

ЮНИДО

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

**Международный
опыт
использования
углеводородных
хладагентов**



Углеводородные хладагенты

В промышленном, коммерческом и бытовом оборудовании углеводороды успешно используются в качестве хладагентов.

Примеры:

R170, этан, C_2H_6

R290, пропан, C_3H_8

R600, бутан, C_4H_{10}

R600a, изобутан, C_4H_{10} ,

смеси перечисленных выше газов.

Распространенные УВ

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

Перевод систем, использующих ХФУ R-12 или ГФУ R-134a
на УВ смеси R-290/R-600a (50/50) -35°C

Общие сведения о УВ

- Впервые УВ хладагенты стали использоваться в конце 1800-х — начале 1900-х гг.
- УВ имеют природное происхождение.
- УВ отличаются нулевым ОРП и минимальным ПГП.
- УВ совместимы с большинством видов смазки.
- УВ «более» совместимы с материалами, которые обычно используются в промышленности, чем не-УВ хладагенты.
- УВ уменьшают и предотвращают образование кислот.

Углеводороды (УВ)

Углеводороды отличаются превосходными термодинамическими качествами.

Единственным недостатком углеводородов является их способность гореть в присутствии воздуха, но можно нивелировать путем использования стандартов, тщательного проектирования конструкции систем, учета сопутствующих опасностей и **обучения персонала**.

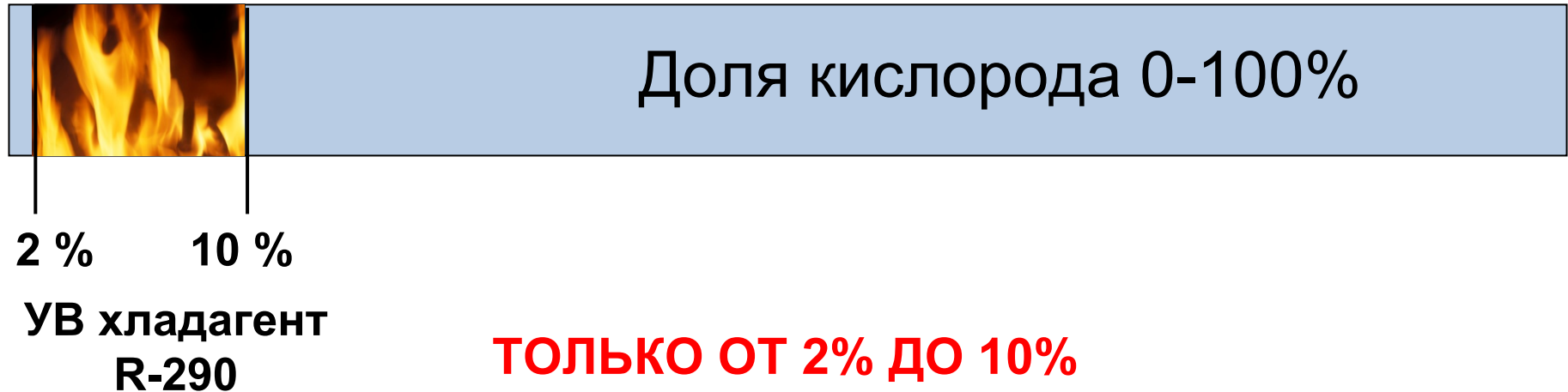
Немецкий опыт продажи более чем 50 млн. бытовых холодильников свидетельствует о том, что герметичные холодильные контуры позволяют снизить риск возгорания до приемлемого уровня.

При условии использования таких герметичных систем нет каких-либо основательных причин отказываться от использования углеводородов в оконных кондиционерах, чиллерах и автомобильных кондиционерах.

Горючесть

- ВСЕ хладагенты горючи в той или иной степени.
- Температура возгорания нагретой смазки под давлением даже ниже, чем у хладагентов.
- УВ хладагенты являются источником возгорания.
- Большинство УВ воспламеняются, только если их концентрация в воздухе составляет от 2% до 10%.

Горючесть на примере 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.**

Горючесть на примере ГФО 1234yf

Внимание!

Хранить под давлением. Горючий газ. Замещает кислород, необходимый для дыхания. В высоких концентрациях вызывает асфиксию. Пораженный не понимает, что задыхается. При вдыхании воздействует на центральную нервную систему. Может вызвать сонливость и головокружение. Может вызвать раздражение кожи. Может вызвать раздражение глаз. Может вызвать раздражение дыхательных путей. Не вдыхать пары. Избегать попадания на кожу, глаза и одежду.

При высоких температурах ($>250\text{ }^{\circ}\text{C}$) среди продуктов распада образуется плавиковая кислота (HF) и карбонилгалогениды.

ACGIH (2007) определяет следующие значения ПДК для плавиковой кислоты: пороговое значение/средневзвешенная по времени величина — $0,5\text{ мг/м}^3$, допустимый предел воздействия — 2 мг/м^3 . Источник: Honeywell Co. MSDS

УВ: модификация электрооборудования

- Замена полупроводниковыми аналогами.
- Герметизация для исключения контакта хладагента с искрами.
- Перемещение туда, где деталь не будет контактировать с хладагентом.
- Обеспечение вентиляции.

