

ЮНИДО

Учебный практикум по работе с
углеводородными хладагентами
Москва, 3-7 сентября 2012 г.

УВ хладагенты
Основы
безопасного
обслуживания



Содержание

- Углеводородные (УВ) хладагенты
- Вопросы безопасности: горючесть и пр.
- Обслуживание оборудования с УВ
 - Необходимые инструменты и оборудование
 - Рабочие условия
 - Порядок обслуживания
- Дальнейшие действия и контактная информация

Углеводородные хладагенты

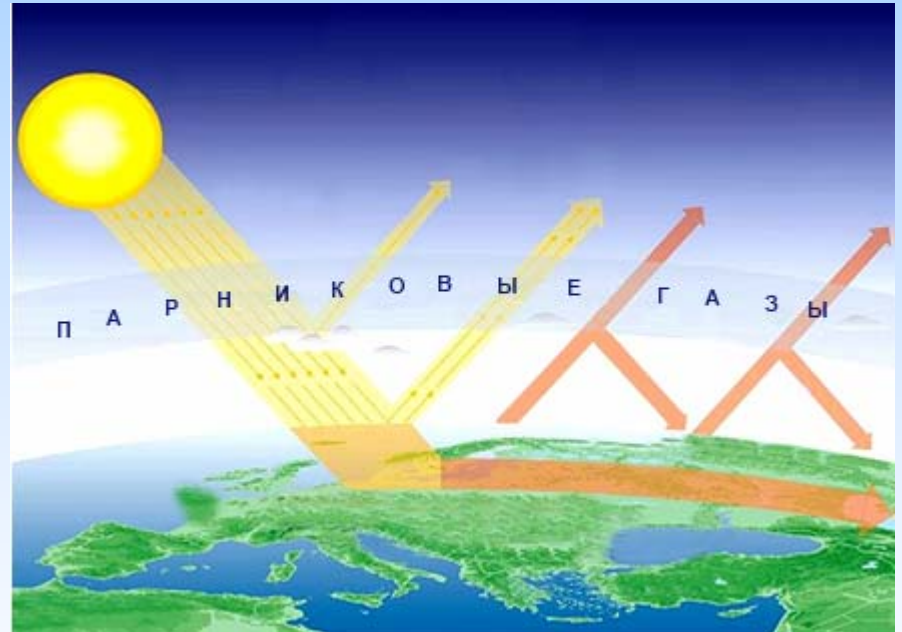
Разрушение озонового слоя

- ХФУ (например, R12) разрушают озоновый слой и выводятся из обращения
- ГХФУ (например, R22)



Изменение климата

- ГФУ (например, R134a) заменяют ХФУ и ГХФУ и тоже относятся к парниковым газам.



Хладагенты и окружающая среда

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	Планируется вывод из обращения
ГФУ R134a R410 R407	Нулевой	Высокий	Нет	Нет	Требуется другой тип масла и фильтров, возможны утечки	Чувствительны к влажности и загрязнению
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

Классификация



Зеленое охлаждение

- С 1990-х гг. УВ используются в бытовых холодильниках.
 - На 2010 г. в Европе произведено более 180 млн таких холодильников.
- УВ используются в более крупных системах: осушителях, сплит-системах.
- Системы с большим объемом УВ используются в промышленности.



Природные УВ хладагенты

- R600a: европейские бытовые холодильники Bosch, Siemens, Liebherr, Whirlpool и т.д.
- R290: моноблочные кондиционеры и сплит-системы **GREE China**.
- R290: чиллеры.
- Компании Unilever, Coca Cola и McDonalds сотрудничают с Гринпис и ЮНЕП.
- Расширяется использование природных хладагентов, в том числе УВ и CO₂.

Природные хладагенты

- УВ — это лучший вариант для коммерческого охлаждения.
- В Европе УВ используется в 100 000 холодильных витрин (на конец 2010 г.)



Краткая история УВ хладагентов

В начале XX в. УВ использовались в новой для того времени отрасли холодильного оборудования.

В 1930-х гг. начинается распространение ХФУ (негорючих хладагентов), доля УВ уменьшается.

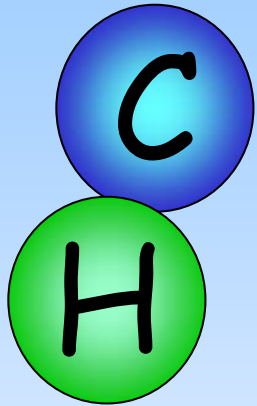
В 1950-х гг. появляются полугерметичные и герметичные компрессоры.

В 1970-х гг. обнаружено разрушение озонового слоя из-за ХФУ.

В 1980-х гг. ГФУ и УВ начинают замещать ХФУ.

В 1992 г. немецкий производитель холодильного оборудования Scharfenstein Co. представил первый холодильник на УВ.

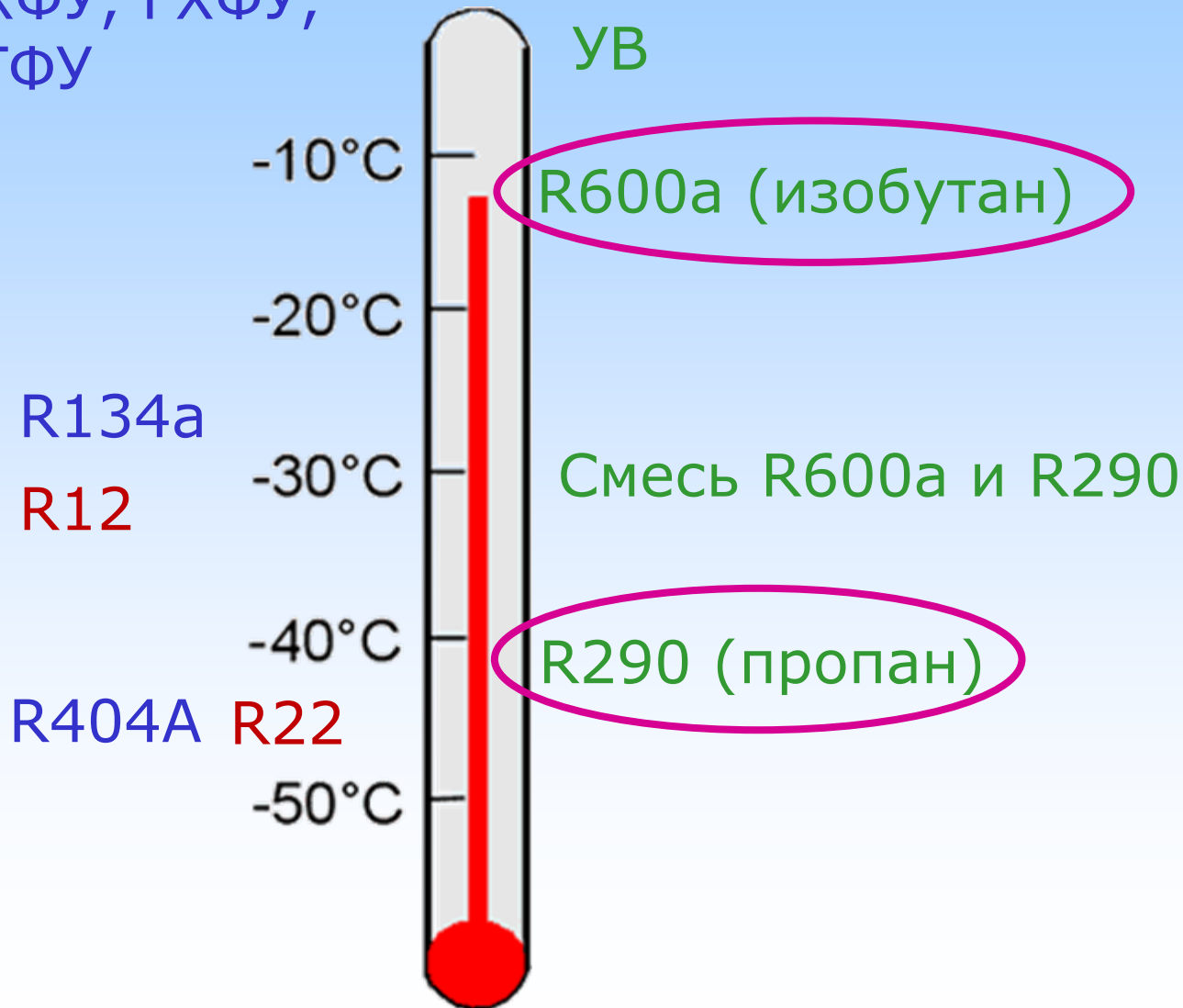
Углеводородные хладагенты



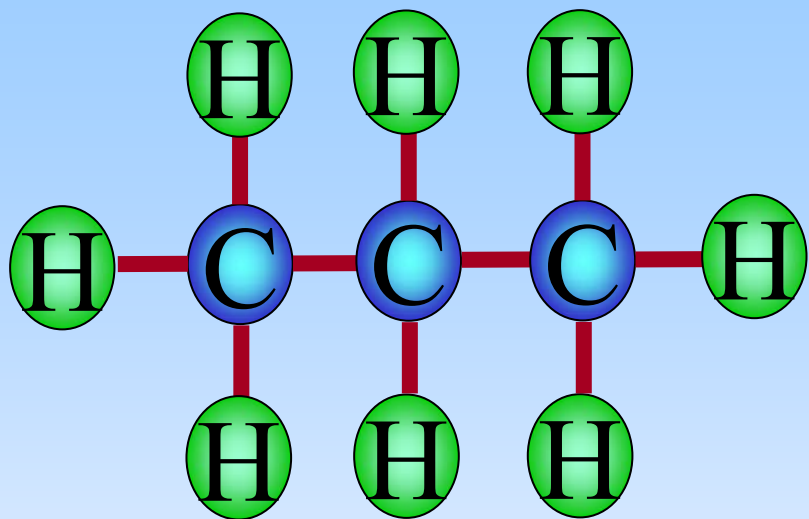
- В качестве хладагентов используются различные УВ.
- Уже давно используются на очень крупных предприятиях.
- ☺ Отличаются высоким качеством и КПД.
- ☺ Их воздействие на окружающую среду незначительно.
- ☺ Совместимы с медными деталями и минеральными маслами.
- ☺ Процесс очистки аналогичен процессу очистки R12/R22.
- ☺ Обслуживание по большей части такое же, **за исключением вопросов безопасности.**
- ☹ Горючи и взрывоопасны.
- ☹ Пригодны для использования как хладагенты в концентрации не менее 99,5%.
- ☹ Конструкция системы должна исключать опасность утечки.
- ☹ Для технического обслуживания необходимо специальное оборудование.
- ☹ Техники по обслуживанию должны быть обучены безопасному обращению с УВ.

Распространенные УВ

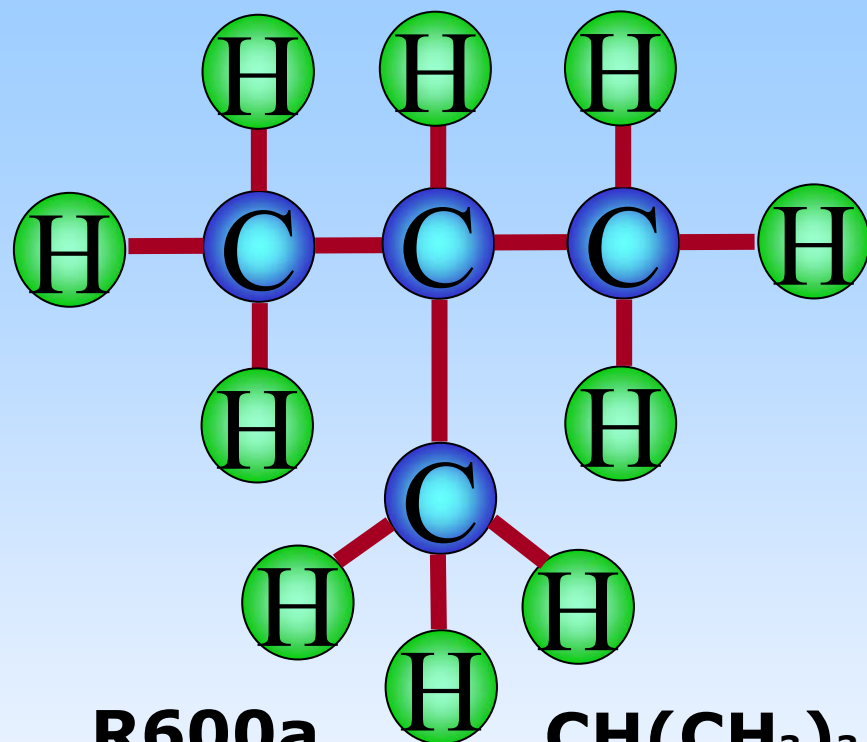
ХФУ, ГХФУ,
ГФУ



Углеводородные хладагенты



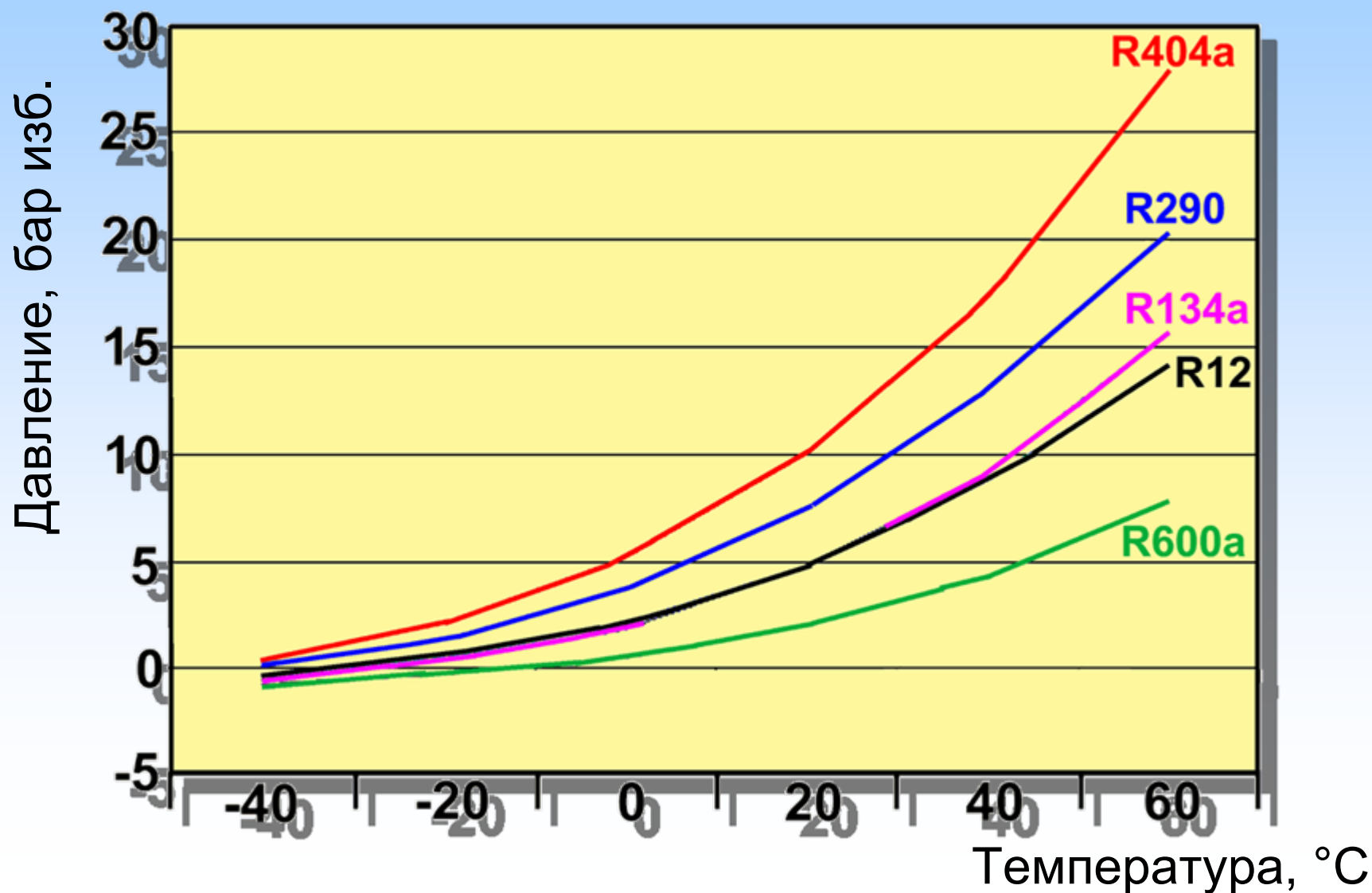
R290
CH₃CH₂CH₃



R600a **CH(CH₃)₃**

Хладагент	Точка кипения	Применение
Изобутан (R600a)	-12□	Новое бытовое оборудование
Смесь R290 и R600a в пропорции 50/50	-31,5□	Заменитель R12 и R134a
УВ R290	-42□	Новое высоко-, средне и низкотемпературное оборудование. Заменитель ГХФУ R22

Сравнение давлений хладагентов



УВ как хладагенты: изобутан R600a

- Объемная производительность ниже, чем у R12*;
- необходимы вдвое более мощные компрессоры;
- широко распространен в компрессорах бытового назначения;
- но редко используется в промышленности;
- объемная производительность компрессоров для R600a выше, а электрические детали безопасны;
- COP оборудования на R600a больше, чем у оборудования на R12;
- рабочее давление в большинстве случаев ниже атмосферного, что увеличивает риск загрязнения системы;
- температура конденсации ниже, чем у R12, что уменьшает возможность утечки;
- при использовании R600a шум работы оборудования меньше, чем при использовании других хладагентов.

