



РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПРАКТИКА ОБСЛУЖИВАНИЯ

ОБОРУДОВАНИЯ С ВОСПЛАМЕНЯЮЩИМИСЯ ХЛАДАГЕНТАМИ

КРАТКОЕ ПОСОБИЕ



Настоящая публикация может быть воспроизведена полностью или частично и в любой форме в образовательных или некоммерческих целях без специального разрешения владельца авторских прав при условии подтверждения источника. Команда ЮНЕП хотела бы получить копию любой публикации, использующей это пособие в качестве источника информации.

Эта публикация не может быть использована для перепродажи или в любых других коммерческих целях без предварительного письменного разрешения ЮНЕП.

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*

ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Используемые обозначения и форма изложения материала в этой публикации не являются выражением какого-либо мнения со стороны Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или ее властей или в отношении делимитации ее границ. Более того, высказанные мнения не обязательно отражают какие-либо решения или официальную политику Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде, равно как не упоминают ни торговые наименования, ни коммерческие процессы.

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Это краткое пособие было подготовлено Программой ООН по окружающей среде совместно с ее подразделением ОзонЭкшн, Отделом технологий, промышленности и экономики, Сетью национальных экспертов по озону государств Океании (PIC) в качестве рекомендательного пособия, разработанного в рамках Программы обеспечения соответствия нормативным требованиям Монреальского протокола ООН с учетом результатов совместного семинара для экспертов государств Океании по озону и оборудованию холодоснабжения и кондиционирования воздуха (ОХКВ)

Проект осуществлялся под контролем
д-ра Шамили Наир-Бедуэль, руководителя программы ЮНЕП
ОзонЭкшн

Руководство проектом:

Арти Дубри, региональный координатор сети государств
Океании, программа ЮНЕП ОзонЭкшн,

Гипат Пуупиирасупонг, координатор программы по
поэтапному отказу от ГФУ, ОзонЭкшн

Чаад Сомма, помощник по коммуникациям, ОзонЭкшн

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Программа ЮНЕП ОзонЭкшн выражает признательность за оказанную помощь следующим рецензентам:

Мануэль П. Азукена, Филиппины

Эзра Кларк, менеджер по оргразвитию, ЮНЕП ОзонЭкшн

Джеймс Курлин, менеджер сетевой политики, ЮНЕП
ОзонЭкшн

Бертольдо Эстебан-младший, Федеративные Штаты
Микронезии

Шаофэн Ху, координатор региональной сети, Юго-Восточная
Азия, ЮНЕП OzonAction

Аншу Кумар, Индия

Тингсун Ли, КНР

Сяо Вей Лим, Малайзия

Майкл Моллер, Австралия

Ассоциация специалистов по холодильной технике и
кондиционированию воздуха государства Фиджи

Национальные эксперты по озону государств Океании

Экономическая и социальная комиссия ООН государств Азии
и Океании, Отдел управления объектами

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВСТУПЛЕНИЕ	СТР. 8
2	РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ТИПЫ ВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ХЛАДАГЕНТОВ	СТР. 11
3	БЕЗОПАСНОЕ ОБРАЩЕНИЕ С ВОСПЛАМЕНЯЮЩИМИСЯ ХЛАДАГЕНТАМИ	СТР. 15
4	РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПРАКТИКА ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ХЛАДАГЕНТОВ	СТР. 26
5	ПЕРЕЧЕНЬ ТОГО, ЧТО НУЖНО И ЧТО НЕЛЬЗЯ ДЕЛАТЬ	СТР. 48
6	ДИАГРАММА «ТЕМПЕРАТУРА-ДАВЛЕНИЕ» ХЛАДАГЕНТОВ R-134A, R-22 И R-410A	СТР. 50
7	ДИАГРАММА «ТЕМПЕРАТУРА-ДАВЛЕНИЕ» ХЛАДАГЕНТОВ R-32, R-290 И R-600A	СТР. 52

Это пособие не может рассматриваться как замена программы профессиональной подготовки техников холодильного оборудования (техников-холодильщиков). Использованные в этом пособии изображения оборудования и инструментов не являются рекомендациями услуг компаний или их продукции.

В наши дни достаточно широко распространено оборудование для холодоснабжения и кондиционирования воздуха (ОХКВ), работающее на хладагентах с низким и средним потенциалами глобального потепления (ПГП), таких как R-290 (пропан), R-600a (изобутан) и ГФУ-32 (фтористый метилен). Подобные замещения хладагентов с высоким ПГП на рынке происходят на глобальном уровне в связи с истощением озонового слоя, изменением климата и спросом на энергоэффективные технологии. Специалисты по холодильной технике должны обладать необходимыми навыками безопасного обращения со всеми типами хладагентов и с оборудованием, работающим на этих хладагентах.



РИС. 1: БАЛЛОН С ПРОПАНОМ

Указанные выше альтернативные вещества могут иметь иные, по сравнению с хладагентами на основе ГХФУ, свой-

ства - такие как повышенная воспламеняемость, более высокая токсичность или более высокое рабочее давление. Соблюдение стандартов безопасности для специалистов по холодильной технике (техники-холодильщики) является чрезвычайно важным условием. Они должны обладать необходимыми техническими знаниями и передовыми навыками работы с этими альтернативными хладагентами. Реализация практик, описанных в Пособии по рекомендованным практикам обслуживания ОХКВ, признана лучшим средством для поддержки национальных обязательств по защите озонового слоя.

12

ЦЕЛИ ДАННОГО ПОСОБИЯ

Цель этого пособия - предоставить специалистам по техническому обслуживанию ОХКВ краткую информацию об основных группах безопасности и технических характеристиках, имеющихся на рынке воспламеняющихся хладагентов. Кроме того, в нем содержатся важные указания по технике безопасности при установке и обслуживании бытовых кондиционеров с холодопроизводительностью до 14 киловатт, предназначенных для использования с воспламеняющимися хладагентами.

РИС. 2: БЫТОВОЙ КОНДИЦИОНЕР



Обратите внимание, что инструкции, приведенные в этом руководстве, не подходят для работы с аммиачными и углекислотными хладагентами и соответствующими системами.



Со всеми огнеопасными хладагентами необходимо обращаться с соблюдением мер предосторожности и в соответствии с местными правилами, инструкциями по эксплуатации и (или) стандартами безопасности. При обслуживании ОХКВ обязательно должны соблюдаться предписанные производителем нормы заправки систем хладагентами.

2

ГЛАВА 2

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ТИПЫ ОГНЕОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

2.1

ХЛАДАГЕНТЫ, ИСПОЛЗУЕМЫЕ В ОБОРУДОВАНИИ ХКВ¹

В таблице ниже приведены хладагенты, наиболее часто используемые в бытовых холодильниках, автономных холодильных шкафах и бытовых кондиционерах.