УВ: модификация электрооборудования

- Замена неисправных деталей.
- Устранение слабых, окислившихся, неплотных или загрязненных электрических соединений.
- Восстановление отсутствующей или поврежденной изоляции, приводящей к образованию искр.
- Предотвращение образования искр от трения, например, металлической лопасти вентилятора о металлический корпус.

УВ: модификация электрооборудования

- Модификация производится в соответствии с местными правилами и стандартами.
- Проектирование, производство и установка должны соответствовать международным стандартам.

Классификация хладагентов

В основе требований к безопасности хладагентов лежит их классификация хладагентов по безопасности.

➤ Классификация хладагентов по безопасности определяется стандартом ISO 817.

➤ За основу взяты:
2 критерия токсичности,
3 критерия горючести.

➤ Высокая токсичность + высокая горючесть = более строгие требования.

	Низкая (хроническая) токсичность	Высокая (хроническая) токсичность
Пламя не распространяется	A1 (ГФУ)	B1
Низкая горючесть	A2	B2 (NH3)
Высокая горючесть	A3 (УВ)	B3

ужесточение требований

ужесточение требований

Стандарты безопасности

Стандарт	Название	Применение	Ограничения веса 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 и отопительное оборудование: бытовое, коммерческое, промышленное	В зависимости от области применения
ISO (DIS) 5149	Системы охладительные механические, используемые для охлаждения и подогрева. Требования	Все холодильное, климатическое и отопительное оборудование: бытовое, коммерческое	В зависимости от области применения

Максимальный и допустимый вес УВ

Местоположе ние компонентов, содержащих хладагент	Тип сист емы	Масса хладагента	Тип доступа				
			Категория А (общий доступ)		Категория В (контролируемый доступ)		Категория С (только санкционированный доступ)
			RHPAC	Комф. HPAC	RHPAC	Комф. HPAC	Все типы
Зона пребывания людей, не машинный зал	Непосредственное испарение	Допустимая (Mal)	ППК Vrm	2,5 НПВ 1,25 h√Arm или 0.55 Arm НПВ	ППК Vrm	2,5 НПВ 1,25 h√Arm или 0.55 Arm НПВ	ППК Vrm
		Максимальная (Mmax)	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
В машинном зале, или помещении со специальной вентиляцией, или под открытым небом	С промежуточным хладагентом	Допустимая (Mal)	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 (Mmax)	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

Общие уровни риска УВ систем

Следующие параметры означают наименьшую степень риска:

- небольшой вес хладагента,
- меньшее количество потенциальных источников возгорания,
- схожие параметры всего парка установленного оборудования,
- детали, содержащие хладагент, располагаются снаружи,
- отсутствие необходимости модифицировать систему.

**Выше уровень
— выше риск.**

Типы систем		Общий риск
Охлаждение в бытовых условиях		уровень 2
Охлаждение в розничной торговле	•Моноблоки (автономные)	уровень 2
	•Сплит-системы (с конденсатором)	уровень 4
	•[Централизованное непосредственное охлаждение]	[уровень 4]
	•Централизованное охлаждение с промежуточным холодоносителем	уровень 2
Кондиционирование воздуха	•Моноблоки (оконные/мобильные)	уровень 1
	•Сплит-системы	уровень 1
	•Прецизионные системы	уровень 3
	•Крышные кондиционеры	уровень 3
	•[Канальное непосредственное охлаждение]	[уровень 4]
	•[Мультисплит-системы]	[уровень 4]
	•Чиллеры	уровень 2
Транспорт	•Автомобильные кондиционеры	уровень 1
	•Кондиционеры в пассажирском транспорте	уровень 3
	•Охлаждение в авторефрижераторах	уровень 2
	•Рыболовные суда	уровень 3
Пищевая промышленность, кулинария		уровень 4

Доступное оборудование

Сфера использования	Тип оборудования	Тип системы	Доступность
Охлаждение в бытовых условиях	Холодильные шкафы	Моноблоки	☒
	Морозильные шкафы	Моноблоки	☒
Охлаждение в розничной торговле	Холодильные, морозильные шкафы	Моноблоки	☒
	Холодильные, морозильные шкафы	С дистанционным управлением	☒
	Холодильные, морозильные шкафы	Распределенный	☒
	Холодильные, морозильные шкафы	Моноблоки	☒
Хранение и производство пищевых продуктов	Шкафы для хранения продуктов	Моноблоки	☒
	Холодильные камеры	С дистанционным управлением	☒
	Холодильные камеры	Распределенный	☒
	Холодильные камеры	Моноблоки	☒
	Технологическое охлаждение/заморозка	С дистанционным управлением	☒
	Технологическое охлаждение/заморозка	Распределенный	☒
	Технологическое охлаждение/заморозка	Моноблоки	☒
Охлаждение в транспорте	Автодорожный транспорт	Моноблоки	☒
	Вагоны-рефрижераторы	Моноблоки	☒
	Рефрижераторные контейнеры	Моноблоки	☒
	Охлаждение на борту судна	Моноблоки	☒