* Объемная холодопроизводительность, кДж/м³

Смесь R290 и R600a в пропорции 50/50

- Производительность аналогична ХФУ R12 и ГФУ 134a;
- рабочие условия схожи;
- давление конденсации ниже, что продлевает срок эксплуатации;
- COP выше, чем у ХФУ R12 и ГФУ R134a;
- конструкция компрессоров такая же, как и при использовании R12 и R134a, изменения касаются только электрических деталей и обеспечивают безопасность;
- возможна модификация компрессоров;
- не требует другого типа смазки;
- углеводородная смесь является зеотропной, ее температура испарения и конденсации может изменяться (температурный гистерезис составляет около 8 K).

УВ как хладагенты: пропан R290

- Объемная производительность выше, чем у R12, поэтому требуются небольшие объемные компрессоры;
- рабочее давление намного выше, чем у R12, так что требуется изменение конструкции и увеличивается риск утечки.

Таким образом, пропан не является подходящей альтернативой для ХФУ R12, но может использоваться в некоторых видах оборудования вместо ГХФУ R22.

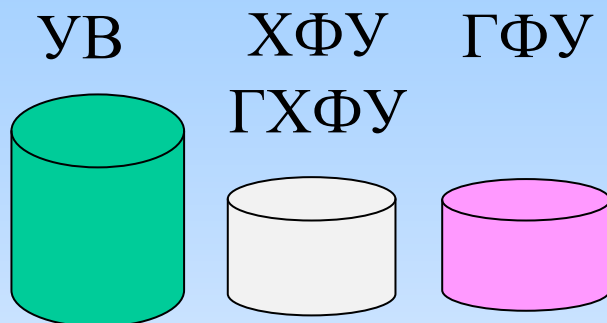
УВ хладагенты в качестве замены ОРВ и ГФУ

ОРВ хладагент	ГФУ хладагент	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

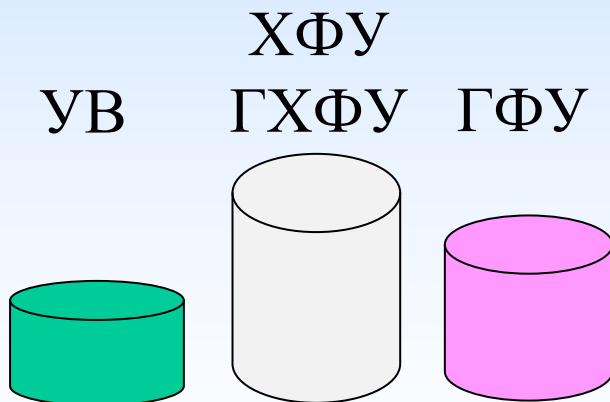
Свойства углеводородных хладагентов

Скрытая
теплота,
кДж/кг



Углеводороды и хладоны.
Больше количество
поглощенного тепла на
килограмм хладагента в
системе.

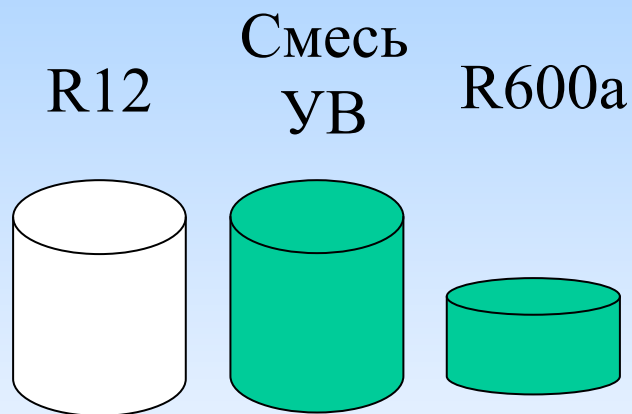
Плотность
жидкости,
кг/м³



В системах с оригинальным
хладагентом R12
используется такой же
объем УВ, однако его вес
составит только около 12%
веса R12 (смесь УВ в
пропорции 50/50).

Свойства углеводородных хладагентов

Объемная
производи
тельность



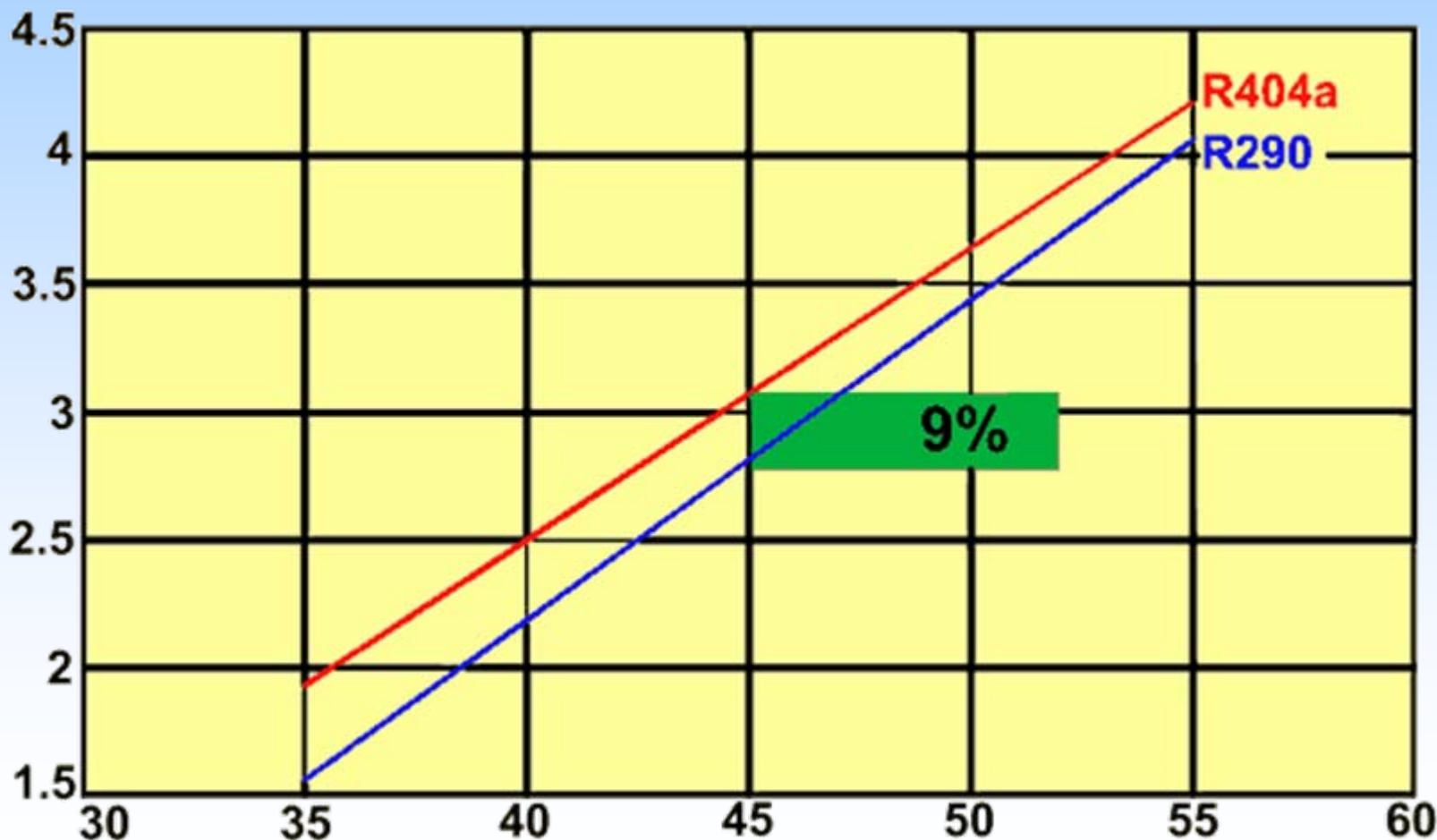
Объемная
производительность R600a
намного меньше, чем у R12
и смеси УВ.

Для получения такой же
холодопроизводительности
необходим компрессор
вдвое большей мощности.

Проверка производительности

Полевые испытания, Сидней-Брисбен, 2000-2001 гг.

Потребление энергии за 24 часа, кВт

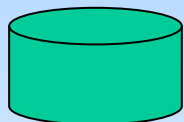


Разница температур (наружной и внутренней), К

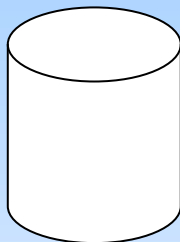
Свойства углеводородных хладагентов

Вес
загрузки

Смесь
УВ



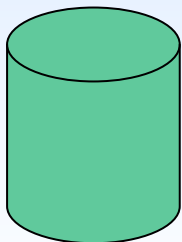
R12



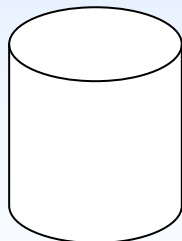
При заполнении системы
смесью УВ
по весу
вес УВ составит около 40%
от веса R12 и 45% от веса
R134a.

Объем
загрузки

Смесь
УВ



R12



При заполнении системы
смесью УВ
по объему
объем хладагента остается
таким же.



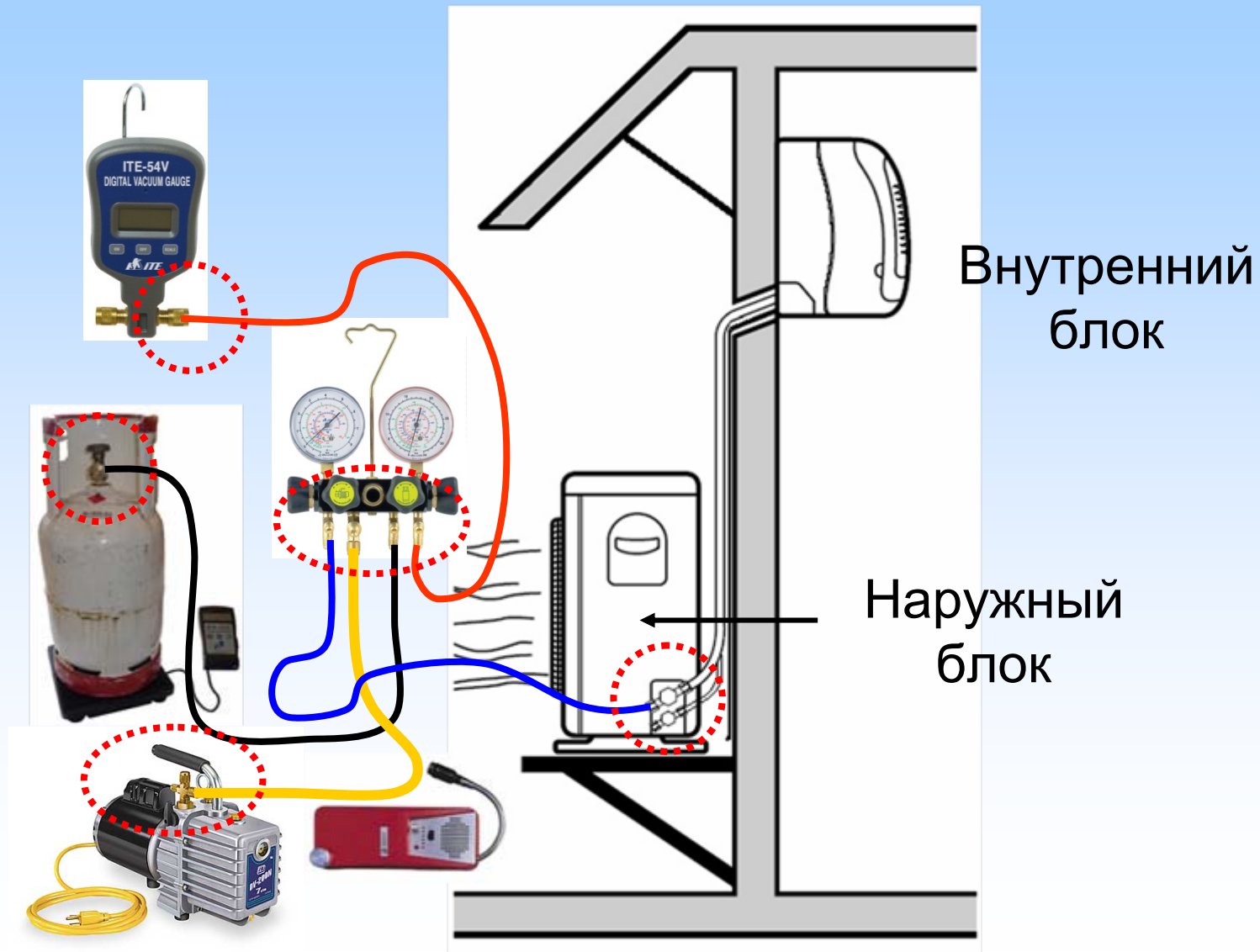
Зоны временного наличия пожароопасных концентраций



При работе с горючими хладагентами необходимо помнить о существовании так называемых «зон временного наличия пожароопасных концентраций».

К ним относятся места возможного просачивания хладагента во время работы с системой, в частности, во время извлечения хладагента, заполнения системы хладагентом и т. п. Как правило, это места соединения гибких шлангов.

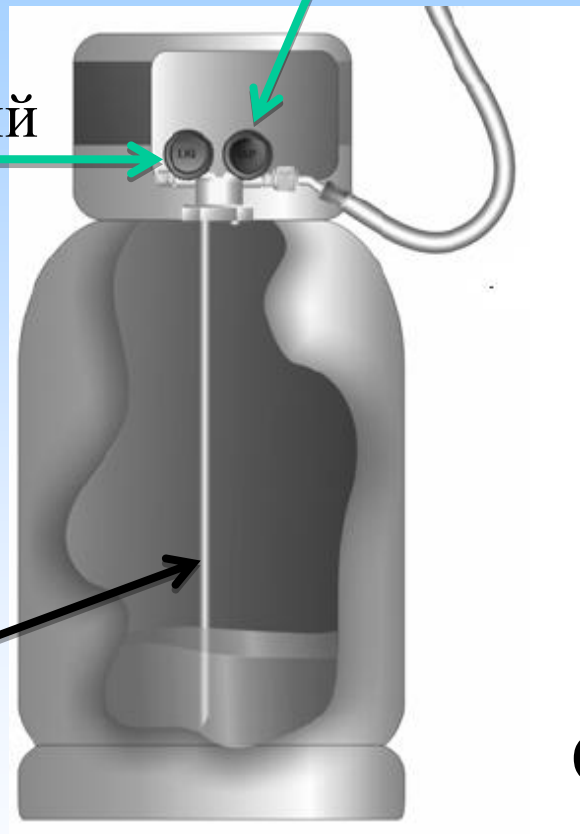
Зоны временного наличия пожароопасных концентраций



Заполнение системы смесью УВ

газовый клапан

жидкостный
клапан



Смесь УВ

Правильная смесь
Правильное давление
Правильный порядок
действий

**Больше R290 /
меньше R600a**

Неправильная смесь
Слишком высокое давление
Перегрузка компрессора

Заполнение системы смесью УВ

Все смеси хладагентов (в том числе смеси углеводородов) загружаются в систему из цилиндра в жидком состоянии. Загрузка в газообразном состоянии вызовет распад смеси.