ТАБЛИЦА 1: НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ИСПОЛЗУЕМЫЕ ХЛАДАГЕНТЫ В ОХКВ

ОБОРУДОВАНИЕ ХКВ	СРЕДНИЙ/НИЗКИЙ ПГП ² , НЕ ОРВ ³	ГХФУ	ВЫСОКИЙ ПГП, НЕ ОРВ
БЫТОВОЙ ХОЛОДИЛЬНИК	HC-600a (R-600a)	-	HFC-134a (R-134a)
АВТОНОМНЫЙ ХОЛОДИЛЬНЫЙ ШКАФ	HC-290 (R-290), R-744 (CO ₂)	HCFC-22 (R-22) ⁴	HFC-134a R-404A
БЫТОВОЙ КОНДИЦИОНЕР	HFC-32 (R-32) HC-290 (R-290)	HCFC-22	R-410A

¹ ХКВ – холодоснабжение и кондиционирование воздуха.

² ПГП = Потенциал глобального потепления.

³ ОРВ= Озоноразрушающее вещество.

⁴ R-22 постепенно выводится из обращения в соответствии с положениями национального законодательства.

Степень воспламеняемости:

LFL - UFL по объему в % в воздухе



РИС. 3: ДИАПАЗОН ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ

Нижний концентрационный предел воспламеняемости (НКПВ)

- Минимальная концентрация хладагента, способная распространять пламя.

Верхний концентрационный предел воспламеняемости (ВКПВ)

- Максимальная концентрация хладагента, способная распространять пламя.

Температура самовоспламенения

- Самая низкая температура, при которой хладагент сампроизвольно воспламеняется в обычной атмосфере без помощи внешнего источника возгорания (пламя или искра).



Так как пламя может распространяться в диапазоне НКПВ-ВКПВ, поэтому следует избегать концентрации хладагента в рабочей зоне, достигающей НКПВ, и температуры воспламенения хладагента.

**ТАБЛИЦА 2: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ И ДОСТУПНЫХ
НА РЫНКЕ ХЛАДАГЕНТОВ**

ХЛАДАГЕНТ	HFC-134A (R-134A)	HCFC-22 (R-22)	R-404A	R-407C
НИЖНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕЯЕМОСТИ (НКПВ)	 Отсутствует	 Отсутствует	 Отсутствует	Отсутствует
ВЕРХНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ (ВКПВ)	 Отсутствует	 Отсутствует	 Отсутствует	 Отсутствует
ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ (°C)	743 °C	635 °C	728 °C	704 °C

ХЛАДАГЕНТ	R-410A	HFC-32 (R-32)	HC-290 (R-290)	HC-600A (R-600A)
НИЖНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕЯЕМОСТИ (НКПВ)	 Отсутствует	При концентрации 14.4 %	При концентрации 2.1 %	При концентрации 1.7 %
ВЕРХНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ (ВКПВ)	 Отсутствует	При концентрации 33.4 %	При концентрации 9.6 %	При концентрации 9.7 %
ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ (°C)	Н/Д	648 °C	450 °C	530 °C

Стандарт ISO-817 Международной организации по стандартизации: Уровень безопасности хладагентов основывается на:



ТОКСИЧНОСТИ: обозначается литерами А или В.



ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ: обозначается классами 1, 2, 2L или 3

ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ		ТОКСИЧНОСТЬ	
		А НИЗКАЯ	В ВЫСОКАЯ
3	ЛЕГКО ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ 	A3 напр. R-290, R-600a	B3
2	ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ 	A2 напр. R-152a	B2
2L	МЕДЛЕННО ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ 	A2L напр. R-32, R- 1234yf	B2L напр. R-717 (аммиач- ный)
1	СПОСОБНОСТЬ К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПЛАМЕНИ ОТСУТСТВУЕТ	A1 напр. R-22, R-134a R-410A, R-404A, R-407C, R-744	B1 напр. R-123



Все проверки и процедуры по безопасности должны проводиться регулярно и для всех хладагентов, даже если они классифицируются как слаботоксичные или негорючие (не воспламеняющиеся).

3

ГЛАВА 3

БЕЗОПАСНОЕ ОБРАЩЕНИЕ С ВОСПЛАМЕНЯЮЩИМИСЯ ХЛАДАГЕНТАМИ

3.1

ЧТО ТАКОЕ «ТРЕУГОЛЬНИК ОГНЯ»

Треугольник огня состоит из трех элементов, которые необходимы для физико-химической реакции горения: Температура (жар), топливо и кислород. Появление огня может произойти естественным образом, когда все эти три элемента одновременно присутствуют в системе в соответствующих пропорциях.

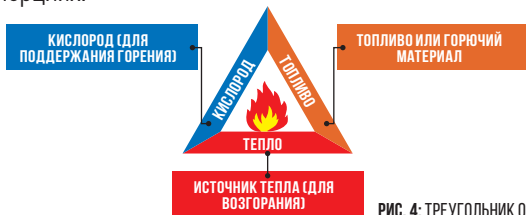


РИС. 4: ТРЕУГОЛЬНИК ОГНЯ

Специалист по холодильной технике перед обслуживанием ОХКВ должен надлежащим образом организовать и подготовить рабочие зоны во избежание возникновения возможных пожароопасных ситуаций.

Чтобы предотвратить возможное возгорание воспламеняющихся хладагентов, были утверждены соответствующие нормативы, ограничивающие объем максимальной заправки оборудования ХКВ (холодоснабжения и кондиционирования воздуха) воспламеняющимся хладагентом. В принципе, при заправке систем ХКВ необходимо учитывать следующие факторы, определяющие предельное количество воспламеняющихся хладагентов в системе:

- **ГРУППЫ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ ХЛАДАГЕНТОВ:** К примеру, хладагенты R-32 (группа 2L) и R-290 (группа 3) обладают различными характеристиками воспламеняемости, влияющими на максимальный объем заправки хладагента в ОХКВ.
- **КЛАССИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ/ПОМЕЩЕНИЙ:** Этот фактор определяет степень ограничения доступа людей в помещения и части зданий, в которых установлены системы ХКВ. Различают доступ в помещения общего, контролируемого и санкционированного типа.
- **КЛАССИФИКАЦИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОХКВ:** Максимально допустимый объем заправки системы хладагентом также зависит от местоположения элементов холодильного контура, содержащего хладагент. Например, они могут находиться в занятом помещении, машинном отделении (закрытое помещение или помещение с механической вентиляцией), на открытом воздухе или в вентилируемом временном помещении.

ФОРМУЛА РАСЧЕТА

Чтобы корректно рассчитать максимально допустимый объем хладагента в холодильном контуре, техник-холодильщик должен быть хорошо ознакомлен с инструкциями производителя оборудования ХКВ, которое он обслуживает, а также с действующими национальными стандартами в этой области.

В тех случаях, когда национальные стандарты отсутствуют, формула в таблице 4 может пригодиться обслуживающему техперсоналу для определения предельного объема заправки хладагентами R-32 (группа 2L) и R-290 (группа 3) автономных кондиционеров и сплит-систем, установленных для комфортного жизнеобеспечения людей в помещениях/частях зданий «общего типа доступа».⁴ Максимально допустимый объем хладагента, приведенный в этом пособии, основан на формуле стандарта ISO 5149-1: 2014.