Доступное оборудование

Сфера использования	Тип оборудования	Тип системы	Доступность
Бытовые кондиционеры, осушители воздуха и тепловые насосы	Мобильные	Моноблоки	☒
	Оконные	Моноблоки	(☒)
	Внутрстенные	Моноблоки	☒
	Сплит-системы	С дистанционным управлением	☒
	Мультисплит/VRV	Распределенный	☒
	Автономные канальные блоки	С дистанционным управлением	☒
	Центральные кондиционеры	С дистанционным управлением	☒
	Поршневые чиллеры	Моноблок/С промежуточным холодоносителем	☒
	Центробежные чиллеры	Моноблок/С промежуточным холодоносителем	☒
	Водяное отопление	Моноблоки	☒
	Центральное отопление	Моноблок/С промежуточным холодоносителем	☒
Транспортное кондиционирование	Автомобили	С дистанционным управлением	Только после перевода
	Автобусы	С дистанционным управлением	☒
	Поезда	С дистанционным управлением	☒
	Самолеты	С дистанционным управлением	☒

Доступное холодильное и климатическое оборудование

- Williams refrigeration (www.williamsrefrigeration.com):
 - коммерческие автономные холодильники,
 - (также с хладагентами R134a и R404A);
- безопасность:
 - разработано в соответствии с EN 378,
 - вес хладагента R290 — до 150 г;
- стоимость систем с R290 такая же, как и с ГФУ;
- энергопотребление:
 - система с R290 потребляет на 15% меньше электроэнергии, чем с ГФУ;
- у систем с R290 меньший уровень шума, рабочая температура составляет до +43 °C.



Доступное холодильное и климатическое оборудование

- Foster Refrigerator (www.fosterrefrigerator.co.uk):
 - коммерческие автономные холодильники,
 - также с хладагентами R404A и R134a;
- безопасность:
 - разработано в соответствии с EN 60335-2-89,
 - вес хладагента R290 — до 150 г;
- стоимость систем с R290 такая же, как и с ГФУ;
- энергопотребление:
 - система с R290 потребляет на 15% меньше электроэнергии, чем с R134a/R404A.



Температуры и мощность							
Размеры (Ш x Г x В), мм	700 x 700 x 1780	700 x 800 x 1780	700 x 800 x 2080	700 x 840 x 2070	820 x 700 x 2080	1440 x 800 x 1780	1440 x 800 x 2000
	S 400	G 500	G 600	G 600 U	B 600	G 1100	G 1350
Объем нетто, л	400	500	600	600	600	1100	1350
холодильник (+1 °/+4 °C)	EPRO S 400 H	EPRO G 500 H	EPRO G 600 H	EPRO G 600 HU	EPRO B 600 H	EPRO G 1100 H	EPRO G 1350 H
морозильник (-18 °/-21 °C)	EPRO S 400 L	EPRO G 500 L	EPRO G 600 L	EPRO G 600 LU	EPRO B 600 L	EPRO G 1100 L	EPRO G 1350 L



Доступное холодильное и климатическое оборудование

- Verco (www.ver.co.uk):
 - коммерческие прилавки-витрины,
 - также с хладагентом R404A;
- безопасность:
 - разработано в соответствии с EN 378,
 - вес хладагента R290 — до 500 г;
- стоимость систем с R290 такая же, как и с ГФУ;
- энергопотребление:
 - система с R290 потребляет на 15-20% меньше электроэнергии, чем с ГФУ.

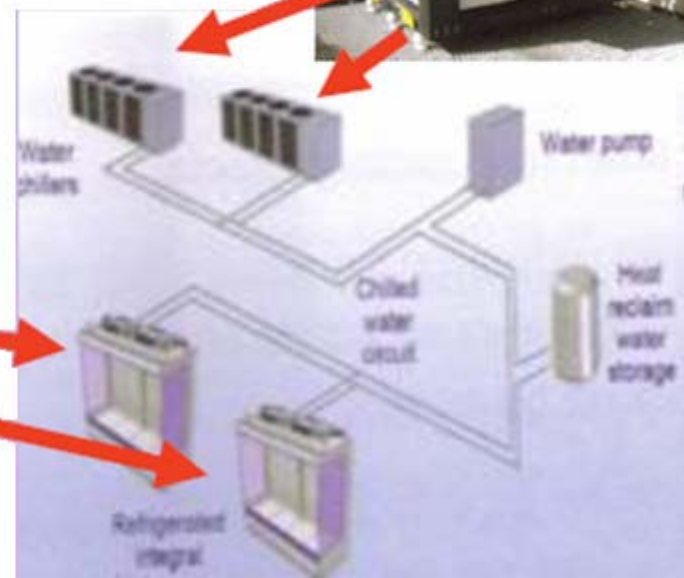


Доступное холодильное и климатическое оборудование

- Palfridge (www.palfridge.com):
 - все типы коммерческих автономных холодильников и бытовых холодильников и морозильников;
- завод расположен в Свазиленде (южная Африка);
- полный переход на использование R600a и R290 в январе 2010 г.:
 - при поддержке GTZ и финансировании Министерством финансов Германии,
 - полный перевод всей линии производства,
 - вес хладагента R290 или R600a — до 300 г;
- стоимость моделей с R290 ниже, чем с ГФУ (R134a, R404A):
 - большие производственные мощности;
- энергопотребление намного меньше, чем у систем с ГФУ:
 - ниже на 8-24%,
 - частично благодаря хладагенту, частично благодаря улучшенной

Доступное холодильное и климатическое оборудование

- Waitrose supermarket (UK):
 - во всех новых холодильных установках используются УВ;
- безопасность:
 - разработано в соответствии с EN 378,
 - вес хладагента в холодильниках до 500 г,
 - вес хладагента в чиллерах — 5 кг в каждом контуре;
- в конденсаторах прилавков-витрин используется контур водяного охлаждения.



