остановки в некоторых частях системы часто выше, чем максимально-допустимое давление (PS) (и, следовательно, параметры предохранительных клапанов);
- рабочее давление часто приближено к максимально-допустимому давлению (PS).

Предохранительные клапаны после срабатывания не всегда возвращаются в исходное положение, поэтому важно проверять их на герметичность. После нескольких срабатываний пружина ослабляется, что приводит к снижению давления срабатывания предохранительного клапана и усугублению вышеуказанных проблем.

Для сокращения сбросов и утечек хладагента через предохранительные клапана необходимо обеспечить оптимальную разницу между нормальным рабочим и максимально-допустимым давлением в системе (PS) для каждой части системы.

Справа - пример предохранительного клапана (другие типы доступны у ряда производителей).



5. Законодательные требования

Периодичность испытаний на герметичность должна соответствовать типу системы, ее сроку эксплуатации и состоянию. Для систем на R32 периодичность испытаний на герметичность определена Регламентом (ЕС) №517:2014 «F-газы». Рекомендуется регулярное проведение контроля на наличие утечек всех стационарных систем на компрессорах с сальниковыми уплотнениями (даже тех, которые содержат альтернативные хладагенты с низким ПГП) в рамках планового технического обслуживания, а результаты документировать для целей внутреннего контроля и отчетности.

Регламент (ЕС)
№517:2014 «F-газы»

Ниже приведена периодичность проведения контроля утечек хладагента для систем, содержащих фторированные газы, требуемая с 1 января 2015 года:

Таблица 2. Периодичность испытаний на герметичность (Регламент ЕС «F-газы») с 01.01.2015 г.

Объем хладагента в системе	Периодичность контроля утечек хладагента
5 - 50 тонн CO ₂ эквивалента, или 7,4 - 74 кг R32	1 раз в год 1 раз в 2 года при условии наличия системы определения утечек
50 - 500 тонн CO ₂ эквивалента, или 74 - 740 кг R32	2 раза в год 1 раз в год при условии наличия системы определения утечек
Более 500 тонн CO ₂ эквивалента, или более 740 кг R32 (необходима стационарная система определения утечек)	4 раза в год 2 раза в год при условии наличия стационарной системы определения утечек

В случае обнаружения утечки, она должна быть устранена в кратчайшие сроки, а система проверяется на предмет утечки в течение месяца, чтобы удостовериться, что ремонт был эффективным.

Важно принять указанную частоту определения утечек в качестве необходимого минимума. Более часто контроль утечек хладагента должен проводиться в системах:

- которые имеют большое количество мест потенциальных утечек (например, системы централизованного холодоснабжения);
- которые работают под высоким давлением (например, системы на R744 и R32);
- которые имеют большой срок эксплуатации или находятся в плохом состоянии.

Это позволит сэкономить деньги, максимально увеличить надежность и минимизировать энергопотребление, время ремонта и простоя.

Доказано, что утечки значительно сокращаются в системах, которые чаще проходят контроль утечек хладагента (например, раз в месяц).

Пример
супермаркета «Asda»
(Институт Холода)

6. Журналы учета технического состояния систем

Журналы учета технического состояния систем являются важным инструментом сокращения утечек и обязательным требованием для многих систем на ГФУ (и, следовательно, систем на R32 и R1234ze). Журнал учета технического состояния системы необходимо изучать для определения общих принципов утечек, сравнения с аналогичными системами и определения способов минимизации утечек в будущем. Их ведение также необходимо для систем, в которых не используются ГФУ-хладагенты, и они должны включать в себя следующую информацию:

- тип и количество хладагента в системе;
- значения максимально-допустимого давления (PS)⁸ в системе;
- сведения о проведении испытаний на герметичность;
- сведения о месторасположении выявленных утечек;
- сведения о проведенных ремонтах.

Система также должна быть четко маркирована, с указанием типа и веса хладагента. Для систем на ГФУ эти сведения должны быть выражены в весовом эквиваленте диоксида углерода (CO₂) (например, CO₂ - эквивалент одного кг R32 составляет 675 килограмм).