⁴ Помещения общего типа доступа - это комнаты и области здания, где люди спят, ограничены в мобильности, или они присутствуют в неконтролируемом количестве, при этом не знакомые с мерами предосторожности.

Чтобы рассчитать предельно допустимые объемы заправки холодильных систем, которые:

- не являются автономными кондиционерами или сплит-системами,
 - установлены не для создания комфортного жизнеобеспечения людей,
- >> см. соответствующие требования стандарта ISO 5149-1: 2014.

! Лимитированная заправка - это стандартное, максимально допустимое количество хладагента в месте соответствующей категории доступа, где оборудование ХКВ может безопасно функционировать. И речь здесь идет не о фактическом количестве хладагента в системе.

ТАБЛИЦА 4: ФОРМУЛА РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО ОБЪЕМА ЗАПРАВКИ

ГРУППА ХЛАДАГЕНТОВ	РАСЧЕТНАЯ ФОРМУЛА
КЛАСС ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ 2L, НАПР. R-32	$m_{\max} = 2.5 \times \text{НКПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5}$ но не более, чем 39 x НКПВ
КЛАССЫ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ 2 и 3, НАПР. R-290	$m_{\max} = 2.5 \times \text{НКПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5}$ но не более, чем 26 x НКПВ

Где:

m_{max} = Максимально допустимый объем заправки для помещения в кг.

A = Площадь помещения в м²

НКПВ = Нижний концентрационный предел воспламенения в кг/м³

h₀ = Высота в метрах в соответствии со способом монтажа оборудования.

- 0,6 метра для напольного размещения
- 1 метр для оконного размещения
- 1,8 метра для настенного размещения
- 2,2 метра для потолочного размещения.

НКПВ хладагента R-32
составляет 0,307 кг/м³

НКПВ хладагента R-290
составляет 0,038 кг/м³

ПРИМЕР РАСЧЕТОВ

Техник-холодильщик собирается установить настенный кондиционер с рабочим хладагентом R-32 в помещении площадью 30 м².

$$\begin{aligned}m_{\max} &= 2.5 \times \text{НКПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5} \\&= 2.5 \times 0.307^{1.25} \times 1.8 \times 30^{0.5} \\&= 5,63 \text{ кг}\end{aligned}$$

Убедитесь, что полученный результат не превышает $39 \times \text{НКПВ} = 39 \times 0,307 = 11,97$ кг. В данном случае $m_{\max}$ менее 11,97 кг. Таким образом, максимально допустимый объем заправки составляет 5,63 кг.

Техник-холодильщик собирается установить настенный кондиционер с рабочим хладагентом R-290 в помещении площадью 30 м².

$$\begin{aligned}m_{\max} &= 2.5 \times \text{НКПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5} \\&= 2.5 \times 0.038^{1.25} \times 1.8 \times 30^{0.5} \\&= 0,41 \text{ кг}\end{aligned}$$

Убедитесь, что полученный результат не превышает $26 \times \text{НКПВ} = 26 \times 0,038 = 0,99$ кг. В данном случае $m_{\max}$ менее 11,97 кг. Таким образом, максимально допустимый объем заправки составляет 0,41 кг.

ТАБЛИЦА 5: МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ ОБЪЕМ R-32 В ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

ПЛОЩАДЬ (М²)	ММАХ НАПОЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)	ММАХ ОКОННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)	ММАХ НАСТЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)	ММАХ ПОТОЛОЧНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)
9	1,03	1,71	3,09	3,77
12	1,19	1,98	3,56	4,35
15	1,33	2,21	3,98	4,87
18	1,45	2,42	4,36	5,33
21	1,57	2,62	4,71	5,76
24	1,68	2,80	5,04	6,16
27	1,78	2,97	5,34	6,53
30	1,88	3,13	5,63	6,88
33	1,97	3,28	5,91	7,22
36	2,06	3,43	6,17	7,54
39	2,14	3,57	6,42	7,85
42	2,22	3,70	6,66	8,15
45	2,30	3,83	6,90	8,43
48	2,37	3,96	7,12	8,71
51	2,45	4,08	7,34	8,98
54	2,52	4,20	7,56	9,24
57	2,59	4,31	7,76	9,49
60	2,66	4,43	7,97	9,74

! Техник-холодильщик должен убедиться, что фактический объем хладагента в установленной/обслуживаемой системе кондиционирования не превышает максимально допустимый.

ТАБЛИЦА 6: МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ ОБЪЕМ R-290 В ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

ПЛОЩАДЬ (М²)	ММАХ НАПОЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)	ММАХ ОКОННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)	ММАХ НАСТЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)	ММАХ ПОТОЛОЧНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (КГ)
9	0,08	0,13	0,23	0,28
12	0,09	0,15	0,26	0,32
15	0,10	0,16	0,29	0,36
18	0,11	0,18	0,32	0,39
21	0,12	0,19	0,35	0,42
24	0,12	0,21	0,37	0,45
27	0,13	0,22	0,39	0,48
30	0,14	0,23	0,41	0,51
33	0,14	0,24	0,43	0,53
36	0,15	0,25	0,45	0,55
39	0,16	0,26	0,47	0,58
42	0,16	0,27	0,49	0,60
45	0,17	0,28	0,51	0,62
48	0,17	0,29	0,52	0,64
51	0,18	0,30	0,54	0,66
54	0,18	0,31	0,55	0,68
57	0,19	0,32	0,57	0,70
60	0,19	0,32	0,58	0,71



Техник-холодильщик должен убедиться, что фактический объем хладагента в установленной/обслуживаемой системе кондиционирования не превышает максимально допустимый.

Когда специалист по техническому обслуживанию ХКВ устанавливает систему с определенным количеством воспламеняющегося хладагента «т», измеряемым в кг, требуемая минимальная площадь пола ($A_{\min}$) должна рассчитываться по следующей формуле:

$$A_{\min} = \left(\frac{M}{2.5 \times \text{НКПВ}^{1.25} \times h_0} \right)^2$$

Эта формула может применяться, когда объем хладагента в системе находится в диапазоне:

- (от 6 х НКПВ) до (39 х НКПВ) для класса воспламеняемости 2L
- (от 4 х НКПВ) до (26 х НКПВ) для класса воспламеняемости 2 & 3

Ограничения для объема помещений отсутствуют, если количество хладагента:

- менее или равно (6 х НКПВ) для класса воспламеняемости 2L
- менее или равно (4 х НКПВ) для класса воспламеняемости 2 & 3

ТАБЛИЦА 7: МИНИМАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЛОЩАДИ ПОЛА

	НЕТ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ПЛОЩАДИ	$A_{\min}$ ФОРМУЛУ СЛЕДУЕТ ПРИМЕНЯТЬ
R-32	объем заправки $\leq 1,8$ кг	между 1,8 и 12 кг
R-290	объем заправки $\leq 0,15$ кг	между 0,15 и 1 кг