Доступное холодильное и климатическое оборудование

Чиллер на R290 для машинных залов специального назначения



Продукция Earthcare

Доступное холодильное оборудование малой мощности

- Множество пользователей в разных странах использует только оборудование на природных хладагентах.
- Большое число автономных коммерческих агрегатов на УВ (R600a, R290):
 - многочисленные производители,
 - от небольших охлаждаемых прилавков со стеклянной дверью для напитков в бутылках, автоматов для продажи закусок, холодильников для мороженого, ресторанного оборудования до холодильных стеллажей.



Перевод производственной линии компании GREE



Линия производства
кондиционеров на
ГХФУ R290



Линия производства
кондиционеров на
R290



Завершен в конце 2010 г.
Производительность: 100 000
единиц оборудования в год.

Доступное климатическое оборудование

Сплит-
системы
GREE

9 000 БТЕ
200 г R290

В рамках
пилотного
проекта
установлено
110 агрегатов.



Доступное климатическое оборудование

- York/JCI
(www.johnsoncontrols.dk):
 - чиллеры с воздушным охлаждением;
- безопасность:
 - разработано в соответствии с EN 378,
 - вес хладагента R290 — до 25 кг;
- стоимость систем с R290 немного выше, чем с ГФУ:
 - «Green Premium»;
- энергопотребление:
 - COP систем с R290 на 15% выше, чем с R407C и R410A,
 - винтовой компрессор с регулируемой частотой



Тип	Электрое мкость, кВт на 50 Гц	Потреб ляемая мощно сть, кВт	COP
HSAS-95-1	96	27,6	3,84
HSAS-95-2	95	27,0	3,84
HSAS-140-1	132	38,8	4,01
HSAS-140-2	132	35,1	3,95
HSAS-200-1	178	53,2	4,24
HSAS-200-2	178	46,0	4,29
HSAS-260-1	218	59,2	4,01
HSAS-260-2	218	54,2	4,01
HSAS-340-1	265	75,5	4,22
HSAS-340-2	265	68 1	4,19

Доступное климатическое оборудование

- Earthcare
(www.earthcareproducts.co.uk):
 - чиллеры с воздушным охлаждением;
- безопасность:
 - разработано в соответствии с EN 378,
 - вес хладагента R290 — до 25 кг в каждом контуре;
- стоимость систем с R290 немного выше, чем с ГФУ (на 3%);
- энергопотребление:
 - у систем с R290 КПД выше на 15%.



Примечания

- Успех использования УВ в бытовом оборудовании может быть распространен и на другие области применения и системы
 - >> *Для этого требуется решение незначительных технических проблем, передача знаний и обучение.*
- Безопасность является проблемой для некоторых систем, имеющих аналоги
 - >> *С этим поможет справиться соблюдение правил и норм безопасности, а также наработка практического опыта.*
- Выпуск устройств на УВ постоянно растет
 - >> *Стоимость таких устройств редко превышает стоимость систем с ГФУ.*
- Многие потребители требуют использования природных хладагентов
 - >> *И жалуются на нехватку и узкий ассортимент таких систем.*

Обслуживание и безопасность климатических систем с R290

Стандарт EN 13313

Современное положение дел с УВ

- Оборудование с УВ хладагентом R290 выпускается по всему миру.
- Разработка и установка холодильного оборудования с УВ соответствует специальным стандартам (в частности, EN 378).
- В дальнейшем планируется перевод оборудования с ГХФУ на R290.
- Перевод оборудования с ХФУ/ГФУ на R600a, R290 или их смесь.
- Обслуживание оборудования, работающего на R600a.