Некоторые одновентильные цилиндры оборудованы сливными клапанами для жидкости. Перед началом загрузки определите тип вентилей цилиндра.



👉 Двухвентильный цилиндр или цилиндр со сливным клапаном должен располагаться строго вертикально!

👉 Цилиндр с газовым отводящим клапаном должен располагаться вверх дном.

Чистота

- R290 и R600a **не** являются СНГ (сжиженными нефтяными газами).
- Хладагенты намного чище СНГ:
 - меньше влаги,
 - меньше примесей,
 - уровень чистоты R290 и R600a составляет не менее 99,5%.
- Примеси снижают производительность и надежность.

Примечание.

Используйте только углеводороды, предназначенные для использования в качестве хладагентов, с низким содержанием примесей и влаги и контролируемым составом.

Одорант (искусственный ароматизатор)

- УВ не имеют запаха.
- СНГ содержит одорант, который:
 - повреждает герметичные компрессоры,
 - забивает фильтры.
- В R290 или R600a одоранты не используются.



Вопросы безопасности УВ хладагентов

Классификация хладагентов по безопасности: стандарт EN378-1

ГОРЮЧЕСТЬ	ТОКСИЧНОСТЬ	
	НИЖЕ	ВЫШЕ
Пламя не распространяется	A1	B1
Низкая горючесть	A2	B2
Высокая горючесть	A3	B3

Классификация некоторых хладагентов

Обозначение	Название	Химическая формула	Классификация по безопасности	ОРП	ПГП
R11	Трихлорфторметан	CCL3F	A1	1	3800
R12	Дихлорфторметан	CCL2F2	A1	1	8100
R22	Хлордифторметан	CHCIF2	A1	0,055	1500
R134a	1,1,1,2-тетрафторметан	CH2FCF3	A1	0	1300
R152a	1,1-дифторэтан	CH3CHF2	A2	0	140
R507	R125/R143a (50/50)		A1	0	3300
R717	Аммиак	NH3	B2	0	0
R744	Углекислый газ	CO2	A1	0	1
R290	Пропан	CH3CH2CH3	A3	0	3
R600a	Изобутан	(CH3)2CHCH2CH3	A3	0	3

Международные правила и стандарты безопасности

Стандарт	Название	Применение	Ограничение объема УВ
МЭК и EN 60335-2-24	Дополнительные требования к холодильным приборам и устройствам для хранения и изготовления мороженого	Бытовые холодильники	До 150 г
МЭК и EN 60335-2-40	Дополнительные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям	Все оборудование для кондиционирования воздуха и с тепловыми насосами	До 1 кг и до 5 кг, в зависимости от области применения
МЭК и EN 60335-2-89	Дополнительные требования к коммерческому холодильному оборудованию со встроенным или отдельным конденсаторным агрегатом или компрессором	Все коммерческое холодильное оборудование	До 150 г
EN 378	Требования к безопасности и природоохранные требования к холодильному оборудованию и тепловым насосам	Все холодильное, климатическое оборудование и тепловые насосы: бытовое, коммерческое, промышленное	В зависимости от области применения
ISO (DIS) 5149	Системы охладительные механические, используемые для охлаждения и подогрева. Требования техники безопасности	Все холодильное, климатическое оборудование и тепловые насосы: бытовое, коммерческое, промышленное	В зависимости от области применения

Обращение с УВ хладагентами



В смеси с воздухом

углеводороды могут загореться

	R290 (пропан)	R600a (изобутан)
Точка кипения при давлении 1013 мбар	-42,1□	-11,9□
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 (ВПВ), г/м ³	171	202
Верхний предел воспламеняемости (ВПВ), %	9,5	8,5
Температура возгорания	470□	460□

Пример:

Если концентрация R600a в атмосфере менее 1,8% , для воспламенения недостаточно топлива. Если концентрация более 8,5%, — недостаточно содержащегося в воздухе кислорода.

Практический предел концентрации УВ

ВАЖНО!

**Из соображений безопасности
в замкнутом помещении
не должен превышать
практический предел концентрации
углеводородных хладагентов,
составляющий
 8 г/м^3 .**

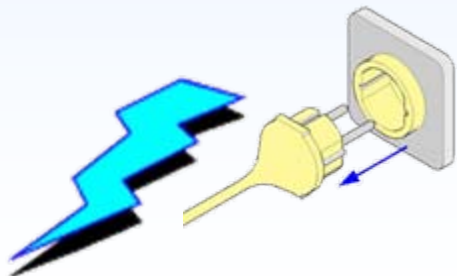


Источники возгорания

Для воспламенения смеси воздуха и углеводорода необходим источник возгорания температурой выше 430°C .

К возможным источникам возгорания относятся:

- ☞ пламя, например, паяльной лампы, течеискательной галогидной лампы, спички или зажигалки;
- ☞ искра от электрической детали;
- ☞ статическое электричество.



Примеры источников возгорания: электрические детали

- ☹ Выключатели освещения и розетки,
- ☹ некоторые реле и предохранители (термостаты),
- ☹ контакторы и большинство двухпозиционных выключателей,
- ☹ стартеры ламп дневного света (пуско-регулирующая аппаратура),
- ☹ большинство датчиков давления (ВД, НД, масла),
- ☹ таймеры, например, разморозки,
- ☹ термостаты,
- ☹ некоторые ТЭН оттаивания.

Примеры источников возгорания: инструменты и оборудование

- ☹ Оборудование для пайки,
- ☹ некоторые электронные течеискатели,
- ☹ негерметизированные переключатели,
например, на вакуумных насосах
- ☹ генератор.

НЕ относятся к источникам возгорания

- ☺ Большинство вентиляторных электродвигателей (асинхронных),
- ☺ Электрические конденсаторы
- ☺ герметизированные или полупроводниковые переключатели.

Потенциально опасные ситуации

Примечание

Недостаток воздуха в системе сводит вероятность возгорания к минимуму.

 **В случае утечки УВ хладагента возгорание может возникнуть при условии наличия необходимой смеси и источника возгорания.**

Потенциальные опасные ситуации

Существует две потенциальные опасные ситуации:

1. Утечка хладагента в воздух и возгорание от подходящего источника, например, искрящейся электрической детали.
2. Попадание хладагента в отделение для продуктов или другое замкнутое пространство и возгорание от подходящего источника.

☝ Если предотвратить попадание хладагента в отделение для продуктов невозможно, необходимо устранить возможные источники возгорания.

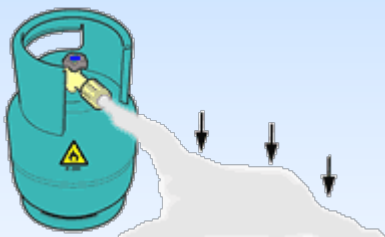
Потенциально опасные ситуации

- Углеводородные хладагенты тяжелее воздуха.
- Для рассеивания УВ необходимо обеспечить вентилирование рабочего места. Это особенно важно, если хладагент используется ниже уровня земли (в подвалах, шахтах, котлованах и пр.)
- Следует избегать прямого контакта с жидким хладагентом. Температура испарения смеси УВ при атмосферном давлении составляет $-31,5^{\circ}\text{C}$. Хладагент может повредить кожу, глаза и дыхательные пути.
- Необходима защитная одежда, а также перчатки и очки.
- УВ хладагенты (так же, как и ХФУ и пр.) вытесняют воздух и могут привести к асфиксии.

Общие опасности при использовании УВ



При работе с горючей жидкостью необходимы перчатки и очки.

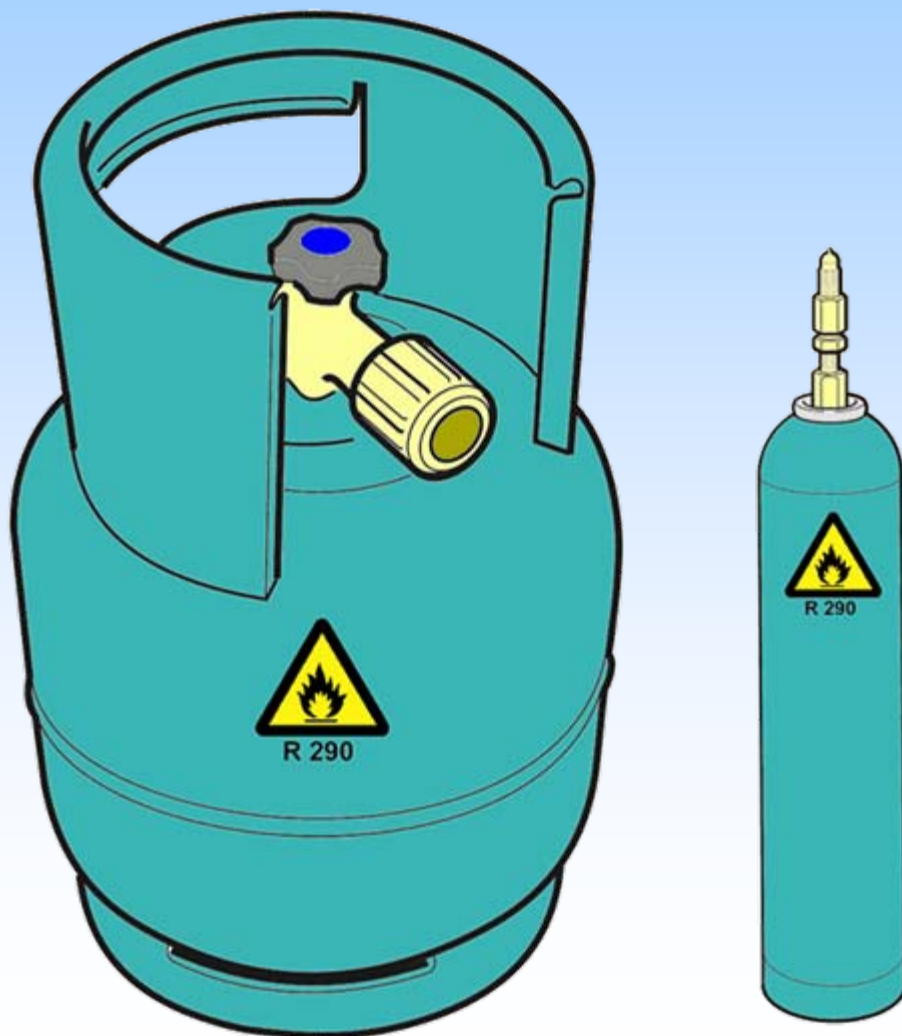


УВ тяжелее воздуха.



УВ являются асфиксантами **и не имеют запаха.**

Цилиндры для УВ хладагентов



Обращение с цилиндрами

Нельзя

- ☹ удалять маркировку,
- ☹ подвергать воздействию пламени,
- ☹ изменять конструкцию.

Нужно

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

Перевозка цилиндров

Следуйте местным требованиям к перевозке СНГ. В случае их отсутствия следует:

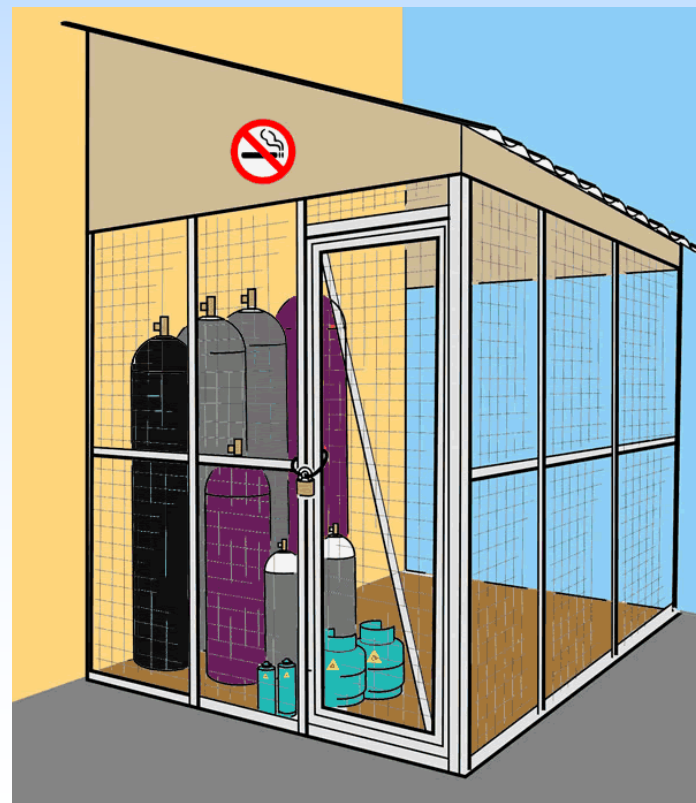
- ☺ иметь порошковый огнетушитель (с синей полосой),
- ☺ фиксировать цилиндры с защитными колпаками строго вертикально,
- ☺ проветривать автомобиль и разместить на его бортах соответствующую маркировку,
- ☹ не курить.



Хранение цилиндров

На улице цилиндры хранятся в соответствии с местными требованиями к хранению СНГ. В случае их отсутствия соблюдают следующие правила хранения:

- ☺ в закрытой клетке;
- ☺ на уровне земли;
- ☺ в удалении от воздухозаборников здания;
- ☺ как можно дальше от источников возгорания;
- ☹ курение поблизости запрещено.



Хранение цилиндров

В помещении цилиндры хранятся согласно местным требованиям к хранению СНГ. В случае их отсутствия соблюдают следующие правила хранения:

- 😊 максимальное количество — 5 цилиндров, вес — 70 кг;
- 😊 ограничение доступа;
- 😊 на уровне земли, без препятствий для осмотра и обслуживания;
- 😊 как можно дальше от источников возгорания;
- 😊 с установкой детектора газа,
- ☹️ курение поблизости запрещено.



Резюме: УВ хладагенты

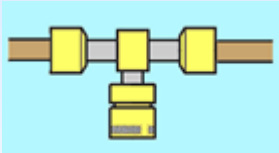
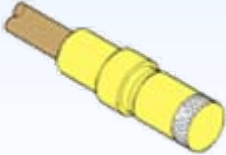
- Эффективны;
- экологически безопасны:
 - непосредственное воздействие: нулевой ОРП, незначительный ПГП;
 - энергоэффективны;
- очень важна чистота вещества: их нельзя заменять сжиженными нефтяными газами;
- не содержат ароматизаторов;
- смесь углеводородов (R290/R600a) является лучшей альтернативой для ХФУ R12 и ГФУ R134a в небольшом коммерческом и бытовом оборудовании;
- смесь углеводородов извлекается из цилиндра в жидком, а не газообразном состоянии (зеотропная смесь).

Резюме: факторы риска, связанные с использованием УВ

- УВ + воздух + пламя или искры = возгорание;
- источники возгорания:
 - пламя (например, паяльной лампы, спички),
 - искры (например, от негерметизированных переключателей),
 - статическое электричество;
- жидкие УВ вызывают криогенные ожоги;
- асфиксиант (без запаха);
- утечки могут быть опасными.