ТАБЛИЦА 8: МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ ОБЪЕМ ЗАПРАВКИ R-32 В ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

ФАКТИЧЕСКОЕ КОЛИЧЕСТВО ХЛАДАГЕНТА (КГ)	$A_{\min}$ НАПОЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)	$A_{\min}$ ОКОННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)	$A_{\min}$ НАСТЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)	$A_{\min}$ ПОТОЛОЧНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)
МЕНЕЕ 1,8 КГ	НЕТ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ПЛОЩАДИ			
1,8	27,6	9,9	3,1	2,1
2,0	34,0	12,3	3,8	2,5
2,2	41,2	14,8	4,6	3,1
2,4	49,0	17,6	5,4	3,6
2,6	57,5	20,7	6,4	4,3
2,8	66,7	24,0	7,4	5,0
3,0	76,6	27,6	8,5	5,7
3,2	87,2	31,4	9,7	6,5
3,4	98,4	35,4	10,9	7,3
3,6	110,3	39,7	12,3	8,2
3,8	122,9	44,2	13,7	9,1
4,0	136,2	49,0	15,1	10,1
4,2	150,1	54,0	16,7	11,2
4,4	164,8	59,3	18,3	12,3
4,6	180,1	64,8	20,0	13,4
4,8	196,1	70,6	21,8	14,6
5,0	212,8	76,6	23,6	15,8

**ТАБЛИЦА 9: МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ ОБЪЕМ ЗАПРАВКИ R-290 В
ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

ФАКТИЧЕСКОЕ КОЛИЧЕСТВО ХЛАДАГЕНТА (КГ)	$A_{\min}$ НАПОЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)	$A_{\min}$ ОКОННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)	$A_{\min}$ НАСТЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)	$A_{\min}$ ПОТОЛОЧНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ (М²)
МЕНЕЕ 0,15 КГ	НЕТ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ПЛОЩАДИ			
0,15	35,5	12,8	3,9	2,6
0,20	63,2	22,7	7,0	4,7
0,25	98,7	35,5	11,0	7,3
0,30	142,1	51,2	15,8	10,6
0,35	193,4	69,6	21,5	14,4
0,40	252,6	90,9	28,1	18,8
0,45	319,7	115,1	35,5	23,8
0,50	394,7	142,1	43,9	29,4
0,55	477,6	171,9	53,1	35,5
0,60	568,4	204,6	63,2	42,3
0,65	667,1	240,2	74,1	49,6
0,70	773,7	278,5	86,0	57,5
0,75	888,1	319,7	98,7	66,1
0,80	1 010,5	363,8	112,3	75,2
0,85	1 140,8	410,7	126,8	84,9
0,90	1 278,9	460,4	142,1	95,1
0,95	1 425,0	513,0	158,3	106,0

4

ГЛАВА 4

ПРАКТИКА ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ С ВОСПЛАМЕНЯЮЩИМИСЯ/ГОРЮЧИМИ ХЛАДАГЕНТАМИ



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: При обслуживании и ремонте ОХВБ существует очень высокая вероятность того, что хладагент может вытечь. Нужно принять к сведению и потенциальные источники воспламенения, которые часто присутствуют в зонах, рядом с которыми производится заправка и сбор хладагента. Утечка также может возникнуть в процессе соединения и отсоединения частей трубопровода.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Оборудование ХКВ, предназначенное для невоспламеняющихся хладагентов, таких как R-22 или R-410a, **нельзя** использовать с воспламеняющимися хладагентами и наоборот.

- Техникам-холодильщикам **запрещено** модифицировать ОХВБ любого типа для использования с воспламеняющимися хладагентами;
- Техникам-холодильщикам **запрещено** откачивать / добавлять воспламеняющиеся хладагенты в любое ОХВБ, которое изначально не было предназначено / или изготовлено для работы с воспламеняющимся хладагентом.

4.1

ВРЕМЕННАЯ ОГНЕОПАСНАЯ ЗОНА

Техники-холодильщики при установке и обслуживании ОХКВ должны всегда рассматривать рабочие зоны как «временные огнеопасные зоны». **Эта зона должна быть освобождена от любых источников воспламенения.**



! «Временная огнеопасная зона» (ВОЗ) находится в пределах двухметрового радиуса от ОХКВ малых размеров. Для агрегатов больших размеров ВОЗ должна быть обязательно увеличена.

РИС 5: ВРЕМЕННАЯ ОГНЕОПАСНАЯ ЗОНА

4.2

ХРАНЕНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ С ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИМИСЯ ХЛАДАГЕНТАМИ

Требования к обращению и хранению баллонов с огнеопасным хладагентом аналогичны требованиям, применяемым для сжиженного нефтяного бытового газа. Как правило, дозволённый объём хранения газа в помещениях не должен превышать 50 литров (ёмкость баллона по воде).



НЕ НАГРЕВТЬ



ПРЕДОХРАНЯТЬ
ОТ ИСКРЫ



НЕ ПЕРЕВОРАЧИВАТЬ
И ОПРОКИДЫВАТЬ



БАЛЛОН ПОД
ДАВЛЕНИЕМ

ОБА СЛУЧАЯ МОГУТ ПРИВЕСТИ К ВЗРЫВУ



РИС. 6: ЗАПРЕЩЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЗОНЕ ХРАНЕНИЯ БАЛЛОНА

Минимальные меры противопожарной защиты в хранилище, где размещены баллоны с легковоспламеняющимися хладагентами суммарной емкостью не более 1000, - это подключенный и готовый к использованию водяной шланг.

Необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- Зона хранения должна тщательно проветриваться и не содержать горючих материалов.
- Хранить газовые баллоны на первом этаже или выше, но не в подвале или любых других закрытых помещениях.
- Хранить газовые баллоны вдали от источников тепла, а также избегать попадания на них прямых солнечных лучей.
- Не хранить баллоны вблизи источников возгорания (электрические розетки, лампы, выключатели, электродвигатели и прочее электрооборудование).
- Любые потенциальные источники воспламенения должны находиться от газового баллона на расстоянии не менее 3 метров.
- Защитить газовые баллоны от падения или опрокидывания.
- Никогда не класть баллоны на бок.
- Убедиться в том, что у вас имеется доступ к необходимым экстренным службам - полицейской, пожарной и т.д.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

- Электрические и электронные инструменты, используемые техниками-холодильщиками для обслуживания систем, содержащих воспламеняющиеся хладагенты, должны быть рассчитаны на использование в зонах повышенного риска.
- Контроль рабочей зоны следует осуществлять с помощью детектора утечки, следящего за тем, чтобы концентрация хладагента вокруг рабочей зоны не превышала допустимого предела.
- В месте расположения ОХКВ должен находиться порошковый или углекислотный огнетушитель.
- При работе в ограниченном пространстве или помещении с недостаточной естественной вентиляцией необходимо использовать вентилятор в взрывозащищенном исполнении или любой другой подходящий. Причем его выключатель должен находиться вне зоны проведения работ.