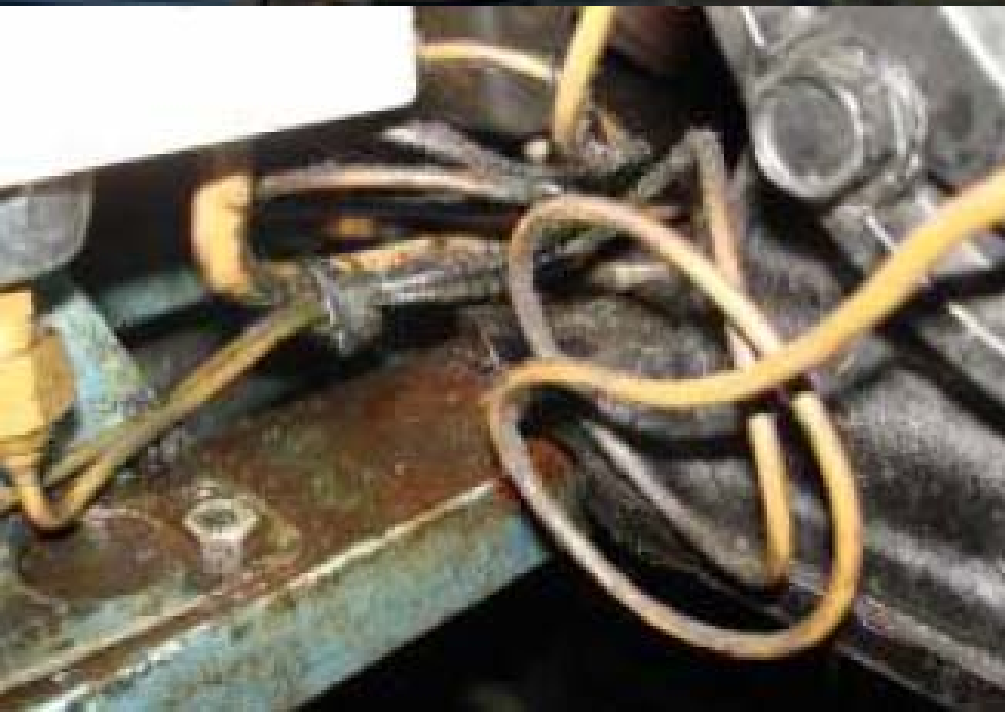
Цели и задачи

- Полагаться на наработанный «передовой опыт установки и обслуживания»;
- разработать «свод правил»;
- строго следовать официальным правилам безопасности;
- использовать герметичные системы;
- следить за герметичностью системы;
- выполнять проверку 1) герметичности, 2) плотности соединений, 3) давления;
- использовать осушенный азот без примеси кислорода для проведения проверок **2 и 3** и профилактического ремонта и технического обслуживания;
- иметь запас оригинальных запасных частей;
- иметь профессиональные инструменты;
- не допускать утечек УВ хладагентов.

Продолжать в том же духе?







Задача обучения

Обучение — это учебный процесс, включающий в себя получение знаний, развитие и совершенствование навыков, умений, способов действия, или смена отношения и поведения с целью повышения производительности персонала.

Учебная программа для секторов ОВиК и охлаждения должна:

- соответствовать законам, нормам и стандартам, определяющим изменения в отрасли;
- повышать требования к качеству установки, технического обслуживания и поддержания в рабочем состоянии оборудования с целью уменьшения затрат (хладагент, запасные части, количество аварийных ситуаций) и достижения как можно более высокой энергоэффективности;
- соответствовать все более сложным требованиям разных отраслей промышленности (кондиционирование воздуха, пищевая промышленность, розничная торговля, строительство и т.д.);
- выдерживать конкуренцию на местном и международном уровнях;
- помогать в поиске работы и карьерном росте.

Требования к безопасности при использовании УВ

Необходимо обеспечить общую безопасность рабочих условий:

➤ **выполнять обязательства перед рабочими, покупателями и обществом;**

➤ обеспечивать
безопасность для людей,
окружающей среды и
оборудования.



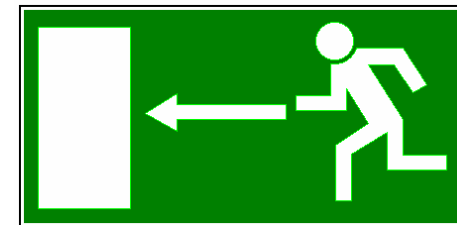
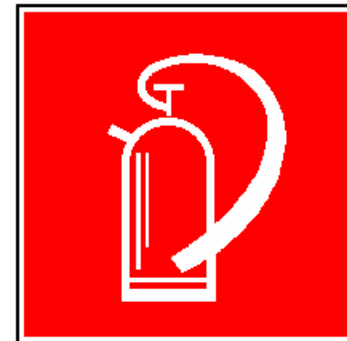
Безопасность в первую очередь



Обученные
специалисты
должны отдавать
себе отчет о своей
ответственности.

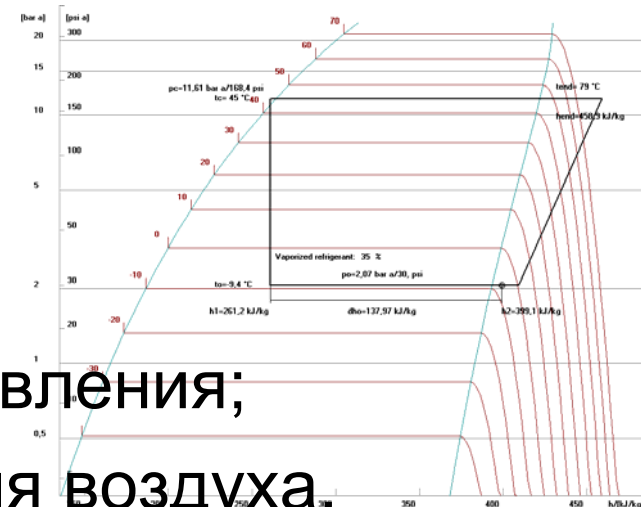
Требования к безопасности при использовании УВ

- Предотвращение несчастных случаев,
- безопасность объекта,
- безопасность оборудования и инструментов,
- предотвращение пожара и действия в аварийной ситуации
- основные противопожарные действия.