Инструменты для безопасного обслуживания оборудования с УВ хладагентами

Инструменты для вскрытия системы с УВ хладагентом

	Выпуск хладагента	Вакуумизация	Заполнение хладагентом	Герметизация
 Зажимные прокалывающие клещи				
 Отводной клапан				
 Муфта Lokring				
 Клапан Шредера				

Комплект манометра коллектора

- Манометр для R600a
- Вакуумметр



Комплект манометра коллектора

Стандартный 4-
вентильный
комплект
манометра
коллектора для

- R600a
- R290
- R22



Вакуумный насос

- Допускается использование типового вакуумного насоса.
- В радиусе 2 м не должно быть выключателей.
- Не следует использовать самодельные вакуумные насосы.

Шланг для
безопасного
выпуска УВ в
окружающую среду



Осушенный азот

Необходим для:

- испытаний на прочность,
- промывки системы,
- пайки с использованием инертного газа.



Течеискатель: вариант 1

- Обнаружение утечек при помощи распыляемой пены или нанесения мыльной воды (лучший вариант).



Течеискатель: вариант 2

- Можно использовать **некоторые** модели электронных течеискателей — запросите информацию у изготовителя.
- Течеискатель должен быть пригоден для работы с горючими газами.
- Он должен быть чувствителен к УВ.



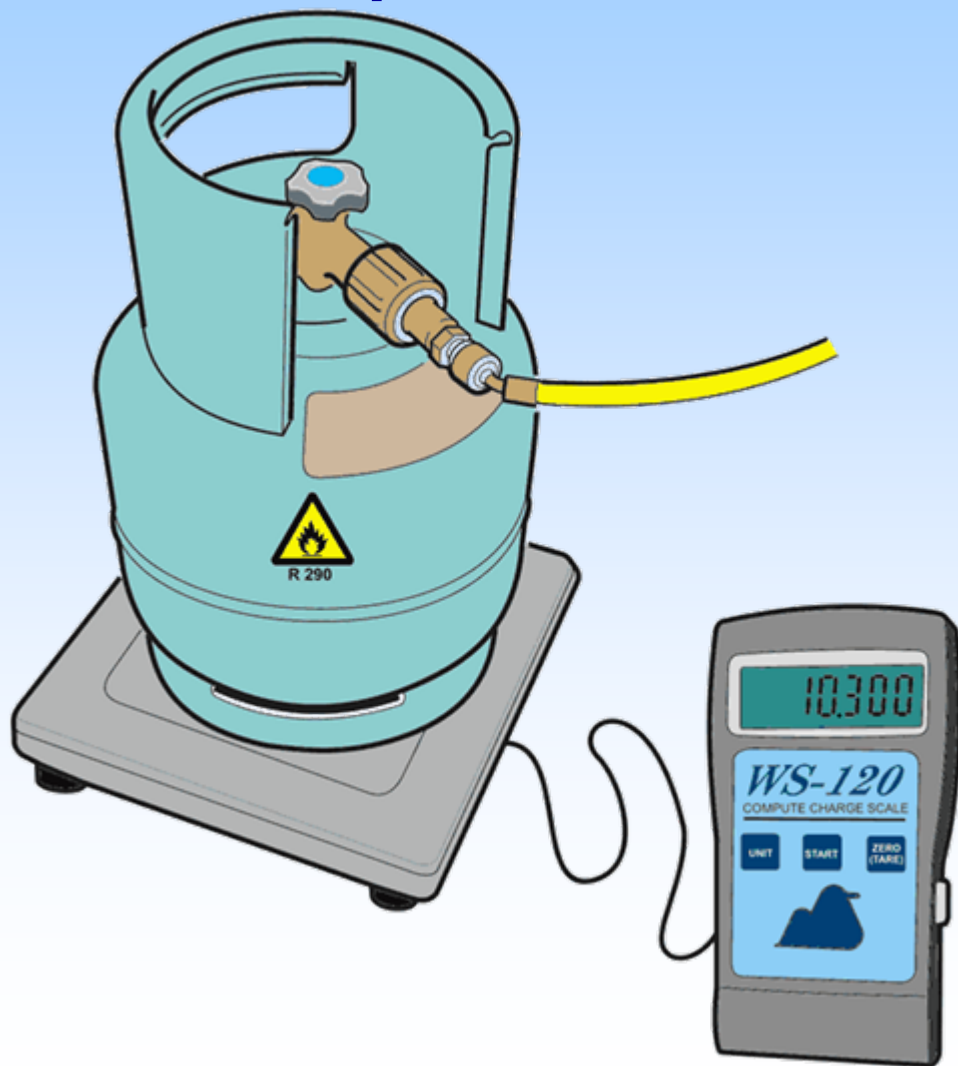
Течеискатель: вариант 3

- Допускается использование ультразвукового течеискателя.

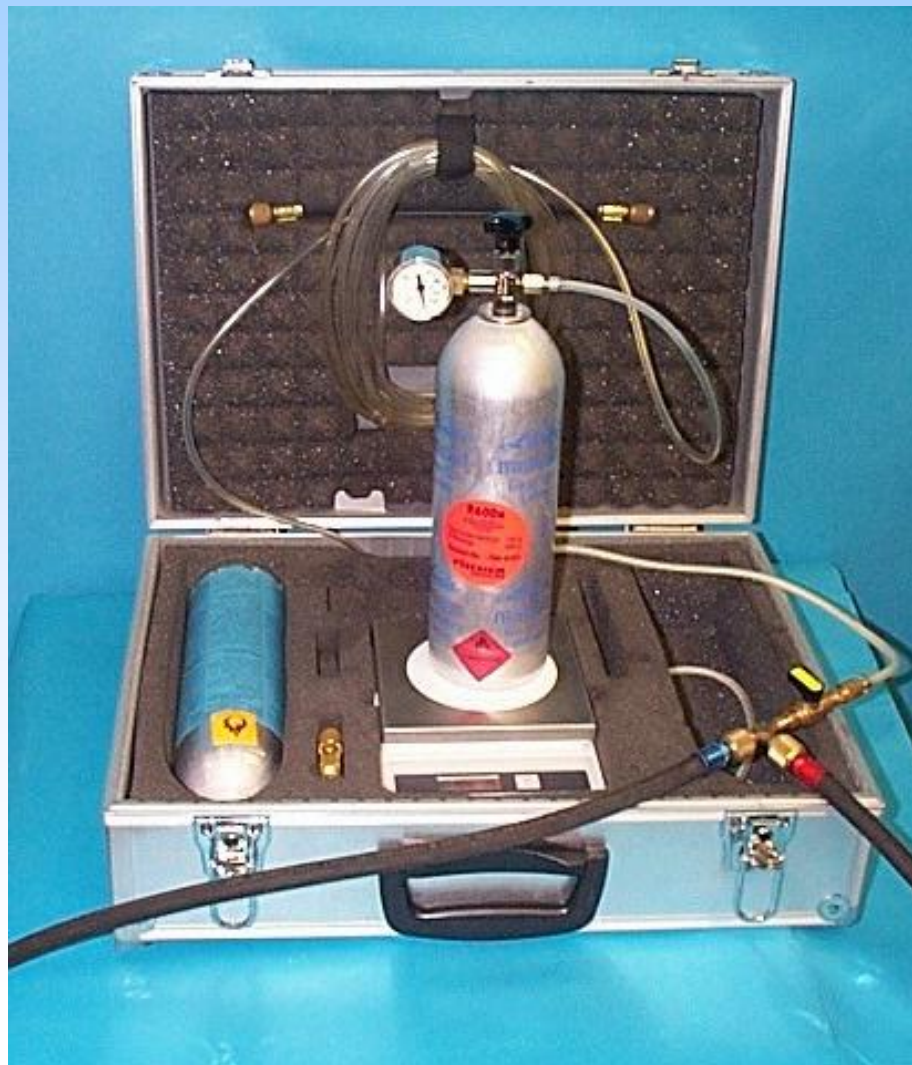


Оборудование для заполнения системы хладагентом: вариант 1

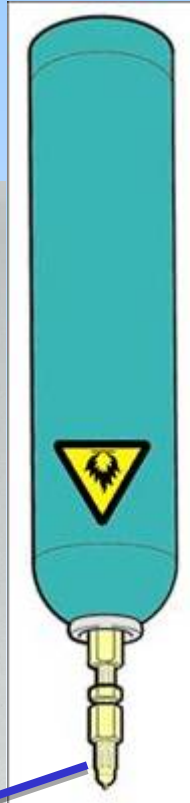
- Допускается использование стандартных шихтовых весов.
- Требуемая точность: ± 5 г/ ± 3 г.



Оборудование для заполнения системы хладагентом: вариант 2



Оборудование для заполнения системы хладагентом: вариант 3



R600a, низкое давление

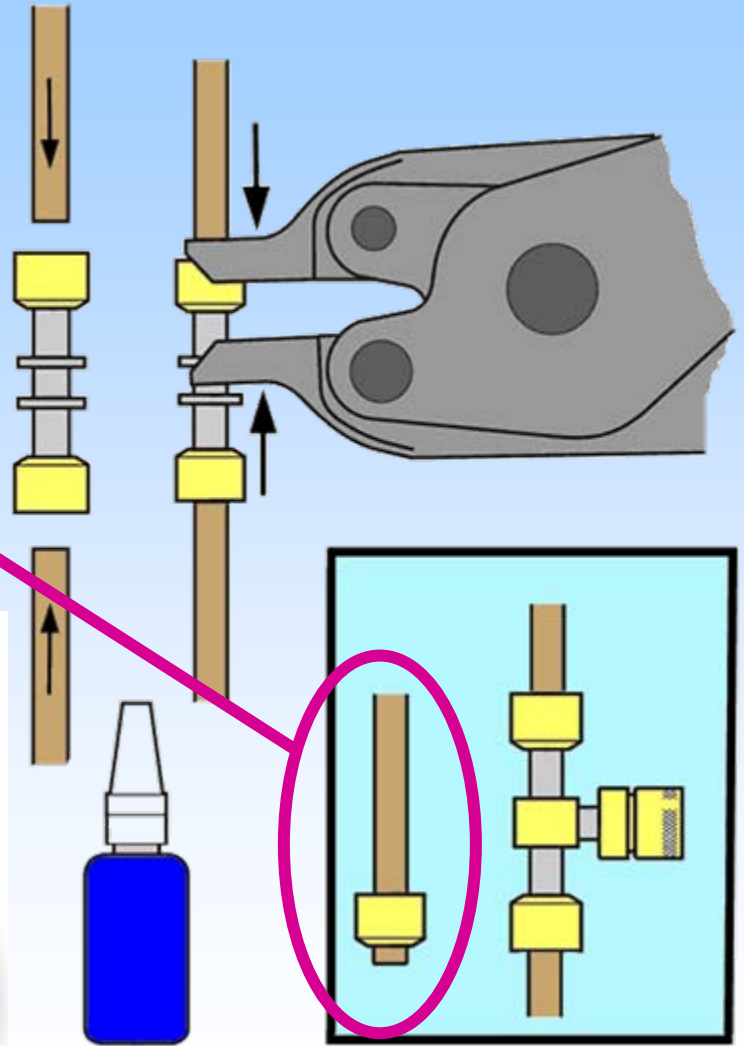
R12, низкое давление

Вакуум



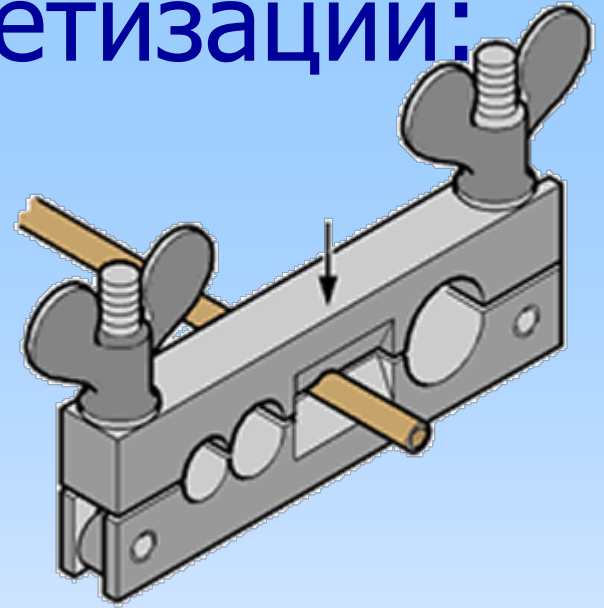
Оборудование для герметизации: вариант 1

- Муфты Lokring без пайки



Оборудование для герметизации: вариант 2

- Обжимные щипцы применяют перед пайкой



Огнетушитель

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



Средства индивидуальной защиты

- Перчатки и очки для защиты от криогенных ожогов (аналогично используемым для других хладагентов).



Резюме: инструменты

- Подходит большинство стандартных инструментов:
 - возможен другой способ применения,
 - вакуумный насос должен быть приспособлен для использования со шлангом для выпуска хладагента,
 - для R600a необходимы манометры,
 - точность шихтовых весов для небольших количеств хладагента должна составлять ± 1 г,
 - по возможности необходимо использовать переходники.
- Методы обнаружения утечек:
 - лучший метод — использование мыльной воды,
 - обязательно использование осушенного азота,
 - обязательно использование специальных электронных течеискателей для УВ.

Безопасность
рабочей зоны при
обслуживании
оборудования с УВ

Техника безопасности: общие положения

- Работы проводятся только в хорошо проветриваемом помещении или под открытым небом.
- В радиусе 2 м следует устранить все источники возгорания:
 - никакого пламени,
 - никаких искр.

**Важно: смесь УВ и воздуха воспламеняется от
пламени и искр.**

Пример: вычисление размера помещения

Важно! Практический предел концентрации УВ составляет **8 г/м^3** ! Его соблюдение позволяет избежать образования горючей смеси УВ и воздуха в случае утечки!

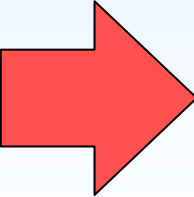
Общий вес УВ в бытовом
холодильнике

61g

Практический предел
концентрации УВ

8 г / 1 м³

$$\text{Объем помещения} = 61 \text{ г} : 8 \text{ г} / 1 \text{ м}^3 = 7,625 \text{ м}^3$$



Объем помещения для оборудования, вес хладагента в котором составляет 61 г, должен быть не менее $7,625 \text{ м}^3$. Это соответствует следующим размерам: высота 2,3 м и площадь $3,32 \text{ м}^2$ (например, 1,66 м x 2,0 м).