@ RDA-ENG.COM

**РИС. 7: ВЕНТИЛЯТОР В
ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОМ
ИСПОЛНЕНИИ**

! Ручные дрели и отвертки с аккумуляторным питанием, тепловые пушки, а также бытовое оборудование, такое как фены и пр., никогда не должны использоваться на ограниченных площадях, где происходит ремонт ОХКВ с воспламеняющимся хладагентом, поскольку эти инструменты являются потенциальными источниками воспламенения.

ВАКУУМНЫЙ НАСОС

Для откачки горючих газов должны использоваться только специальные вакуумные насосы. Для удаления влаги из обслуживаемой системы рекомендуется использовать двухступенчатый вакуумный насос, который может обеспечить глубину вакуума до 200-500 микрон (в идеальном варианте).

- Поршневые компрессоры не могут создавать вакуум требуемой глубины.
- Использование компрессора холодильной установки для вакуумирования системы может привести к отказу компрессора.

Вакуумный насос должен быть размещен таким образом и в таком месте, чтобы при его включении / выключении с ним не могли взаимодействовать никакие просочившиеся воспламеняющиеся хладагенты.



@ P.POOPPEERASUPONG

РИС. 8: ДЛЯ ВАКУУМИРОВАНИЯ КОМПРЕССОРЫ ИСПОЛЬЗОВАТЬ НЕЛЬЗЯ

ВАКУУММЕТР

При вакуумировании системы должен использоваться вакуумметр, способный создавать глубину вакуума в пределах $5,0 \div 5000$ микрон.

Что касается электронных приборов, убедитесь, проверив руководство пользователя, что они предназначены для использования в одной среде с воспламеняющимися хладагентами.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАПРАВКИ ХЛАДАГЕНТА

Очень важно тщательно контролировать процесс заправки систем воспламеняющимся хладагентом. При заправке холодильного контура любым воспламеняющимся/горючим хладагентом требуются очень точные веса. Из-за малого количества хладагента его объем должен контролироваться только с помощью точных весов.

В инструкции к электронным весам должно фигурировать подтверждение, что они пригодны для использования в зоне, где могут присутствовать воспламеняющиеся хладагенты.



@ P.POOPEERASUPONG

РИС 9: ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАПРАВКИ ХЛАДАГЕНТА

СТАНЦИЯ СБОРА ХЛАДАГЕНТА

Для сбора воспламеняющихся хладагентов существуют специальные станции. При этом станции для сбора ГХФУ/ГФУ хладагентов нельзя использовать для углеводородных (УВ) хладагентов.

Ознакомившись с руководством пользователя, убедитесь в том, что станция пригодна для сбора воспламеняющихся хладагентов.



@ CM-GREEN

РИС. 10: СТАНЦИЯ ДЛЯ СБОРА
УГЛЕВОДОРОДНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

ЗАПРАВОЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР/ МАНОМЕТРЫ/ КОМПЛЕКТ ШЛАНГОВ

Характеристики материалов холодильного контура должны быть совместимы с рабочим хладагентом (например, они должны выдерживать максимальное давление). Если приборы управления заправочным коллектором электронного типа, то в этом случае они должны быть сертифицированы для работы в одной среде с воспламеняющимися хладагентами.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ (ИСЗ)

Убедитесь, что у вас имеются все необходимые инструменты и индивидуальные средства защиты (ИСЗ). Убедитесь в том, что все техники-холодильщики прошли необходимую подготовку по использованию ИСЗ



@ E.CLARK

РИС. 11: ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ
И ПЕРЧАТКИ

БАЛЛОН ДЛЯ СБОРА ХЛАДАГЕНТА

Никогда не используйте для сбора хладагента бывшие в употреблении баллоны. Для сбора хладагентов разных типов должны использоваться отдельные баллоны. Техники-холодильщики должны всегда следить за тем, чтобы при использовании баллонов для сбора хладагентов не происходило смешивание последних. Каждый баллон для сбора хладагента должен быть надлежащим образом промаркирован с указанием типа хладагента, владельца и других необходимых данных.



РИС. 12: БАЛЛОН ДЛЯ СБОРА ХЛАДАГЕНТА (СЛЕВА) И ОДНОРАЗОВЫЕ БАЛЛОНЫ (СПРАВА)

Баллоны для сбора хладагента должны раз в пять лет проверяться на способность выдерживать гидростатическое давление с обязательным штампом с указанием даты проверки и в соответствии с международными стандартами.

- ! **Безопасный объем хладагента в баллоне:** Баллон для сбора хладагента должен быть наполнен не более чем на 80% своей емкости.
- **Никогда не подвергайте баллон воздействию прямых солнечных лучей или других источников тепла,** так как это может привести к взрыву.

ТЕЧЕИСКАТЕЛЬ

При обслуживании холодильного контура для углеводородных хладагентов необходимо использовать специальный детектор утечек - течеискатель, предназначенный для поиска утечки горючих газов. Устройство должно быть оборудовано как аудио-, так и визуальными средствами обнаружения.

Течеискатели ГФУ **не могут обнаружить** утечку углеводородного хладагента; более того, они небезопасны при использовании с воспламеняющимися хладагентами.



©P.POOPEERASUPONG

РИС. 13: ТЕЧЕИСКАТЕЛЬ ДЛЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

- ❗ Никогда не используйте открытое пламя для испытания на герметичность воспламеняющихся хладагентов - это может привести к возгоранию, пожару или взрыву. Также при взаимодействии с фреоном R-32 будет образовываться фторид водорода - токсичное и коррозионное вещество.

Перед любым обслуживанием или ремонтом холодильного контура необходимо выполнить следующие действия:

- Ознакомиться с журналом технического обслуживания.
- Установить класс безопасности хладагента в обслуживаемой системе.
- Убедиться, что источники воспламенения в рабочей области отсутствуют и в ней не хранятся воспламеняющиеся материалы.
- Убедиться в наличии подходящего оборудования для пожаротушения (углекислотный или порошковый огнетушитель).
- Оградить рабочую зону от остального пространства и разместить хорошо читаемую табличку с надписью «Ведутся работы».
- Убедиться, что рабочая зона хорошо вентилируется/проектируется.
- Убедиться, что вентиляция в районе рабочей зоны может безопасно рассеять любую утечку хладагента.
- Удостовериться в том, что в наличии имеются работающие детекторы утечек воспламеняющихся хладагентов, способные оповестить о возможной чрезвычайной ситуации.
- Использовать индивидуальные средства защиты (ИСЗ) или защитное снаряжение.