Ниже приведен пример шаблона Журнал учета технического состояния системы (более детальная информация содержится в Модуле 9).

F Gas Refrigerant Monitoring Tool											
Institute of Refrigeration (IOR) REAL Zero Project											
Site Name:											
Site Address:											
Postcode:											
Time Period Recorded		From:		Telephone No.			To:				
System No.	Plant Name	Plant Reference No.	REFRIGERANT		TIME PERIOD			REFRIGERANT LOSS		REFRIGERANT EMISSIONS	
			Refrigerant Type	Refrigerant GWP (relative to CO ₂)	First Record Date	Latest Record Date	Period Covered (years)	Total Refrigerant Use (kg)	12 Month Equivalent Use of Refrigerant (kg p.a.)	12 Month Equivalent Loss of Charge (% p.a.)	Carbon Equivalent of Lost Refrigerant (tonneCO ₂ e)
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Totals (all systems)								0.0	0.0	0.0	0.0

Time Period Covered by This Report (years)	0.00
Carbon Equivalent of Refrigerant Emissions Over This Period (tonneCO ₂ e)	0.0
12 Month Carbon Equivalent of Refrigerant Emissions (tonneCO ₂ e p.a.)	0.0
Total Refrigerant Used Over This Period - All Systems (kg)	0.0
Total Entrained Mass of Refrigerant - All Systems (kg)	0.00
Total Refrigerant Charge Lost Over This Period - All Systems (%)	#DIV/0!

Refrigerant Use (All Systems)

12 Month Equivalent Refrigerant Use (kg p.a.)

12 Month Equivalent Loss of Charge (% p.a.)

System No.

Disclaimer: The IOR accepts no liability for any errors or omissions

Version 3.4 © IOR 2009

Идентификационные таблички

Маркировка систем, содержащих F-газы, является законодательным требованием, а требования относительно содержания идентификационных табличек содержатся в регламентах. При этом в качестве наглядной информации можно использовать приведенные ниже изображения (см. примеры ниже) с размещением их на оборудовании, течеискателях и баллонах с хладагентом, для напоминания техническому персоналу о важности своевременного определения и устранения утечек (таблички можно загрузить из электронной библиотеки «REAL Alternatives 4 LIFE»).

⁸ Значения PS содержатся в стандарте EN378-1:2016 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды». Дополнительная информация содержится в Модуле 7.

Have you checked that I'm working before you use me?



- ✓ Have you checked your leak detector sensitivity against a calibrated leak?
- ✓ Do not assume the first leak you find is the only leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at www.realzero.org.uk

IOR ior.org.uk **realzero** www.realzero.org.uk

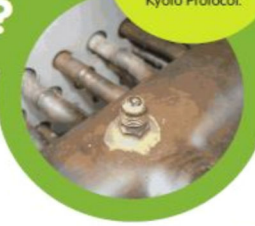
Have you found the leak before you use me?



- ✓ It is illegal to top up a system without first finding the leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at www.realzero.org.uk

IOR ior.org.uk **realzero** www.realzero.org.uk

Have you found the leak before you charge me?



This Equipment contains fluorinated greenhouse gases covered by The Kyoto Protocol.

- ✓ It is illegal to top up a system without first finding the leak!
- ✓ Do not assume the first leak you find is the only leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at www.realzero.org.uk

Contains _____ kg of Refrigerant

IOR ior.org.uk **realzero** www.realzero.org.uk

7. Стационарные системы определения утечек

Стационарные системы определения утечек хладагента используются для обеспечения безопасности, а в некоторых случаях - в соответствии с требованиями законодательства (см. предыдущий раздел относительно ГФУ). Стационарная система определения утечек хладагента не является альтернативой контролю в процессе эксплуатации.

Все стационарные системы определения утечек должны обнаруживать хладагент в воздухе рядом с холодильной системы и сигнализировать об обнаружении хладагента. Сигнализация является обязательным требованием.