Максимальный и допустимый вес УВ хладагента для холодильного и климатического оборудования

Местоположение компонентов, содержащих хладагент	Тип системы	Масса хладагента	Доступ к помещению				
			Категория А (общий доступ)		Категория В (контролируемый доступ)		Категория С (только санкционированный доступ)
			RHPAC	Комф. HPAC	RHPAC	Комф. HPAC	Все типы
Зона пребывания людей, но не машинный зал	Непосредственное испарение	Допустимая (M_{al})	ППК V_{rm}	2,5 НПВ ^{1,25} $h\sqrt{A_{rm}}$ или 0,55 A_{rm} НПВ	ППК V_{rm}	2,5 НПВ ^{1,25} $h\sqrt{A_{rm}}$ или 0,55 A_{rm} НПВ	ППК V_{rm}
		Максимальная (M_{max})	1,5 кг или 1 кг НЗ	26 НПВ или 1 кг НЗ	2,5 кг или 1 кг НЗ	26 НПВ или 1 кг НЗ	10 кг (или 25 кг*) или 1 кг НЗ
Машинный зал, в котором не работают люди, помещение со специальной вентиляцией или под открытым небом	С промежуточным холодоносителем	Допустимая (M_{al})	5 кг или 1 кг НЗ	130 НПВ или 1 кг НЗ	10 кг или 1 кг НЗ	130 НПВ или 1 кг НЗ	Без ограничений или 1 кг НЗ
		Максимальная (M_{max})	5 кг или 1 кг НЗ	130 НПВ или 1 кг НЗ	10 кг или 1 кг НЗ	130 НПВ или 1 кг НЗ	Без ограничений или 1 кг НЗ

Примечания. RHPAC — охлаждение, отопление и кондиционирование воздуха. Комф. HPAC = отопление и кондиционирование воздуха в жилых помещениях. Допустимый и максимальный вес хладагента измеряются в кг. НЗ — ниже уровня земли. ППК — практический предел концентрации (0,008 кг/м³). НПВ — нижний предел воспламенения (0,038 кг/м³). * 25 кг, если компрессор и ресивер жидкости находятся в машинном зале или под открытым небом

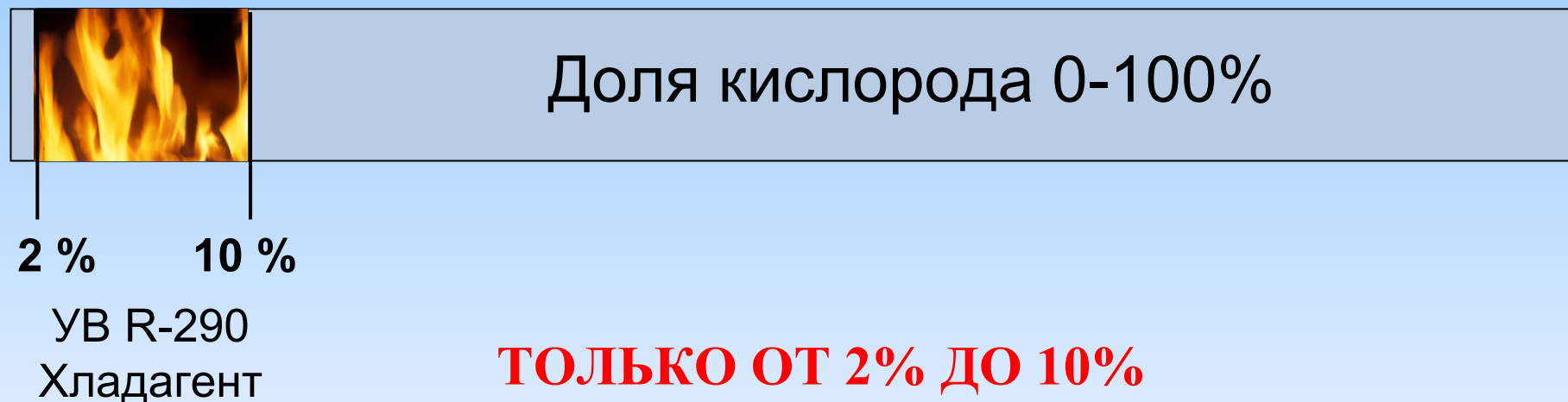
Точность при заполнении системы УВ

Точность:
бытовое оборудование ± 1 г,
коммерческое оборудование ± 2 г.

Хладон	УВ хладагент				
	R600a	R600a/R290 (50%/50%)	R290	R290/R170 (94%/6%)	R1270
ХФУ 12	(0,43) t	0,40	нет	нет	нет
ГФУ 134a	(0,47) t	0,45	нет	нет	нет
ГФУ 1234yf	(0,53) t	0,50	нет	нет	нет
ГХФУ 22	нет	нет	0,42	0,41	0,42
ГФУ 407C	нет	нет	0,45	0,44	0,45
ГФУ 404A	нет	нет	0,51	0,50	0,52
ГФУ E07A	нет	нет	0,51	0,50	0,52
ГФУ 41DA	нет	нет	(0,51) t	(0,50) t	(0,52) t

t — требуется изменение объемной производительности компрессора.
нет — перевод системы, в которой используется этот хладон, невозможен.

Пример горючести: R290



- Если концентрация меньше НПВ (приблизительно 2% от общего объема воздуха), для возгорания недостаточно УВ.
- Если концентрация выше ВПВ (приблизительно 10%), для возгорания недостаточно кислорода.

Горючесть

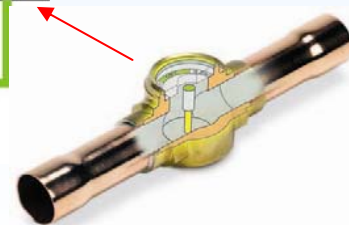
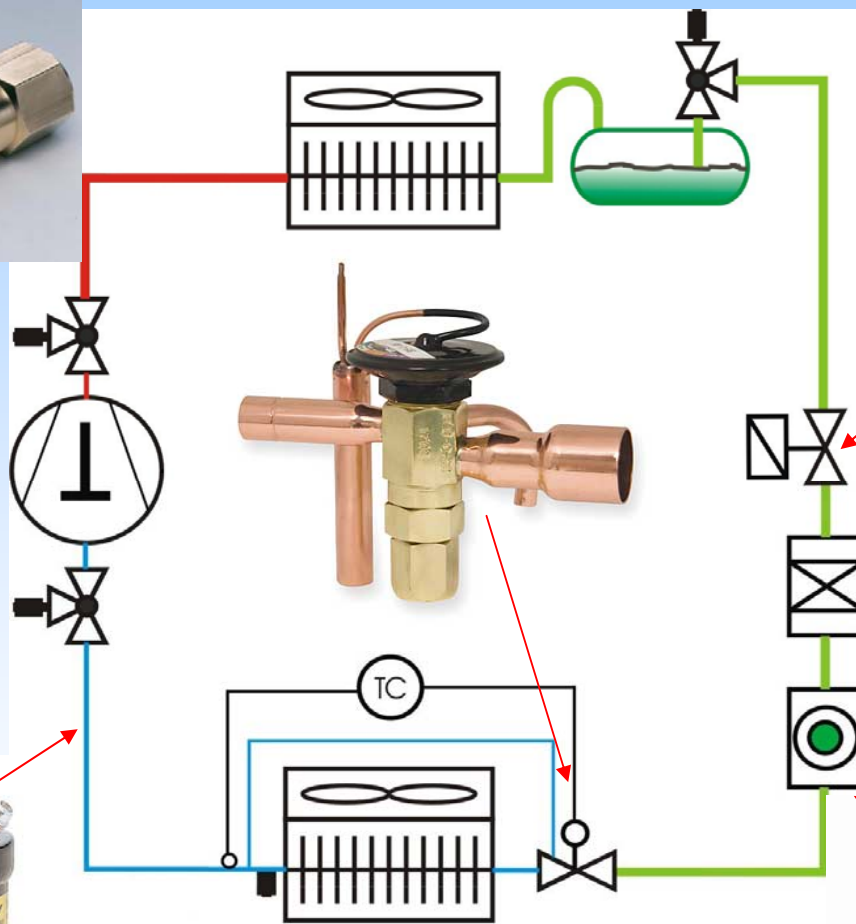
Приблизительная температура
самовозгорания:

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

Горючесть

- При горении УВ выделяются углерод и пар.
- При горении ЛЮБЫХ химических хладагентов выделяются ядовитые газы.

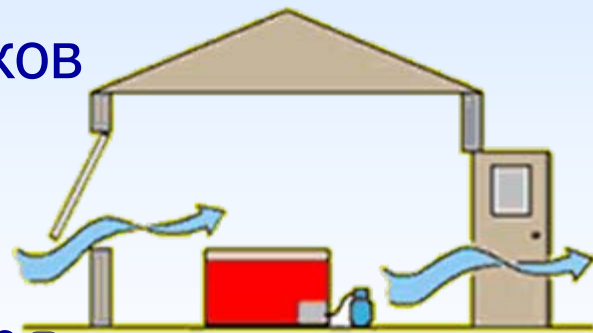
Обеспечение герметичности системы



Рабочие условия

Во время выпуска или загрузки углеводородного хладагента:

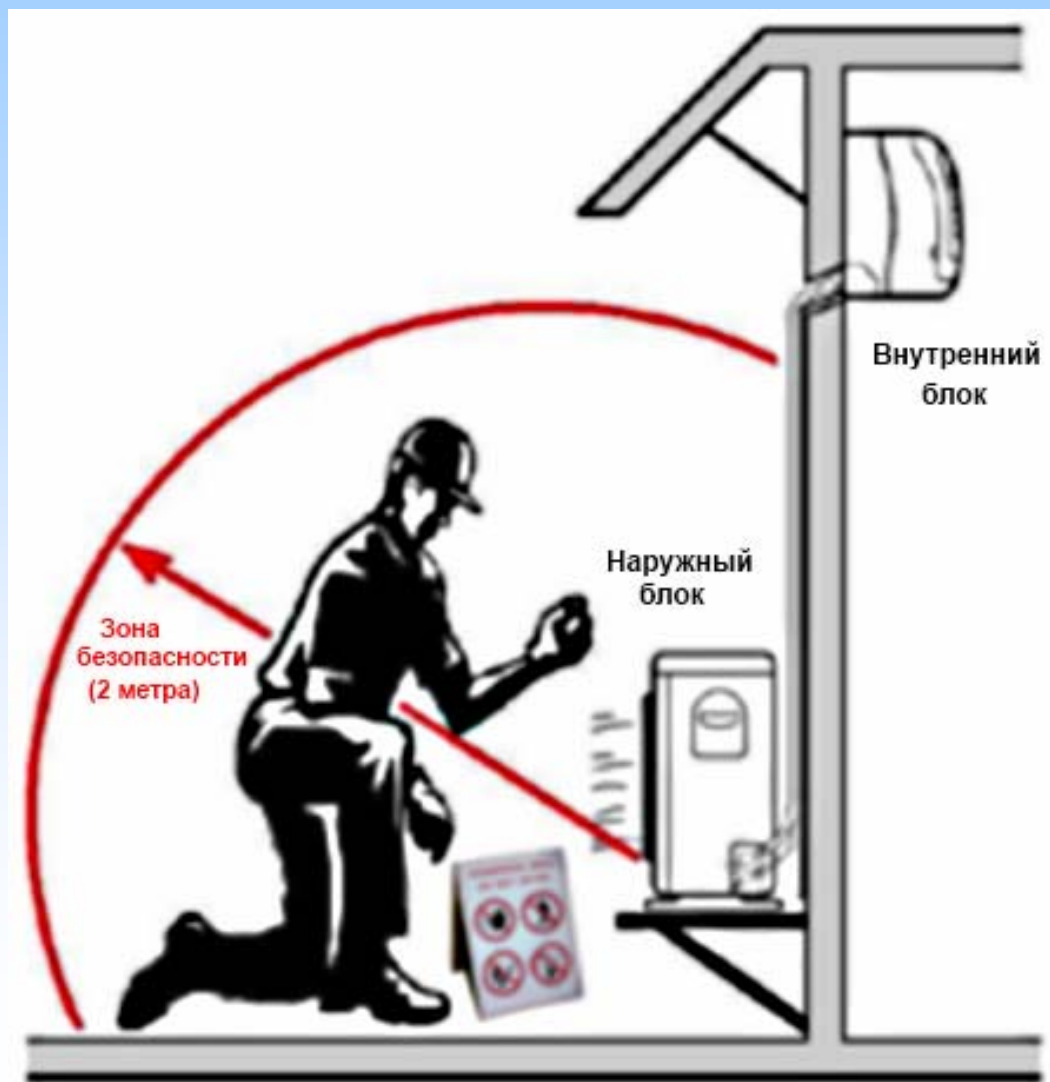
- необходимо обеспечить хорошую вентиляцию, например, открыть двери и окна;
- в радиусе 2 м вокруг рабочей зоны не должно быть:
 - паяльных ламп или других источников пламени,
 - курящих людей,
 - электрических деталей,
 - объектов с температурой выше 460°C ;
- обязательно наличие порошкового или углекислотного огнетушителя.



Рабочие условия



Рабочие условия



Порядок действий при утечке из цилиндра:

- вывести людей;
- развеять УВ, открыв двери и окна;
- по возможности устранить течь;
- изо всех помещений, куда может попасть УВ, убрать источники открытого пламени;
- дистанционно выключить все электрическое оборудование, расположенное в огнеопасной зоне.
- Важно: УВ не имеют запаха.

Резюме: безопасность рабочей зоны

Правила:

- вентиляция;
- в радиусе 2 м вокруг рабочей зоны:
 - никакого пламени (например, от паяльной лампы),
 - запрещено использовать выключатели,
 - запрещено курить,
 - запрещено присутствие посторонних.



При невозможности □ обеспечить безопасное □ использование УВ

— не используйте их

Обслуживание оборудования с УВ

Краткое содержание сервисных работ

Работы, требующие вмешательства в систему

- 👍 Не меняйте установленный порядок работы.
- 👍 Замена сломанных электрических деталей производится в обычном порядке.
- 👉 Следует внимательно выбирать и использовать запасные части.
- 👉 В УВ системах нельзя заменять герметизированные или полупроводниковые устройства деталями, которые могут искриться. Нельзя переставлять электрические детали.
- 👉 Используйте электронный течеискатель УВ, чтобы убедиться в отсутствии УВ вокруг рабочего места.

Краткое содержание сервисных работ

Устранение утечек:

- ✎ используйте безопасный метод обнаружения утечек;
- ✎ выпустите хладагент в атмосферу с соблюдением норм техники безопасности;
- ✎ извлеките хладагент с соблюдением норм техники безопасности;
- ✎ промойте систему осушенным азотом;
- ✎ определите место утечки;
- ✎ устраните утечку;
- ✎ проверьте давление;
- ✎ проведите вакуумизацию системы;
- ✎ заполните систему хладагентом;
- ✎ проведите герметизацию системы (пайка, муфты Lokring).

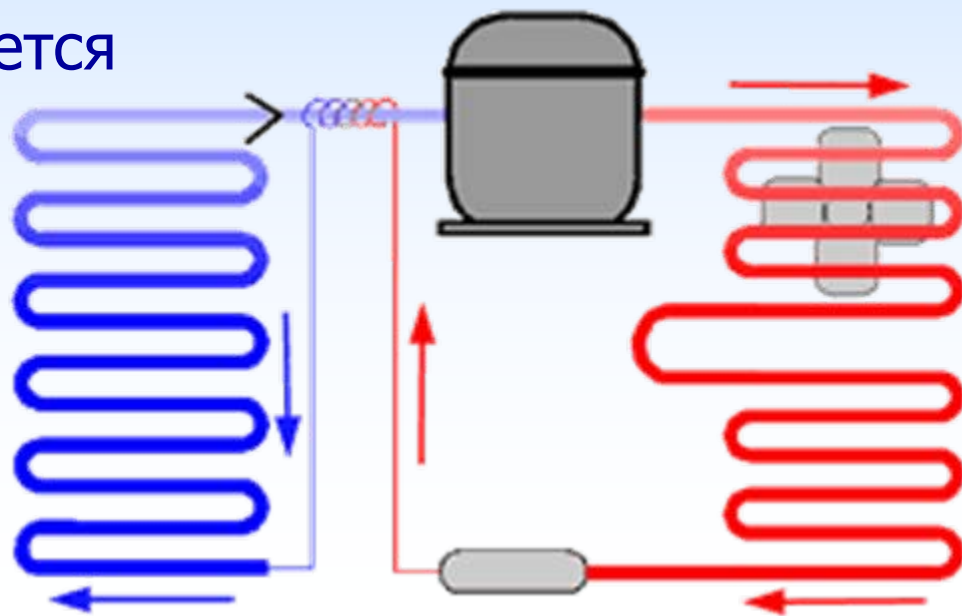
Краткое содержание сервисных работ

Замена деталей, например, компрессора:

- 👉 используйте безопасный метод обнаружения утечек;
- 👉 выпустите хладагент в атмосферу с соблюдением норм техники безопасности;
- 👉 извлеките хладагент с соблюдением норм техники безопасности;
- 👉 промойте систему осушенным азотом;
- 👉 замените деталь;
- 👉 проверьте давление;
- 👉 проведите вакуумизацию системы;
- 👉 заполните систему хладагентом;
- 👉 проведите герметизацию системы (пайка, муфты Lokring).

Проверка герметичности системы

- Способ обнаружения утечек должен быть безопасным и достаточно точным.
- Проверка стороны высокого давления (конденсации) производится во время работы системы (на схеме обозначена красным цветом).
- Проверка стороны низкого давления (испарения) производится во время простоя системы (на схеме обозначена синим цветом).
- Таким образом проверяется вся система.