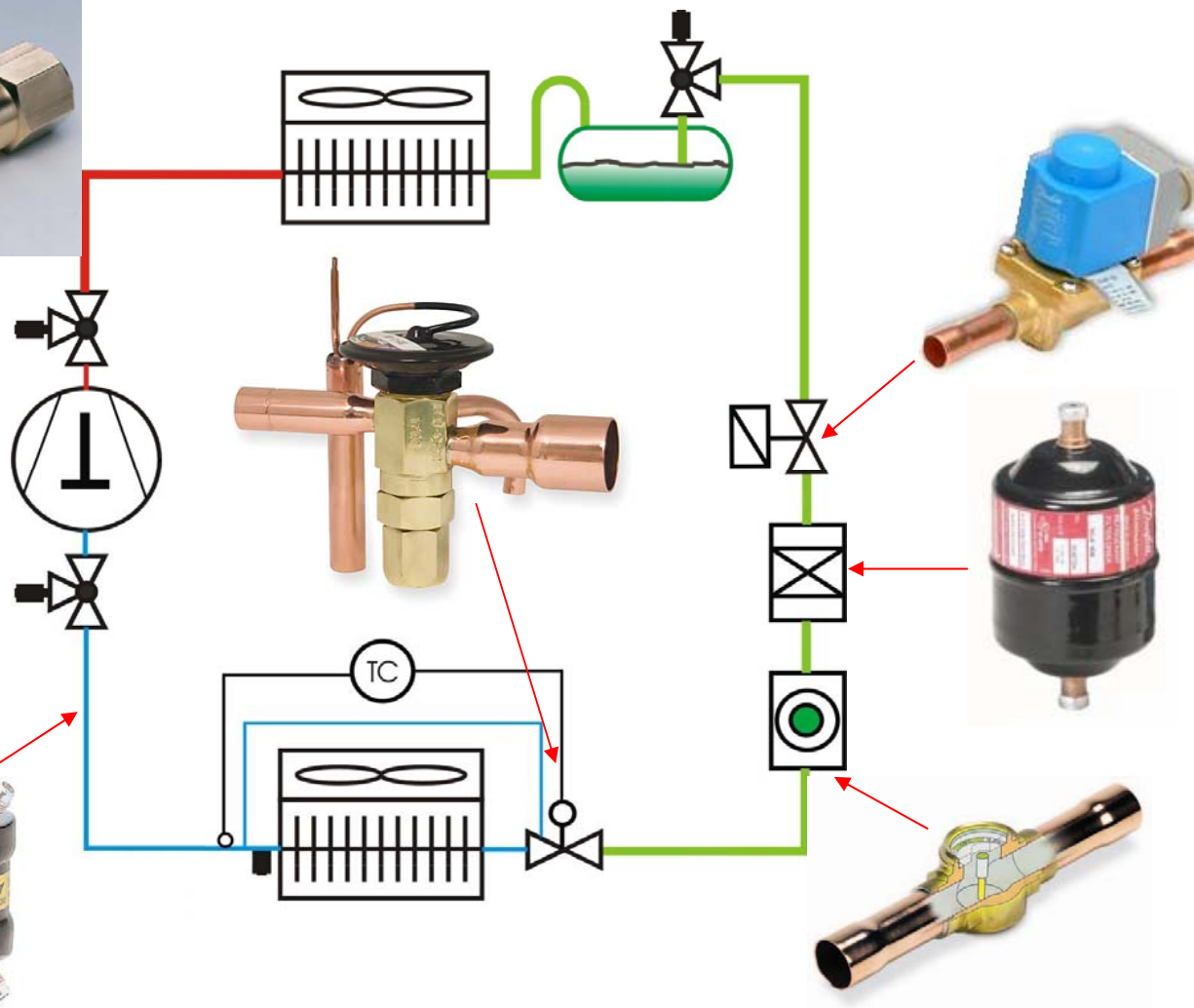


Содержание стандартного учебного курса по холодильному оборудованию (примеры)

- Принципы производства холода;
- компоненты системы охлаждения;
- хладагенты и смазочные масла;
- электрические цепи и средства управления;
- определения для кондиционирования воздуха, промышленного, коммерческого и бытового холода;
- техническое обслуживание и поддержание оборудования в работоспособном состоянии, передовой опыт, выявление и устранение неисправностей;
- проектирование и разработка систем охлаждения и кондиционирования воздуха, герметизация систем (обслуживание герметичных систем).