Уровень срабатывания анализатора должен быть установлен на уровне 25% НКПВ (нижнего концентрационного предела воспламенения) или 50% ПДК (АТЕЛ)/ПНК (ODL), в зависимости от того, какое из значений ниже⁹. Уровни срабатывания анализатора в случае обнаружения альтернативных хладагентов приведены в таблице ниже. Полная

Рекомендации Института Холода по стационарным системам определения утечек

Обнаружение газа в холодильных системах («Danfoss»)

Пособие 5 («Eurammon») «Контроль утечек из аммиачной

Рекомендация 10 Института Холода «Работа с аммиаком»

⁹ Стандарт EN 378-3:2016 9.3.1

информация о типах и расположении детекторов, а также информация о системах сигнализации при обнаружении R717 содержится в стандарте EN 378.

Хладагент	НКПВ, кг/м ³	ПДК (ATEL), кг/м ³	Уровень срабатывания анализатора, кг/м ³
R744	н/д	0,072	0,036
R717	0,116	0,00022	0,00011
R32	0,307	0,30	0,077
R1234ze	0,303	0,28	0,076
R600a	0,043	0,059	0,011
R290	0,038	0,09	0,010
R1270	0,047	0,0017	0,00085

Датчики

Датчики должны быть установлены в местах возможного скопления холодильного газа при утечках - на нижнем уровне для всех хладагентов, за исключением R717, датчики обнаружения которого должны быть установлены на верхнем уровне. В качестве альтернативы датчики можно установить в воздушном потоке от испарителя. Количество датчиков должно быть достаточным для обеспечения безопасности всей зоны. Датчики должны быть установлены в закрытых зонах, через которые проходят трубы, например, коробах и межпотолочном пространстве.

На рисунке справа приведен пример электронного блока стационарной системы определения утечек хладагента.



Наладка/обслуживание

Стационарные системы определения утечек хладагента должны быть доступны для проведения наладки/обслуживания и защищены от повреждений. В наличии должно быть оборудование для проверки системы обнаружения. Проверку работы системы необходимо проводить минимум раз в год. По возможности, должна быть предусмотрена как световая, так и звуковая сигнализация (сирена), при этом интенсивность звукового сигнала должна обеспечивать превышение уровня звука над уровнем шума не менее, чем на 15 дБ как в пределах, так и за пределами помещения, где находится оборудование.

Системы обнаружения R717

Контроль в машинных отделениях, в которых находятся аммиачные холодильные системы, обеспечивается стационарными датчиками, в соответствии с требованиями стандарта EN 378 для систем, объем заправки хладагента, в которых превышает 50 кг. Незначительные утечки системой не определяются из-за более высокого порога срабатывания (приблизительно 500 ppm).

Типы датчиков

Обнаружение токсичных газов в промышленных средах обычно проводится при помощи электрохимических датчиков. Для обнаружения воспламеняющихся газов используются полупроводниковые и пеллисторные (или каталитические) датчики. Датчики и системы,

устанавливаемые в местах расположения аммиачных холодильных систем, должны быть в искробезопасном исполнении и пригодными для использования в опасных средах Зоны 2.

а) Датчики с встроенным электрохимическим элементом

- ✓ Электрохимические датчики предназначены для обнаружения низкой концентрации аммиака (50 ppm и 500 ppm). Датчики представляют собой небольшие батареи, которые начинают разряжаться сразу после изготовления.
- ✓ Скорость разрядки увеличивается в присутствии целевого газа (а в некоторых случаях, но в меньшей степени, в присутствии других газов). Срок службы датчиков составляет от восемнадцати месяцев до четырех лет (в зависимости от исходной концентрации газа и рабочих условий - температуры и влажности).
- ✓ При использовании датчиков с встроенным электрохимическим элементом необходимо помнить, что они являются расходными материалами, которые требуют регулярной замены и что это может быть затратно.

б) Полупроводниковые датчики

- ✓ Определение загазованности аммиаком (при уровнях концентрации 10 000 ppm) может осуществляться при помощи надежных полупроводниковых датчиков.
- ✓ Основные преимущества полупроводниковых датчиков - длительный срок службы, способность работать в неблагоприятных условиях, быстрое срабатывание и низкое энергопотребление.
- ✓ Основным недостатком является реакция на другие газы, вследствие чего они иногда дают сигнал ложной тревоги.