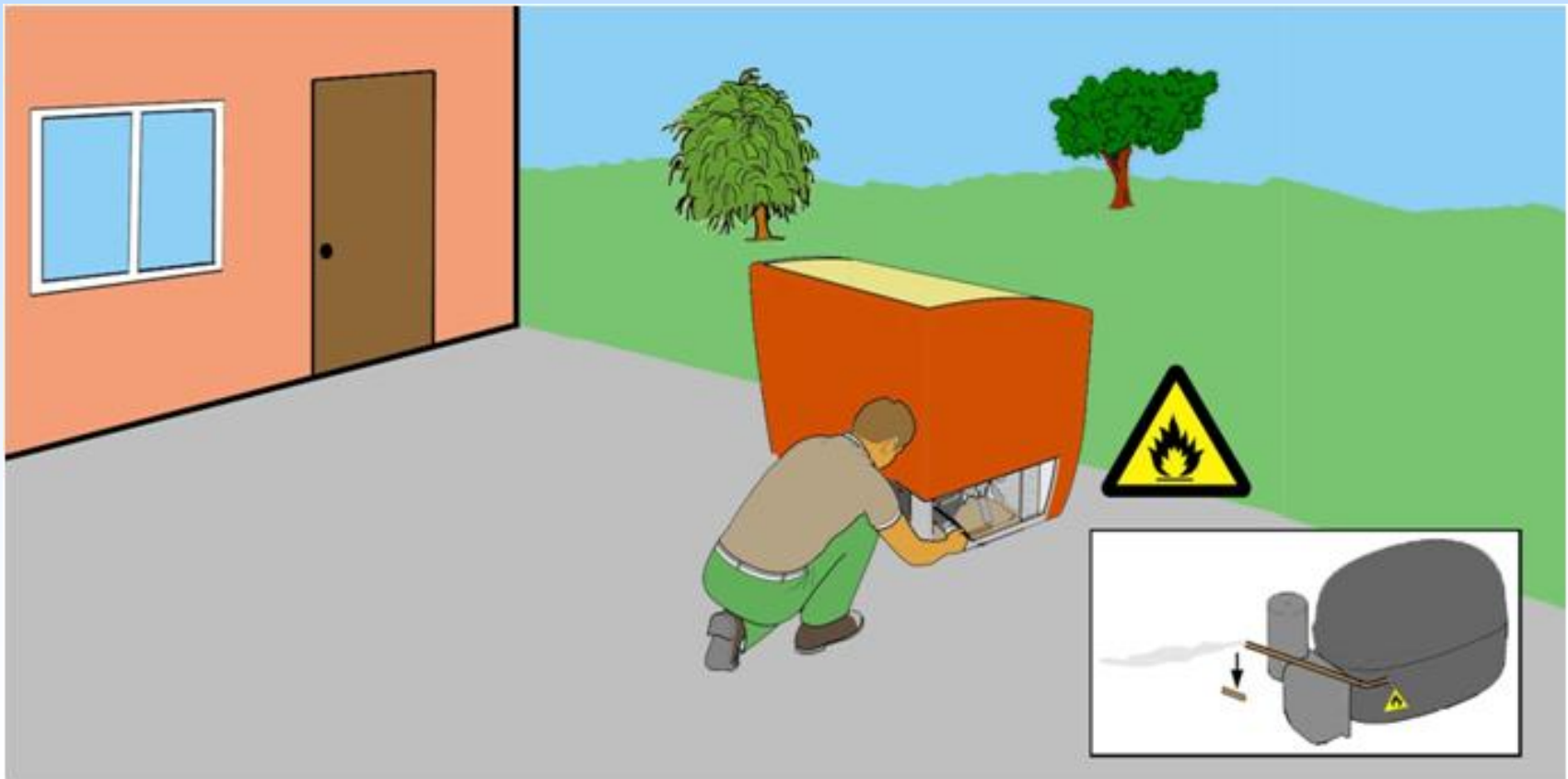
Безопасный выпуск УВ в атмосферу

- 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».



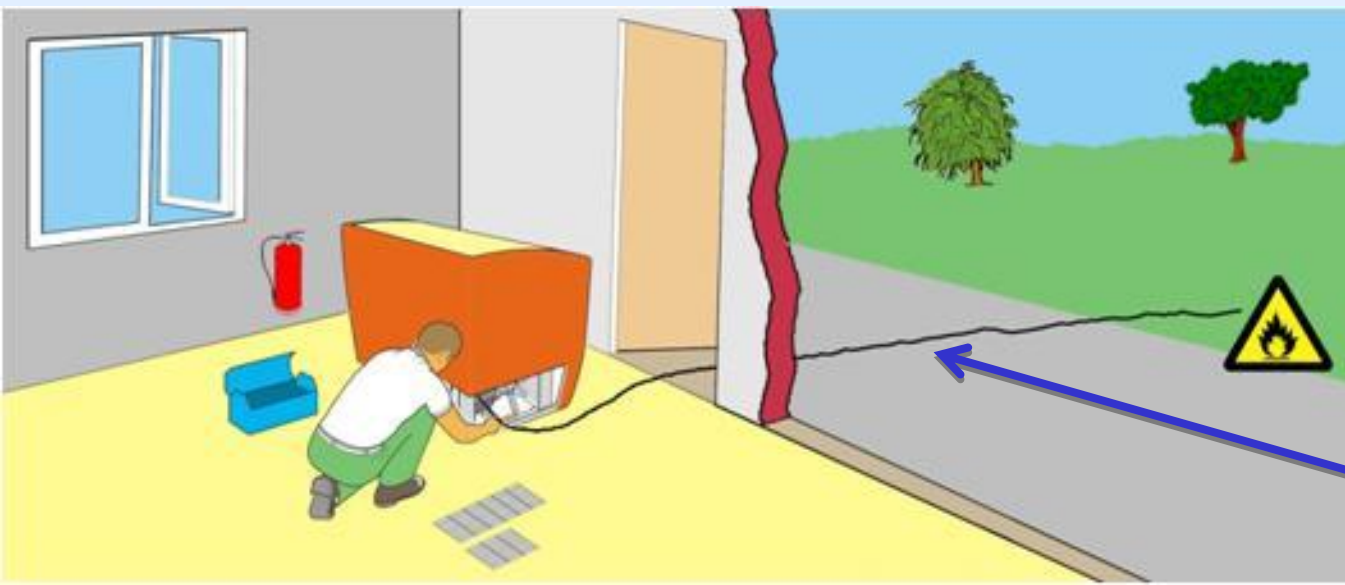
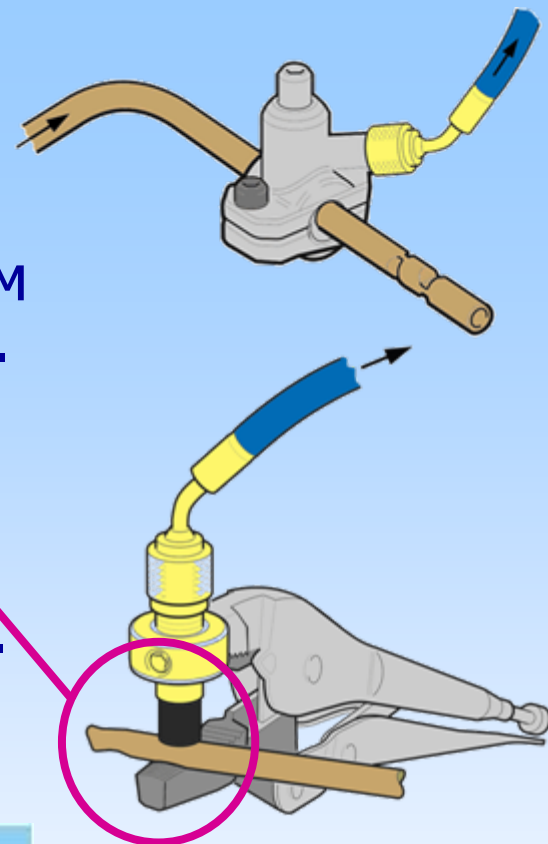
1. Выпуск хладагента: рекомендации

- Разрезать трубопровод для выпуска УВ.
- Прилавок должен находиться на улице, где УВ безопасно рассеется в атмосфере.



2. Выпуск хладагента

- Присоединить отводной клапан к трубопроводу или
- присоединить гибкий шланг к зажимным прокалывающим клещам (или клапану).
 - проверить герметичность,
 - отрегулировать клещи по размеру трубы.
- Вывести другой конец шланга на улицу.
- Проколоть трубу.



Шланг для
удаления
хладагента

3. Вакуумизация системы при помощи насоса

- Всасывающее отверстие вакуумного насоса при помощи шланга соединить с зажимными прокалывающими клещами или отводным клапаном.
- Выпускное отверстие насоса соединить со шлангом для удаления хладагента.
- Конец шланга вывести наружу.
- Произвести вакуумизацию системы.



4. Промывка системы

- Система должна быть полностью освобождена от УВ.
- При помощи шланга присоединить цилиндр с осушенным азотом (с регулятором давления) к зажимным прокалывающим клещам на трубе системы.
- Отсоединить фильтр-осушитель.
- Промыть систему осушенным азотом.



Замена деталей

Замена электрических деталей:

- выбрать подходящий тип:
 - при необходимости использовать герметизированные или полупроводниковые детали,
 - при необходимости изменить элементы управления и разрядники.

Замена компрессоров:

- если используется R600a или R290, необходимо выбрать соответствующую модель;
- если используется смесь УВ, необходимо заменить пусковое реле и термостат на герметизированные и полупроводниковые.

Проверить маркировку и обозначение модели.



Замена деталей: вариант 1

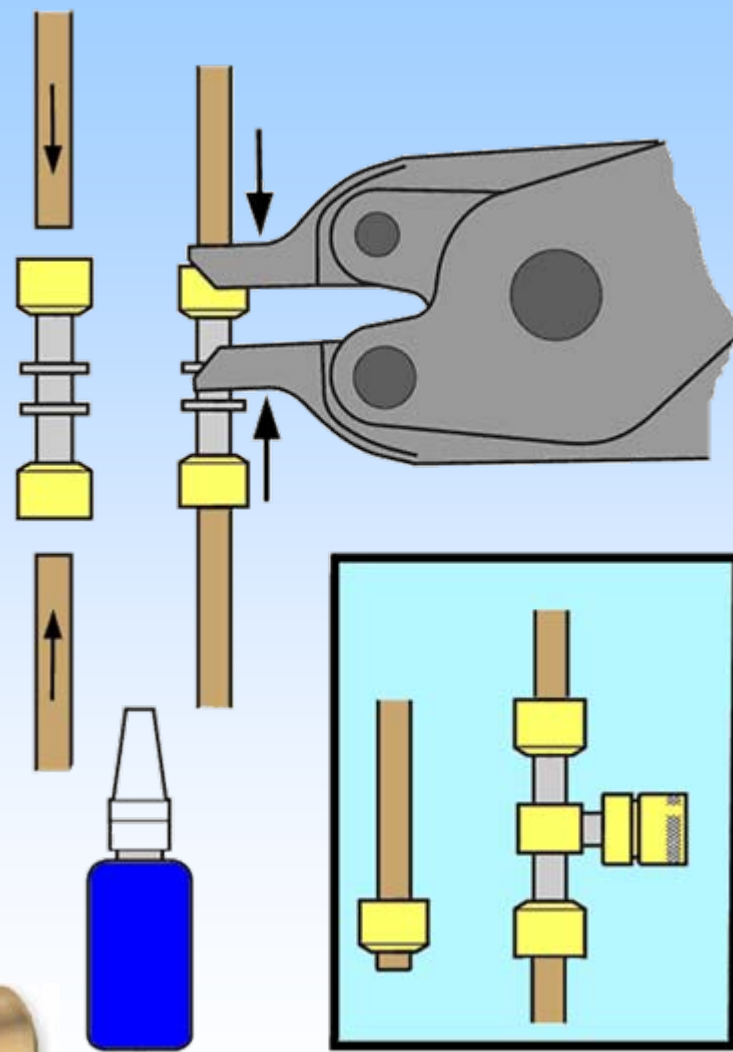
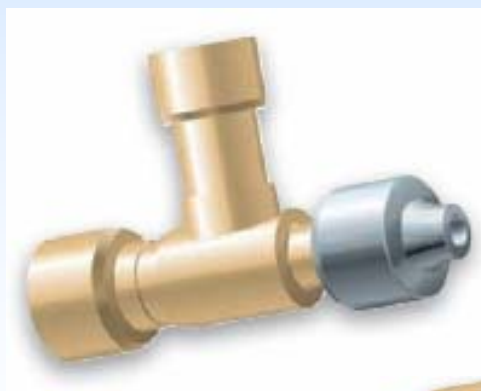
Распайка трубопровода

- 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.



Замена деталей: вариант 2

- Разрезать трубопровод (использовать труборез, а не ножовку).
- Соединить трубу при помощи муфты Lokring.



Испытания на прочность и герметичность

- Используйте осушенный азот без примеси кислорода.
- Правильно подберите регулятор на цилиндр с азотом:
 - рекомендуемое давление на выходе регулятора составляет 40 бар (580 фунтов на кв. дюйм).
- Медленно повышайте давление до:
 - 20 бар или 290 фунтов на кв. дюйм для R290,
 - 7,5 бар 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.
- Проверьте герметичность системы при помощи мыльной воды или специального пенного спрея.
- Осторожно удалите азот.

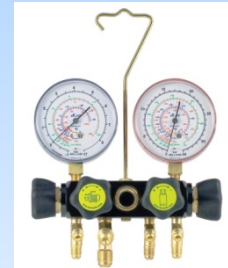
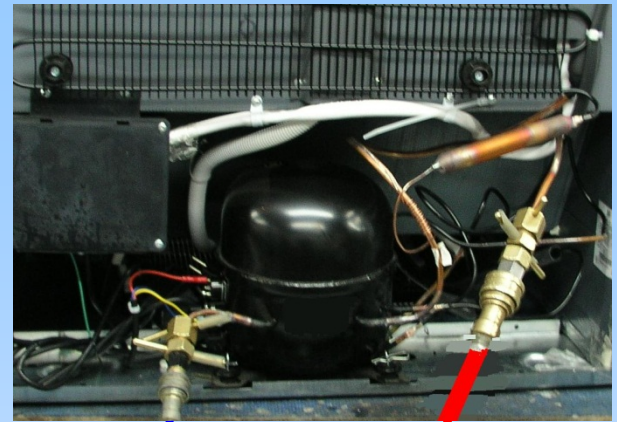


Ввод системы в эксплуатацию

Для ввода системы в эксплуатацию предпочтительнее использовать быстросъемную муфту.