Обеспечение герметичности системы



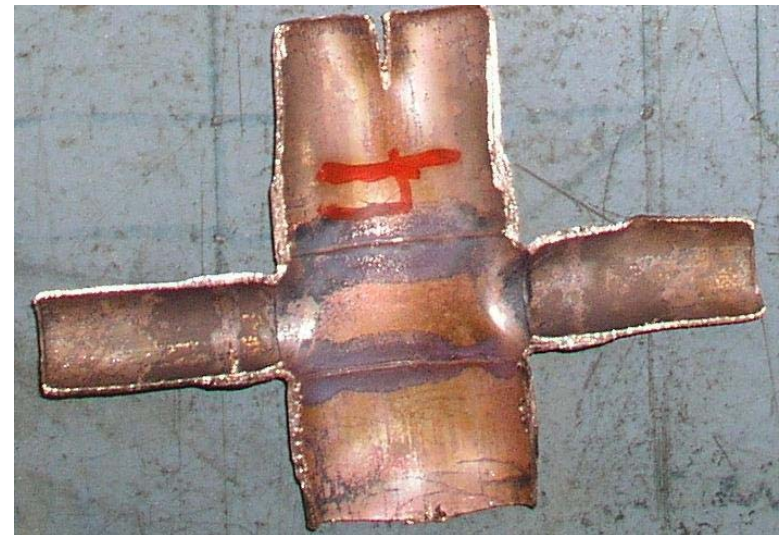
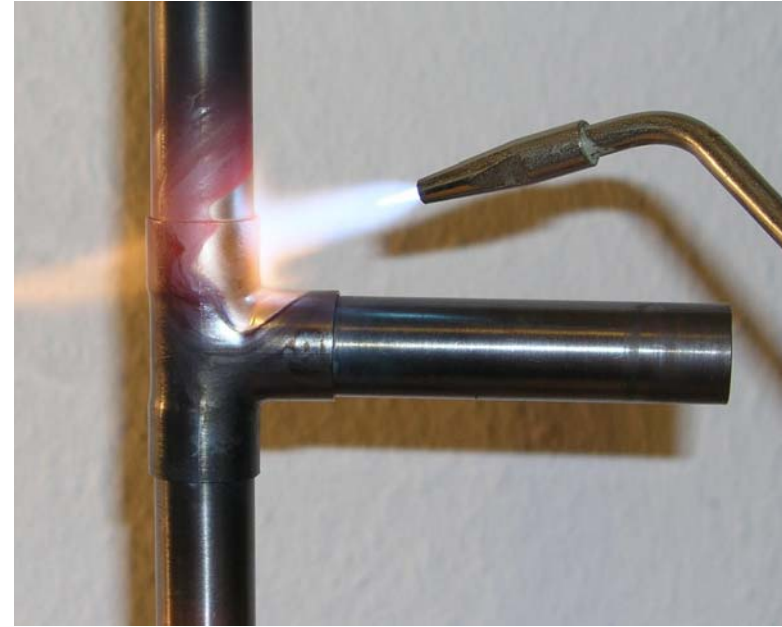
Содержание стандартного учебного курса по холодильному оборудованию (примеры)

Трубопровод:

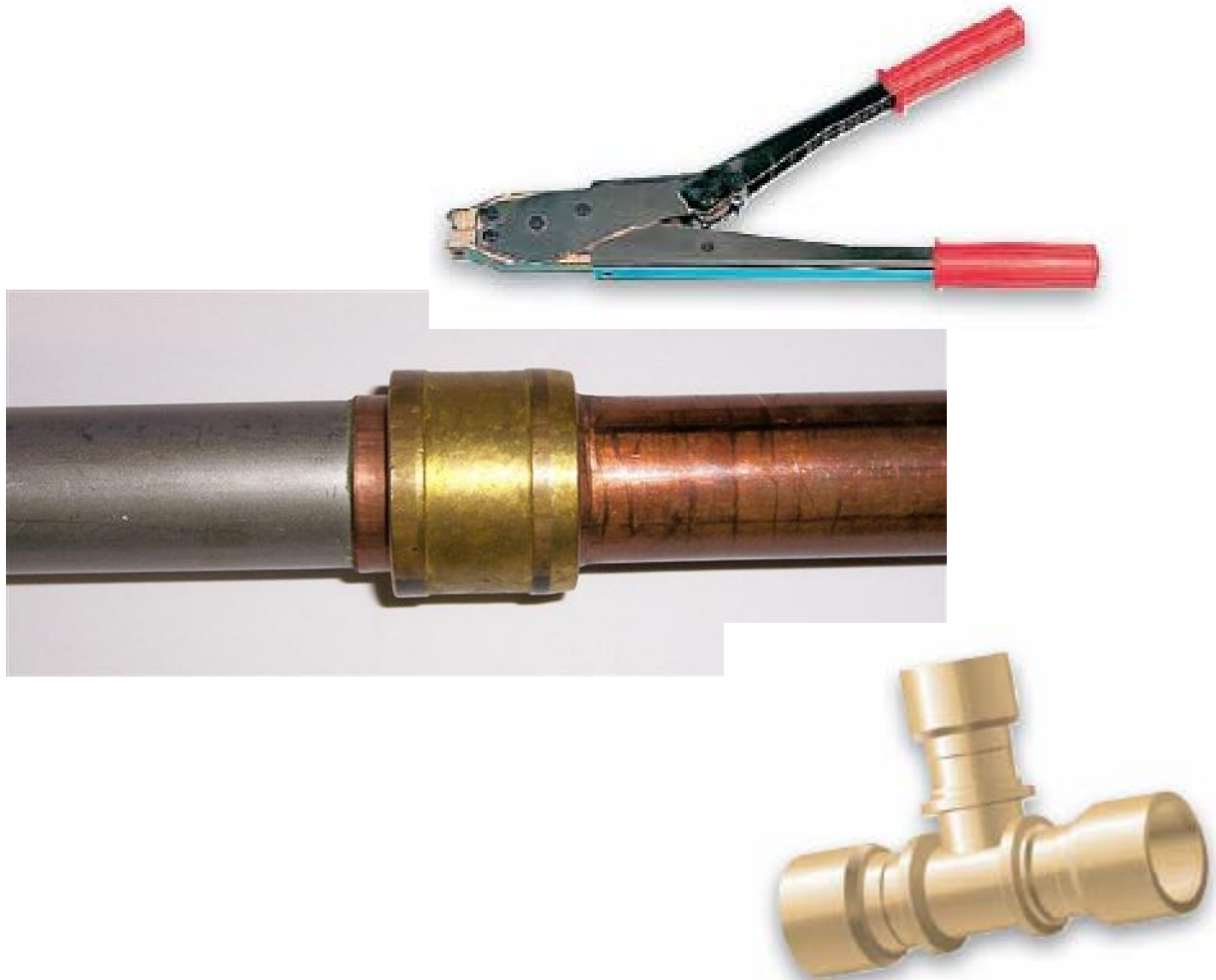
- пайка,
- уменьшение числа механических соединений,
- удаление воздуха из трубопровода при помощи осушенного азота без примеси кислорода,
- соединение труб и компонентов при помощи спрессованных соединителей,
- сгибание,
- опоры трубопровода и предотвращение вибрации,
- термоизоляция.