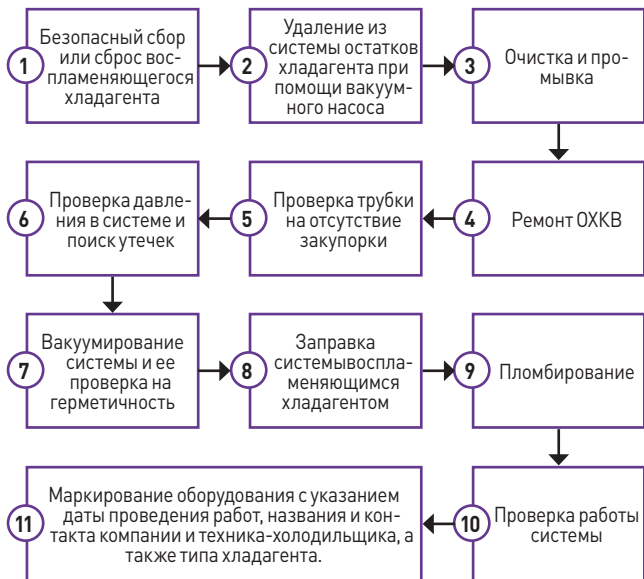


РИС. 14: РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПРАКТИКА ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

R-32	УГЛЕВОДОРОД (R-290 И R-600A)
При помощи станции для сбора хладагента – Поскольку R-32 имеет средний ПГП (потенциал глобального потепления), его не следует выпускать в атмосферу. Для удаления R-32 из системы используйте соответствующую станцию для сбора хладагента.	При помощи станции для сбора хладагента – Для удаления углеводородов из системы используйте соответствующую станцию для сбора хладагента. Без станции для сбора хладагента – Обеспечьте безопасный отвод газов, используя прокалывающие щипцы с клапаном Шрёдера /пробивной клапан и шланг достаточной длины для его вывода в безопасную наружную зону. Используйте вытяжной вентилятор, открытое окно или дверь для проветривания.

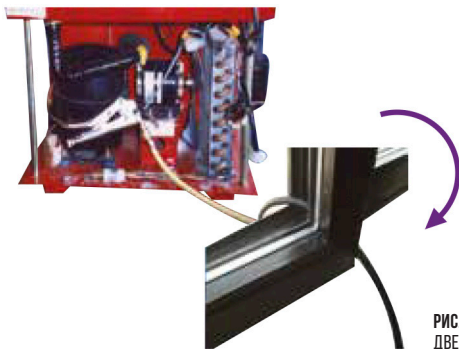


РИС. 15: ОТКРОЙТЕ ОКНО ИЛИ ДВЕРЬ ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ

2

УДАЛЕНИЕ ИЗ СИСТЕМЫ ОСТАТКОВ ХЛАДАГЕНТА С ПОМОЩЬЮ ВАКУУМНОГО НАСОСА

Перед вскрытием системы убедитесь, что большая часть хладагента была из нее удалена

Удалите хладагент при помощи вакуумного насоса

Давление в системе не должно быть снижено до менее, чем 0,14 бар

Всасывающий шланг, подсоединенный к пирсингу на фильтр-сушилке



Всасывающий шланг, подсоединенный к всасывающему отверстию вакуумного насоса



Вентиляционная линия на выхлопном отверстии вакуумного насоса

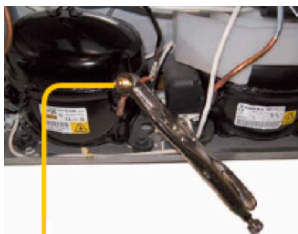


Вентиляционная линия к внешней зоне

Используйте сухой азот (с двухступенчатым регулятором давления) при давлении около 5 бар

Для химической промывки используйте гексан / метилен-дихлорид (МДХ) или другой экологически чистый промывочный состав

Не используйте для промывки четыреххлористый углерод (ТХУ), R-141b, кислород, воздух или бензин



Сброс азота

Соблюдайте меры предосторожности, приведенные в разделе **«Обращение с горючим хладагентом»**. Всегда в четкости следуйте процедурам обслуживания, описанным в руководстве пользователя.

- Используйте компоненты, предназначенные для работы с воспламеняющимися хладагентами.
- Поскольку R-290 и R-600a - легковоспламеняющиеся хладагенты, при проведении технического обслуживания настоятельно рекомендуется вместо пайки труб, а использовать локринговое беспаячное соединение труб, являющееся вполне надежным и безопасным методом.
- Для систем на ГФУ-32 (дифторометан), техник-холодильщик может запаять трубку припоем, но перед этим необходимо убедиться, что хладагент в системе отсутствует.



@ P.POOPERASUPONG

РИС. 16: ПАЙКА

Убедитесь, что при пайке в трубке не образовалась закупорка. Подайте сухой азот через заправочный штуцер для проверки соединений на проходимость.

Для подачи сухого азота используйте двухступенчатый азотный редуктор.



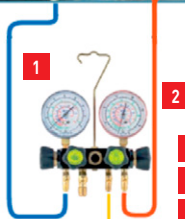
РИС 17: ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ РЕГУЛЯТОР

После сборки и герметизации для опрессовки системы используйте сухой азот. Не используйте сжатый воздух или хладагент.

Испытательное давление установите на уровне 20 бар и закройте вентиль баллона, когда давление достигнет 20 бар

Используйте мыльный раствор

Обработайте каждое соединение для поиска пузырьков



Подсоедините 4-клапанный манифольд, установленный в систему.

- 1** Сторона низкого давления
- 2** Сторона высокого давления
- 3** Подача азота

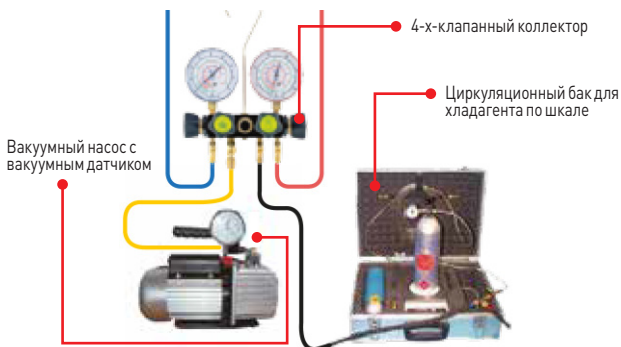


Подключите цилиндр азота к центральному порту набора манометров.

Нагнетайте систему с сухим азотом при транспортировке газа с обеих сторон, с высоким и низким давлением.



РИС. 18: МЫЛЬНЫЙ РАСТВОР



1. Подключитесь к системе через переходник или клапан Шредера (прокалывающие клещи не применять!).
2. Включите насос, затем откройте вентили.
3. Вакуумируйте систему до 500 микрон или меньше.
4. Закройте вентили для отключения насоса.
5. При отсутствии электронного вакуумметра вакуумный насос должен работать, по крайней мере еще полчаса после того, как показания стрелочного вакуумметра будут равны $-30''$ / -760 мм / -0 миллибар (на уровне моря).
6. Наблюдайте за вакуумом в течение 5 минут. Вакуумметр не должен показывать резкого изменения глубины вакуума.
7. Уровень вакуума должен быть как можно ниже. Он не должен подняться более, чем на 1500 микрон в течение 5-10 минут.