Испытания на прочность и герметичность



Вакуумный насос

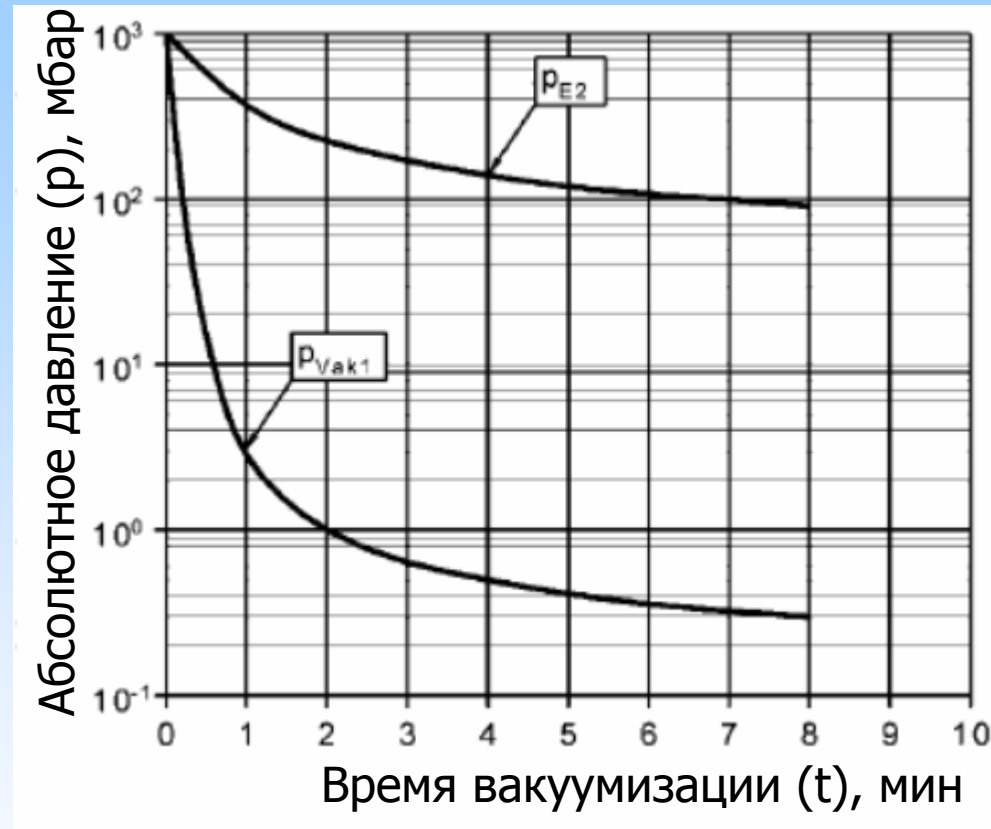
Для безопасного
использования:

- повернуть выключатель 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.



Вакуумизация системы

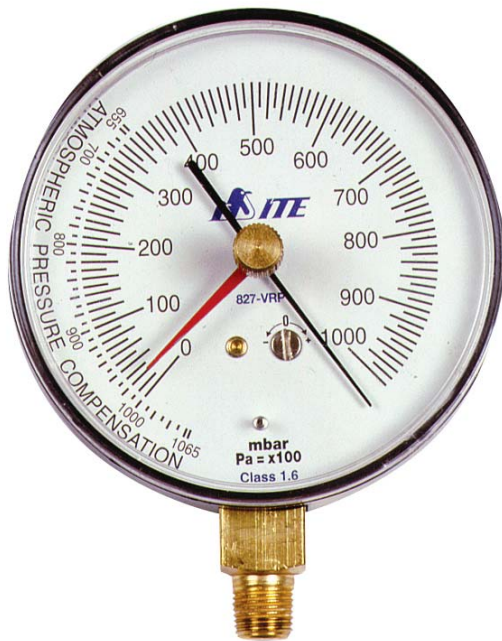
- По возможности вакуумизацию проводят на обеих сторонах (высокого и низкого давления).
- Остаточное давление должно быть не более 375 микрон.
- Необходимо использовать вакуумметр (предпочтительнее электронный).
- Проверить, сохраняет ли система вакуум.



Примечание:

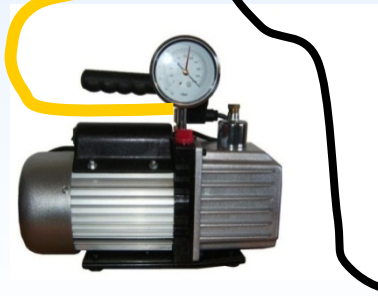
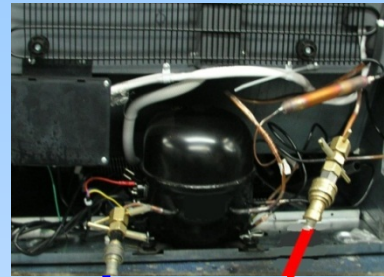
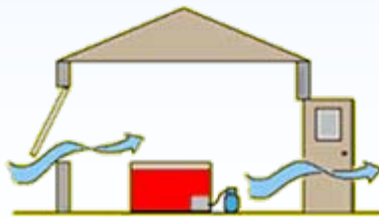
> 375 микрон = 0,5 мбар
50 Па

Вакуумметры



Заполнение системы УВ: общие положения

- Используют короткие шланги.
- Перед заполнением шланги продувают или опорожняют.



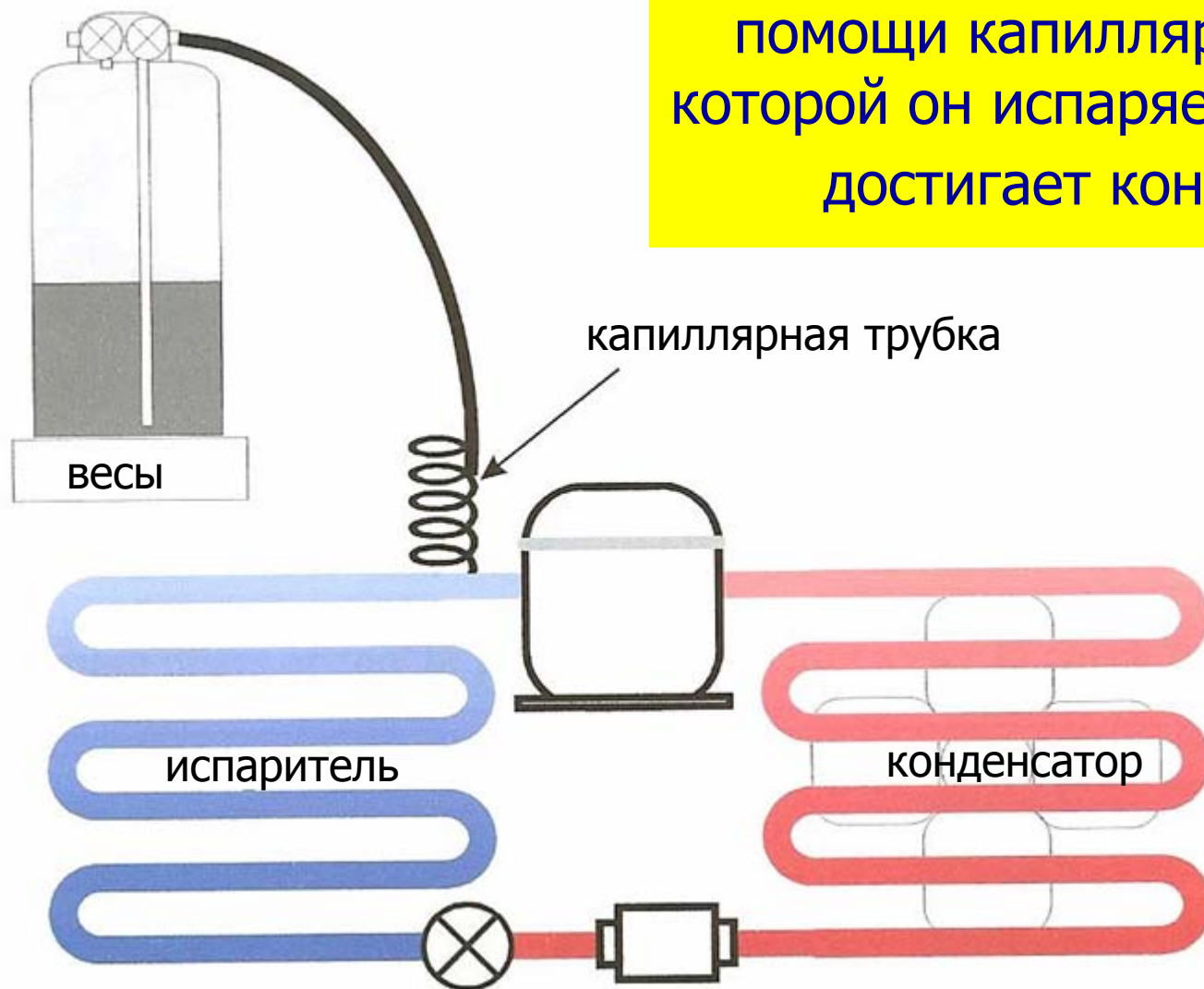
Точность при заполнении системы УВ

Точность:
бытовое оборудование ± 1 г,
коммерческое оборудование ± 2 г.

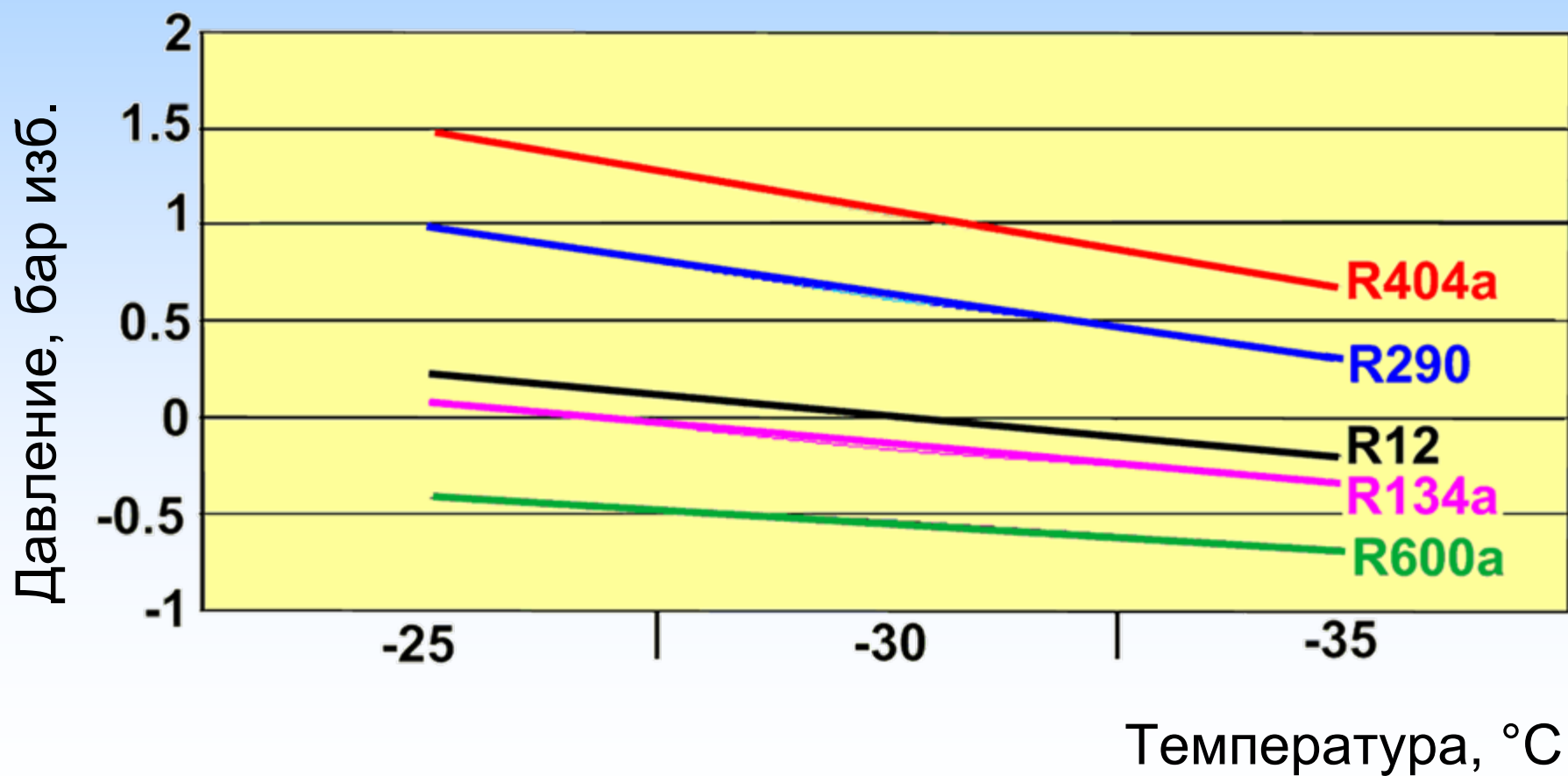
Хладон	УВ хладагент				
	R600a	R600a/R290 (50%/50%)	R290	R290/R170 (94%/6%)	R1270
ХФУ 12	(0,43) t	0,40	нет	нет	нет
ГФУ 134a	(0,47) t	0,45	нет	нет	нет
ГФУ 1234yf	(0,53) t	0,50	нет	нет	нет
ГХФУ 22	нет	нет	0,42	0,41	0,42
ГФУ 407C	нет	нет	0,45	0,44	0,45
ГФУ 404A	нет	нет	0,51	0,50	0,52
ГФУ E07A	нет	нет	0,51	0,50	0,52
ГФУ 41DA	нет	нет	(0,51) t	(0,50) t	(0,52) t
t — требуется изменение объемной производительности компрессора. нет — перевод системы, в которой используется этот хладон, невозможен.					

Заполнение системы жидким хладагентом

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



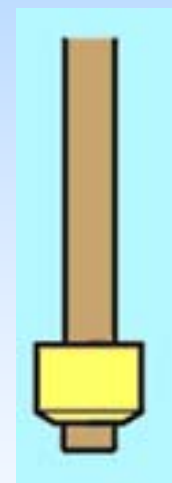
Заполнение системы в зависимости от давления



Герметизация системы: вариант 1

Локринг:

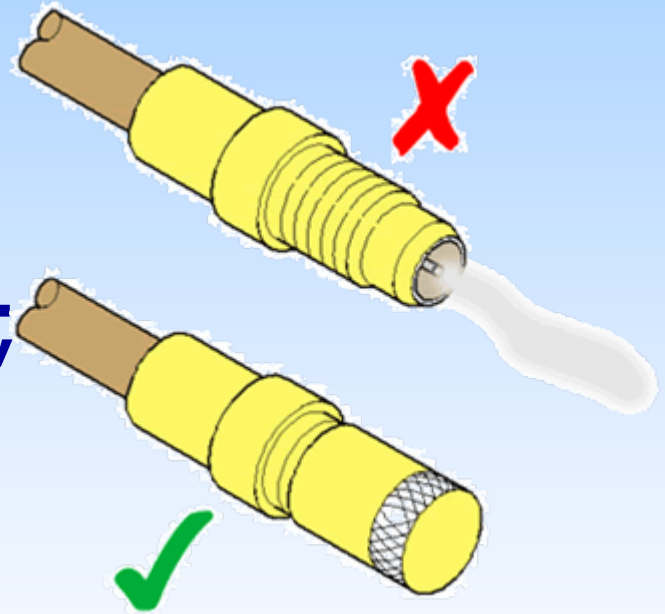
- следует использовать уплотнитель системы Lokring;
- проверить герметичность, когда система выключена;
- примечание: через слабо затянутые локринги возможна течь.



Герметизация системы: вариант 2

Клапаны Шредера:

- закрыть клапан крышкой;
- проверить герметичность при выключенной системе;
- примечание: без колпачка такие клапаны часто протекают.

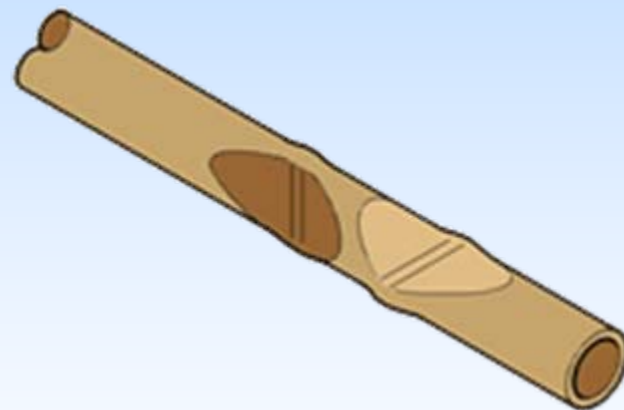


Клапаны Шредера обычно не рекомендуется использовать в системах с УВ хладагентами.

Герметизация системы: вариант 3

Запаивание трубопровода:

- согнуть трубу под углом 90° в двух местах с промежутком около 1 см,
- запаять трубу.



Проверка на отсутствие утечек после герметизации

- Выполнить проверку герметичности трубопровода после герметизации системы;
- выполнить проверку герметичности всей системы, если она еще не была выполнена:
 - проверка стороны ВД — при работающей системе,
 - проверка стороны НД — при выключенной системе.