Пайка и осушенный азот без примеси кислорода



Использование спрессованных соединителей

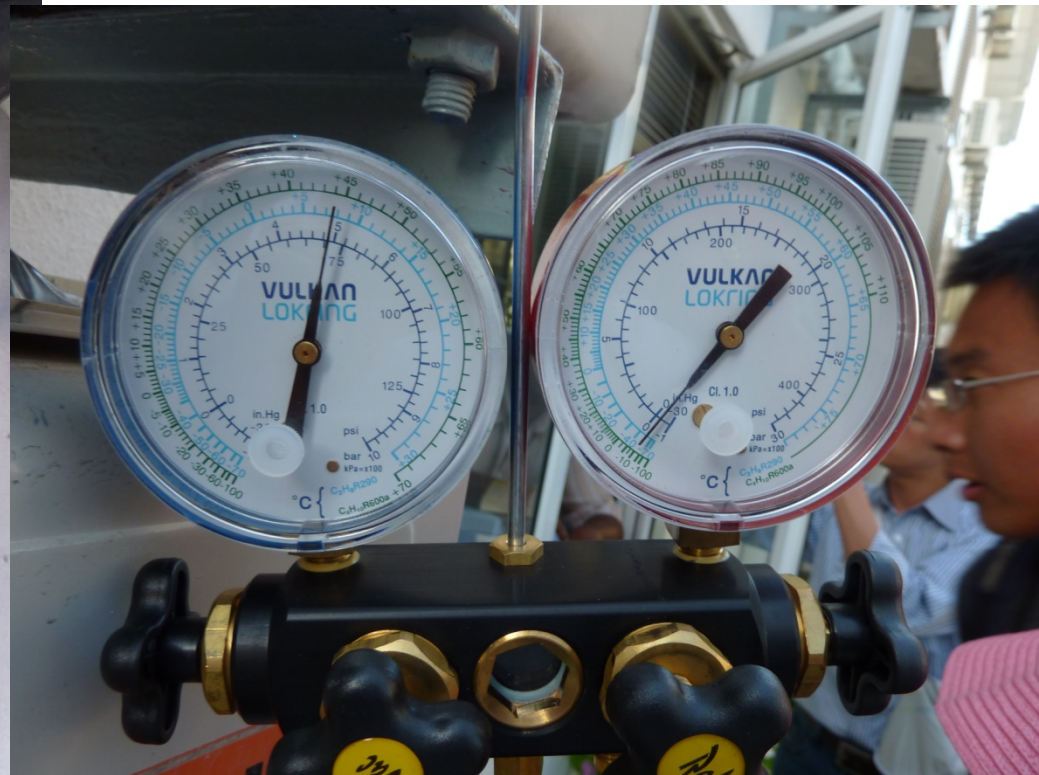


Содержание стандартного учебного курса по холодильному оборудованию (примеры)

- Термодинамические качества и существенные отличия УВ от ХФУ, ГХФУ и ГФУ;
- безопасность и оценка риска (источники возгорания и пр.);
- проектирование систем, в которых в качестве хладагента используются УВ, нормы и правила;
- специальные инструменты и компоненты системы;
- свойства, хранение и перевозка цилиндров с хладагентом;
- безопасное обращение с хладагентом, в том числе его извлечение и загрузка в систему;
- контроль утечек и испытания на прочность (осушенный азот без кислорода);
- вывод системы или устройства из эксплуатации.

Необходимые инструменты и оборудование





Концепция обучения и лицензирования

- В законодательстве каждой страны должен быть прописан порядок лицензирования компаний, инженеров и техников.
- Компании обязаны иметь минимум необходимого оборудования и инструментов.
- Инженеры и техники обязаны обладать требуемыми знаниями и умениями.
- Эти знания и умения должны быть подтверждены соответствующими сертификатами.
- Работа с хладагентами производится только лицензированными компаниями, инженерами и техниками.
- У владельцев оборудования должна быть возможность проверки компетентности компании и ее сотрудников.

Преимущества схемы авторизации

- Улучшение стандартов установки, технического и профилактического обслуживания холодильного и климатического оборудования и, в силу этого, повышение производительности и снижение энергопотребления (и выбросов парниковых газов);
- повышение надежности и срока эксплуатации холодильного и климатического оборудования;
- большая удовлетворенность конечных пользователей ввиду снижения затрат и отсутствия необходимости дополнительного ремонта и/или преждевременной замены оборудования;
- повышение рыночного спроса на услуги компетентных техников, использующих передовые методы работы;
- составление реестра компетентных компаний и техников, а также получение достоверной информации о потребляемых хладагентах.



**Спасибо за
ВНИМАНИЕ!**