© P. POOPEE RASUPONG

РИС 19: ТРЕНИНГ ПО ЗАПРАВКЕ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬЩИКОВ

Заправляйте только отвакуумированную систему

Заправка должна осуществляться медленно/постепенно

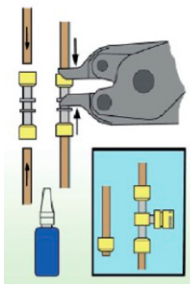
Используйте заправочные весы для определения точного количества заправляемого хладагента

При заправке углеводородного хладагента требуется больше внимания и точности из-за малого удельного веса последнего. Фактический объем заправки зависит от объема заводской заправки, но не должен превышать максимально допустимой заправки, как показано в таблице 6 на стр. 22.

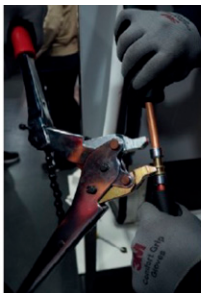
При герметизации стыков технологических трубных соединений с легковоспламеняющимся углеводородным хладагентом, настоятельно рекомендуется использовать не пайку трубок, а применять для этого локринговые соединения, которые являются достаточно надежными и безопасными.

Для сплит-систем, работающих на R-32 или R-290

- Закройте вентиль надлежащим образом
- Заглушите вентиль
- Проверьте на возможную утечку



@ XU CHEN



@ P. POOPERASUPONG



РИС. 20: ЛОКРИНГОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

10

ПРОВЕРКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Проверьте и отметьте в журнале:

- Отчет о последнем обслуживании
- Проверьте температурный режим
- Проверьте время отключения
- Проверьте нагрузку компрессора
- Проверьте уровень вибрации

11

**НА БИРКЕ ДОЛЖЕН БЫТЬ УКАЗАН ТИП
ХЛАДАГЕНТА, ДАТА, НАЗВАНИЕ КОМПАНИИ И
КОНТАКТНОЕ ЛИЦО, А ТАКЖЕ ТЕХНИК-ХОЛОДИЛЬЩИК,
ОБСЛУЖИВАЮЩИЙ ОХКВ**

УСТАНОВКА / ОБСЛУЖИВАНИЕ	
ВНИМАНИЕ: ИСПОЛЬЗУЙТЕ ЭКОЛОГИЧНЫЙ ХЛАДАГЕНТ !	
ДАТА УСТАНОВКИ/ОБСЛУЖИВАНИЯ :	
ТИП ХЛАДАГЕНТА :	
ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ  :	
ЗАПРАВКА ХЛАДАГЕНТА :	
ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ :	g °C
ТЕМПЕРАТУРА СИСТЕМЫ :	°C
ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ :	psi
НИЗКОЕ ДАВЛЕНИЕ :	psi
RUNNING AMP :	AMP
DONE BY :	
НОМЕР СЕРТИФИКАТА :	
СЛЕДУЮЩЕЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	
ДАТА СЛЕДУЮЩЕГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ::	
БИРКА № : 123456	

РИС. 21: ОБРАЗЕЦ СЕРВИСНОЙ БИРКИ

5

ГЛАВА 5

ПЕРЕЧЕНЬ ТОГО, ЧТО НУЖНО И ЧТО НЕЛЬЗЯ ДЕЛАТЬ

Нужно:

проводить работы в хорошо проветриваемом помещении, на открытом воздухе или с включенной системой принудительной вентиляции.

при работе с хладагентами использовать защитные перчатки, защитные очки и одежду, прикрывающую открытые участки кожи.

хранить баллоны вдали от источников тепла и прямых солнечных лучей.

хранить в помещении только минимально-необходимое количество баллонов с углеводородом.

работать с опытным персоналом.

иметь номера телефонов экстренных служб.

Нельзя:	курить, пить или есть в рабочей зоне.
	хранить баллоны в подвалах и других закрытых помещениях.
	хранить воспламеняющиеся хладагенты в зоне с открытым огнем, действующими газовыми плитами, газовыми водонагревателями, газовыми / дровяными или комнатными обогревателями.
	допускать наличие источника воспламенения в пределах 3 метров от баллона с хладагентом.
	допускать накопления горючих хладагентов.
	класть баллоны на бок.
	работать одному; работать дозволено только с напарником

6

ГЛАВА 6

ДИАГРАММА ДАВЛЕНИЕ-ТЕМПЕРАТУРА ДЛЯ R-134A, R-22 И R-410A

ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В ЕДИНИЦАХ ИЗМЕРЕНИЯ
МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Температура		R-134a		R-22		R-410A	
С	F	кПа	psi	кПа	psi	кПа	psi
-40	-40	-48	-7,0	5	0,8	75	10,9
-38	-36	-43	-6,2	15	2,3	91	13,2
-36	-33	-37	-5,3	26	3,8	109	15,8
-34	-29	-30	-4,4	38	5,5	128	18,5
-32	-26	-23	-3,3	51	7,3	148	21,4
-30	-22	-15	-2,2	64	9,3	169	24,5
-28	-18	-7	-1,0	78	11,4	192	27,9
-26	-15	2	0,3	94	13,6	216	31,4
-24	-11	12	1,7	110	15,9	242	35,2
-22	-8	22	3,2	127	18,4	270	39,2
-20	-4	33	4,8	145	21,1	299	43,4
-18	0	45	6,5	165	23,9	330	47,9
-16	3	57	8,3	186	26,9	363	52,7
-14	7	71	10,3	207	30,1	398	57,8
-12	10	85	12,4	231	33,4	435	63,1
-10	14	101	14,7	255	37,0	474	68,7
-8	18	117	17,0	281	40,7	515	74,7
-6	21	134	19,5	308	44,7	558	81,0
-4	25	153	22,2	336	48,8	604	87,6
-2	28	172	25,0	366	53,2	652	94,5
0	32	193	28,0	398	57,7	702	101,8
2	36	215	31,1	431	62,5	755	109,5

4	39	238	34,5	466	67,6	810	117,5
6	43	262	38,0	502	72,9	868	125,9
8	46	288	41,7	541	78,4	929	134,7
10	50	315	45,6	580	84,2	992	143,9
12	54	343	49,8	622	90,2	1 059	153,6
14	57	373	54,1	666	96,6	1 128	163,7
16	61	404	58,6	711	103,1	1 201	174,2
18	64	437	63,4	759	110,0	1 277	185,2
20	68	472	68,4	808	117,2	1 356	196,6
22	72	508	73,7	859	124,6	1 438	208,5
24	75	546	79,2	913	132,4	1 523	220,9
26	79	585	84,9	968	140,5	1 612	233,8
28	82	627	90,9	1 026	148,8	1 705	247,3
30	86	670	97,2	1 086	157,5	1 801	261,2
32	90	715	103,7	1 148	166,6	1 901	275,7
34	93	762	110,5	1 213	175,9	2 004	290,7
36	97	811	117,6	1 280	185,6	2 112	306,3
38	100	862	125,0	1 349	195,7	2 223	322,4
40	104	915	132,8	1 421	206,1	2 338	339,1
42	108	971	140,8	1 495	216,9	2 457	356,4
44	111	1 028	149,1	1 572	228,0	2 581	374,3
46	115	1 088	157,7	1 651	239,5	2 709	392,8
48	118	1 149	166,7	1 733	251,4	2 840	412,0
50	122	1 214	176,0	1 817	263,6	2 977	431,8
52	126	1 280	185,7	1 905	276,3	3 118	452,2
54	129	1 349	195,7	1 995	289,3	3 263	473,2
56	133	1 421	206,1	2 087	302,7	3 413	495,0
58	136	1 495	216,8	2 183	316,6	3 567	517,4
60	140	1 571	227,9	2 281	330,8	3 726	540,4