Маркировка



Минимальные
требования к
маркировке



Альтернативная
маркировка

Утилизация

- Утилизация прилавков, компрессоров и масла осуществляется в соответствии с местным законодательством о токсичных или контролируемых отходах.

Резюме:

обслуживание систем с УВ хладагентами

- Действия должны быть обдуманными;
- правила безопасности рабочей зоны:
 - обеспечение вентиляции,
 - отсутствие источников возгорания в радиусе 2 м;
- учет рекомендуемых норм в области охлаждения;
- использование безопасных и точных методов обнаружения утечек;
- безопасный выпуск УВ в атмосферу;
- точная загрузка УВ (вес меньше, чем у ХФУ);
- использование правильно подобранных деталей;
- использование соответствующих инструментов.

Перевод системы с R12 и R134a на смесь УВ

Электрические соединения

- Любое электрическое соединение (например, кабеля и клеммы) может искрить при неплотном контакте.

Эту проблему можно решить следующим образом:

- минимизировать количество соединений;
- использовать винтовые клеммы;
- использовать лепестковые клеммы с пластиковой изоляцией.

Источник возгорания	Варианты действий
Вентиляторный электродвигатель	Использовать асинхронный (как правило, модификаций не требуется)
Термостат	Установить в герметичный корпус. Расположить вне холодильного контура, предпочтительнее — над ним. Заменить герметичным или полупроводниковым термостатом
Реле компрессора	Установить стандартное реле в герметичный корпус ** Заменить герметичным или полупроводниковым реле подходящего типа
Электрические конденсаторы компрессора	Установить в герметичный корпус** Заменить подходящими конденсаторами «со свободными выходами»
Устройство защиты компрессора от перегрузки	Заменить герметичным или полупроводниковым устройством подходящего типа**
Двухпозиционный переключатель	По возможности убрать Расположить вне системы, желательно, над ней. Заменить герметичным или полупроводниковым переключателем
Дверной выключатель	По возможности убрать внутреннее освещение Установить дверной выключатель внутреннего освещения в герметичный корпус
Внутреннее освещение	По возможности убрать внутреннее освещение По возможности герметизировать ламповый патрон. Заменить герметичным светильником
Проводное соединение	Проверить прочность соединений: использовать круглые или лепестковые клеммы с пластиковой изоляцией
ТЭН оттаивания Контроль оттаивания	Использовать электрический нагрев сопротивлением с температурным выключателем. Переместить в безопасное место (например, на крышку)

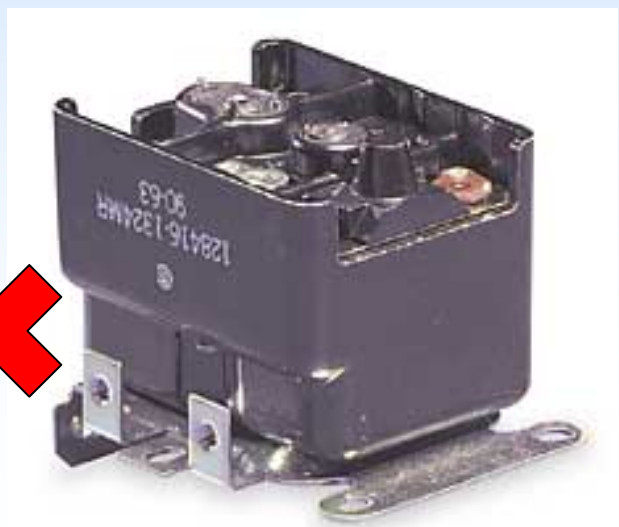
*Использовать этот вариант, если необходима замена компрессора

**Использовать этот вариант, если замены компрессора не требуется

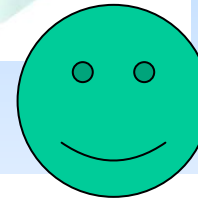
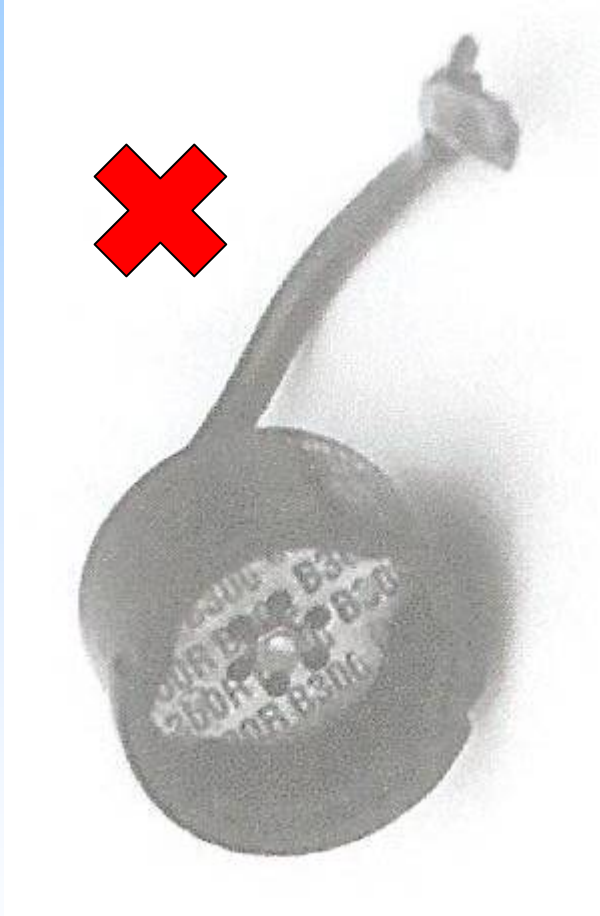


Компрессор для углеводорода R600a

Реле компрессора

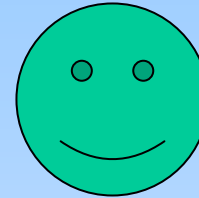


Устройство защиты компрессора от перегрузки

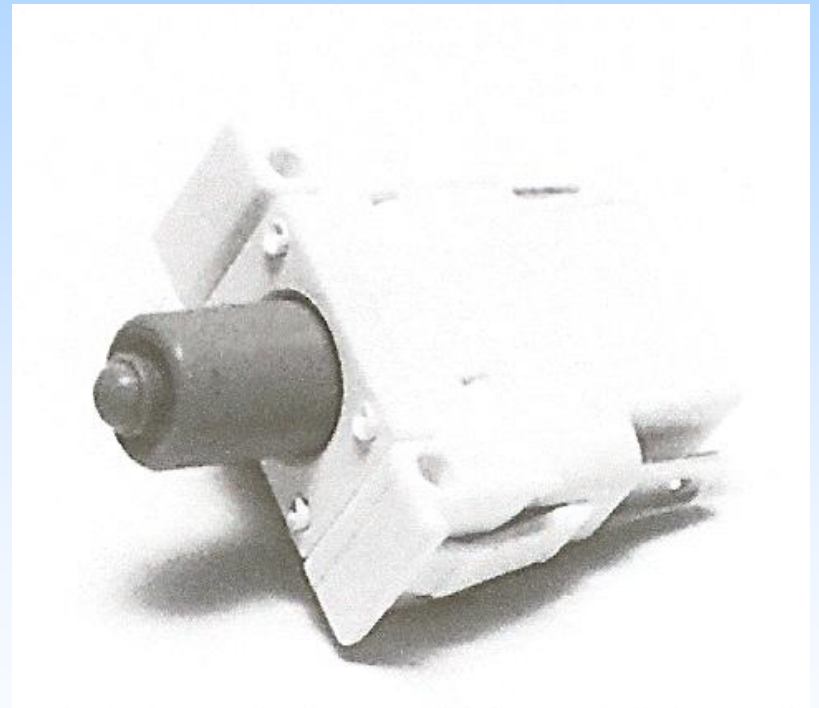
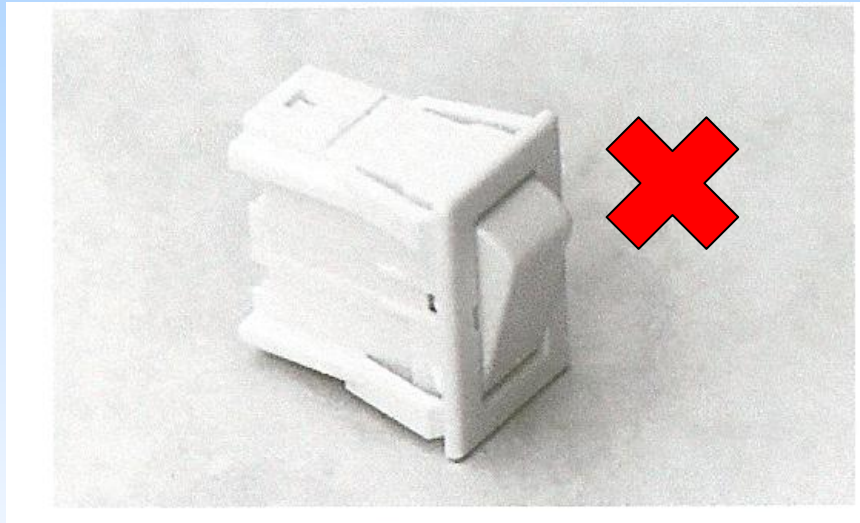
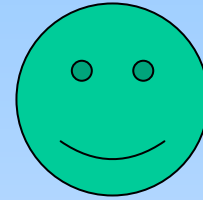


Электрические конденсаторы

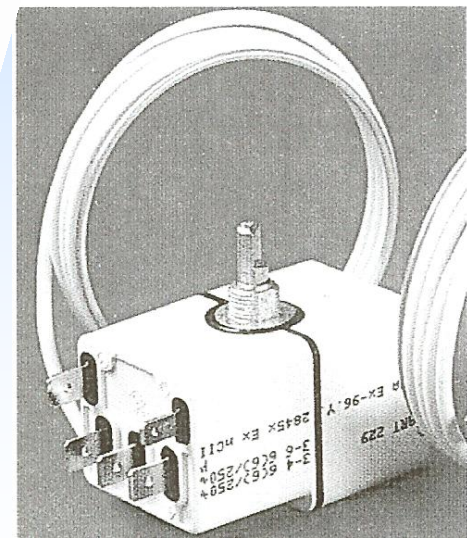
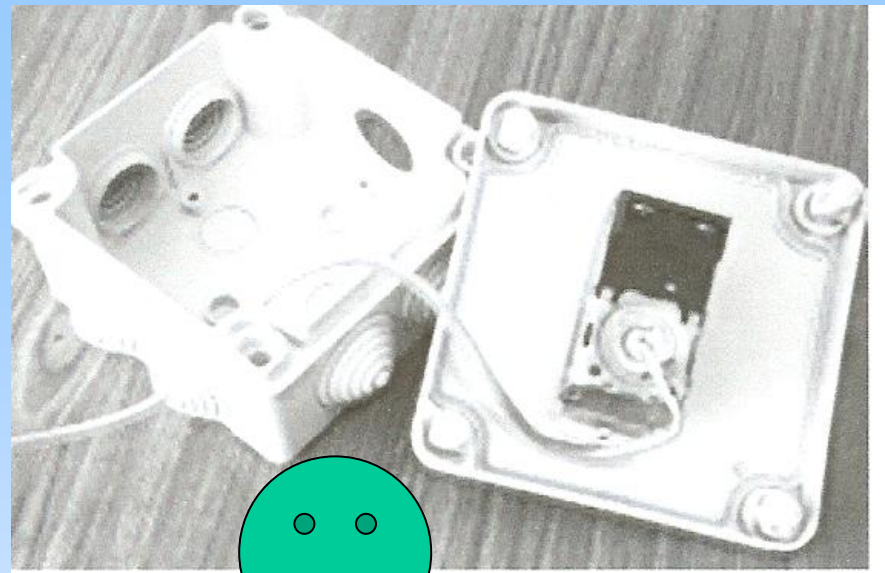
Если электрические конденсаторы соединены с проводами при помощи лепестковых клемм, в местах неплотного контакта возможно искрение.



Двухпозиционный переключатель



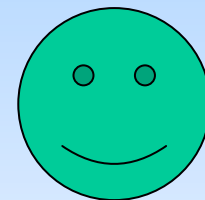
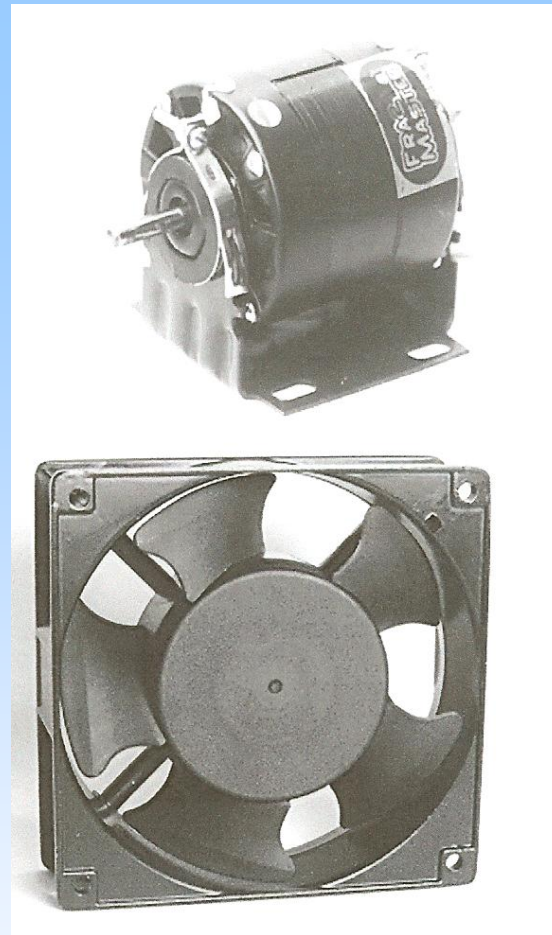
Термостат



Вентиляторный электродвигатель



Двигатели, оснащенные переключателями и щетками, подключаются, как правило, к источнику постоянного тока и редко используются в холодильном оборудовании.



Ламповый патрон



Стандартные
ламповые патроны



Ламповые патроны во
взрывобезопасном
исполнении

Конструкция и функции герметизированного корпуса

- В герметизированный корпус могут быть установлены реле, конденсаторы, термостат и т.д.;
- он является дополнением к распределительной коробке компрессора;
- может быть металлическим и пластмассовым;
- класс защиты не ниже IP54 (защита от пыли и брызг).



Аккумулятор на всасывающем трубопроводе

- Для уменьшения веса хладагента в системе следует избегать установки аккумулятора на всасывающем трубопроводе.



Правильное обращение с УВ включает в себя:

- минимально возможное число соединений;
- отсутствие развальцованных соединений;
- запаянные или спрессованные соединения;
- герметичность системы;
- максимальную длину отожженных и согнутых медных труб;
- точное заполнение системы хладагентом;
- проветривание во время технического обслуживания;
- выпуск УВ наружу;
- использование осушенного азота для промывки и проверки системы;
- отсутствие источников возгорания;
- маркировку системы.

Дальнейшие
действия

Дальнейшие действия

- ☑ Проверить мастерскую и зону хранения УВ:
 - устранить недостатки,
 - составить краткий список правил безопасности и раздать его всем техникам.
- ☑ Проверить оборудование, инструменты и запасные части:
 - при необходимости закупить новые,
 - возможно, при необходимости тренер сможет найти местных производителей.
- ☑ Проверить внедрение технологий использования УВ в качестве хладагентов:
 - получить данные об использовании УВ систем в вашей местности (можно воспользоваться помощью преподавателя),
 - по возможности обсудить необходимые вопросы с поставщиком.

Спасибо!

Контактная информация

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

(GIZ) GmbH

Программа Proklima

Dag-Hammarskjöld-Weg1-5

65760 Эшборн, Германия

Рольф Хюрен (Rolf Huehren)

Email: Rolf.huehren@proklima.net

Сайт: www.gtz.de/proklima