в) Пеллисторные (или каталитические) датчики

- ✓ Эти датчики также могут использоваться для обнаружения аммиака при концентрации 10 000 ppm. Основной принцип работы пеллисторного датчика состоит в том, что горючий газ сжигается на поверхности нагретой платиновой проволоки, покрытой катализатором. Повышение температуры и вызывает изменение сопротивления и регистрируется электроприборами.
- ✓ Однако чувствительный элемент датчика может быть «отравлен» другими соединениями, чувствительность может также ощутимо снизиться при воздействии на датчик высоких концентраций определяемого газа.
- ✓ Обратите внимание, что пеллисторный датчик может не сработать при превышении нижнего концентрационного предела взрываемости присутствующих газов.

Инфракрасные системы обнаружения

В этих системах используется небольшой вакуумный насос, который служит для отбора проб из разных точек помещения, прокачки их через фильтр и последовательной их подачи в инфракрасный анализатор. В анализаторе образец исследуется на присутствие примеси конкретного газа и с указанием точки отбора, из которой он был взят. Анализатор может определять концентрации аммиака в воздухе в диапазоне от 0 ppm до 10 000 ppm.

Пороги срабатывания и функция переключения сигнализации

- ✓ В соответствии со стандартом EN 378 для аммиака низкий уровень опасности составляет не более 500 ppm объемных, а высокий уровень опасности 30 000 ppm и выше.
- ✓ Сигнализация с низкого уровня опасности хладагента связана с уровнем токсичности (ПДК). При достижении низкого уровня опасности активируется механическая вентиляция. Кроме того, может быть отправлено оповещение, если холодильная система контролируется удаленно.
- ✓ При сигнале высокого уровня опасности все оборудование в машинном отделении, в том числе и механическая аварийная вентиляция, должны автоматически отключаться. Аварийное освещение должно быть включено.

Рассеивание газа и расположение датчиков

- ✓ Количество и расположение датчиков на рабочем месте зависят от размеров помещения и количества расположенного в нем оборудования. Как правило, один датчик рассчитан на площадь около 36 м².
- ✓ Приоритетным является расположение датчиков вблизи уплотнений валов компрессоров и жидкостных насосов. В общем, датчики для обнаружения паров аммиака должны располагаться над оборудованием, однако в помещениях насосных установок один датчик необходимо расположить на низком уровне рядом с насосами для обнаружения утечек жидкого хладагента.
- ✓ Целесообразно установить несколько датчиков в помещении машинного отделения, при этом, по крайней мере, один из датчиков должен быть предназначен для включения сигнала низкого уровня опасности.
- ✓ Датчик в отводящем патрубке предохранительного клапана может контролировать утечки или срабатывание клапана. Также для контроля утечек через ПК возможна установка разрывной мембраны.

Модуль 4. Вопросы самопроверки

Ответьте на несколько вопросов, чтобы проверить свои знания:

Вопрос 1 -

В соответствии с последним Регламентом (ЕС) №517:2014 «F-газы», как часто необходимо испытывать на герметичность систему на R1234ze с объемом заправки хладагента 300 кг, не оснащенную стационарной системой определения утечек?

- I. нет необходимости в проведении испытаний на герметичность
- II. раз в год
- III. два раза в год
- IV. четыре раза в год

Вопрос 2-

Какой хладагент может быть обнаружен с помощью лакмусовой бумаги?

- I. R32
- II. R744
- III. R290
- IV. R717

Вопрос 3-

Какой из этих хладагентов легче воздуха?

- I. R744
- II. R32
- III. R717
- IV. R290

Вопрос 4-

В соответствии с Регламентом (ЕС) №517:2014 «F-газы», на холодильной системе необходимо смонтировать систему обнаружения хладагента, если она содержит в тоннах CO₂-эквивалента больше хладагента, чем:

- I. 50
- II. 150
- III. 300
- IV. 500

Правильные ответы приведены в конце следующей страницы.

Что дальше?

Этот Модуль содержит общую информацию о предотвращении и определении утечек альтернативных хладагентов. 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: 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.

Правильные ответы: B1 = i, B2 = iv, B3 = iii, B4 = iv

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