ДЛЯ ПЕРЕСЧЕТА В ДРУГИЕ ЕДИНИЦЫ СМОТРИ
[HTTP://WWW.KODA.UA/INFO/CONVERTERS/CONVERTER.HTML?CID=4](http://www.koda.ua/info/converters/converter.html?cid=4)

7

ДИАГРАММА ДАВЛЕНИЕ-ТЕМПЕРАТУРА ДЛЯ R-32, R-290 И R600A RR-410A

ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В ЕДИНИЦАХ ИЗМЕРЕНИЯ
МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

ГЛАВА 7

Температура		R-32		R-290 (пропан)		R-600a (изобутан)	
С	F	кПа	psi	кПа	psi	кПа	psi
-40	-40	80	11,6	12	1,7	-71	-10,3
-38	-36	96	13,9	21	3,1	-68	-9,9
-36	-33	114	16,5	32	4,6	-65	-9,4
-34	-29	133	19,2	43	6,3	-61	-8,8
-32	-26	153	22,2	55	8,0	-56	-8,2
-30	-22	174	25,3	68	9,9	-52	-7,6
-28	-18	197	28,6	81	11,8	-48	-6,9
-26	-15	222	32,2	96	13,9	-43	-6,2
-24	-11	248	36,0	111	16,1	-38	-5,5
-22	-8	276	40,0	127	18,5	-32	-4,7
-20	-4	305	44,2	144	20,9	-26	-3,8
-18	0	336	48,8	162	23,6	-20	-2,9
-16	3	369	53,6	182	26,3	-13	-1,9
-14	7	404	58,6	202	29,3	-6	-0,9
-12	10	441	64,0	223	32,3	2	0,2
-10	14	480	69,7	245	35,6	10	1,4
-8	18	522	75,7	269	39,0	18	2,7
-6	21	565	82,0	293	42,5	28	4,0
-4	25	611	88,6	319	46,3	37	5,4
-2	28	659	95,6	346	50,2	48	6,9
0	32	710	103,0	375	54,3	58	8,5

2	36	763	110,7	404	58,7	70	10,1
4	39	819	118,8	436	63,2	82	11,9
6	43	878	127,3	468	67,9	95	13,7
8	46	940	136,3	502	72,8	108	15,7
10	50	1 004	145,6	538	78,0	122	17,7
12	54	1 072	155,4	575	83,3	137	19,9
14	57	1 142	165,7	613	88,9	153	22,2
16	61	1 216	176,3	653	94,8	169	24,5
18	64	1 293	187,5	695	100,8	186	27,0
20	68	1 373	199,2	739	107,1	204	29,6
22	72	1 457	211,3	784	113,7	223	32,4
24	75	1 544	224,0	831	120,5	243	35,2
26	79	1 635	237,2	879	127,5	264	38,2
28	82	1 730	250,9	930	134,9	285	41,3
30	86	1 829	265,2	982	142,5	308	44,6
32	90	1 931	280,1	1 036	150,3	331	48,0
34	93	2 038	295,5	1 093	158,5	355	51,6
36	97	2 148	311,6	1 151	166,9	381	55,3
38	100	2 263	328,2	1 211	175,6	407	59,1
40	104	2 382	345,4	1 273	184,7	435	63,1
42	108	2 505	363,3	1 337	194,0	464	67,3
44	111	2 633	381,9	1 404	203,6	494	71,6
46	115	2 765	401,0	1 472	213,5	524	76,1
48	118	2 902	420,9	1 543	223,8	557	80,7
50	122	3 044	441,4	1 616	234,3	590	85,6
52	126	3 190	462,7	1 691	245,2	624	90,6
54	129	3 341	484,6	1 768	256,4	660	95,8
56	133	3 498	507,3	1 848	268,0	697	101,1
58	136	3 659	530,7	1 930	279,9	736	106,7
60	140	3 826	554,9	2 014	292,1	775	112,5

ДЛЯ ПЕРЕСЧЕТА В ДРУГИЕ ЕДИНИЦЫ СМОТРИ
[HTTP://WWW.KODA.UA/INFO/CONVERTERS/CONVERTER.HTML?CID=4](http://www.koda.ua/info/converters/converter.html?cid=4)

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. The Australian Institute of Refrigeration, Air-Conditioning and Heating (AIRAH), Flammable Refrigerants-Safety Guide, ISBN: 978-0-949436-05-4, 2013 (available online at https://www.airah.org.au/imis15_prod/Content_Files/TechnicalPublications/Flammable-Refrigerant-Safety-Guide-2013.pdf)
2. International Organization for Standardization (ISO), ISO 5149-1:2014(E), Refrigerating systems and heat pumps-Safety and environmental requirements-Part 1 Definitions, classification and selection criteria, First Edition, 2014
3. United Nations Environment Programme, Good Servicing Practices: Phasing out HCFCs in the Refrigeration and Air-Conditioning Sector, 2015 (available online at http://www.unep.org/ozonaction/Portals/105/Files/7723-e-Good%20Servicing%20Practices%20Phasing%20out%20HCFCs%20in%20the%20Refrigeration%20and%20Air-Conditioning%20Servicing%20Sector_Training%20guide.pdf)
4. United Nations Environment Programme, Safe Use of HCFC Alternatives in Refrigeration and Air-conditioning, 2015 (available online at <http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7740-e-SafeUseofHCFCAlternativesinRefrigerationandAir-conditioning.pdf>)
5. GIZ Proklima publication "Good Practices in Refrigeration 2010" (available online at <https://www.giz.de/.../giz2010-en-good-practices-in-refrigeration.pdf>)
6. Department Of Environment Malaysia, Training Manual For Refrigeration & Air-conditioning Servicing Sectors (RACS), First Edition, 2014.



Multilateral Fund
for the Implementation of the Montreal Protocol



www.unep.org

UN ENVIRONMENT

P.O. Box 30552 Nairobi, Kenya

Tel: ++ 254-(0)20-762 1234

Fax: ++ 254 -(0)20-762 3927

E-mail: uneppub@unep.org

Для получения дополнительной информации
просьба обращаться по адресу:

UN Environment, Economy Division

OzonAction

1 rue Miollis, Building VII,

75015, Paris, France

Tel: +331, 4437 1450

Fax: +331, 4437 1474