

Краткое руководство по обращению с воспламеняющимися хладагентами



ОЗОНОВЫЙ ЦЕНТР КЫРГЫЗСТАНА
г. Бишкек, ул. Медерова 42, каб. 311
тел.: +996 (312) 900 201
факс: +996 (312) 900 204
www.ozonecenter.kg

Бишкек 2018

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЛЕСНОГО
ХОЗЯЙСТВА ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ОЗОНовый ЦЕНТР КЫРГЫЗСТАНА

**Краткое руководство по обращению
с воспламеняющимися хладагентами**

Бишкек 2018

**Краткое руководство по обращению с воспламеняющимися хладагентами:
г. Бишкек, 2018 г., - 37 с.**

В настоящее время широкое распространение получили холодильные оборудования и кондиционеры воздуха, работающее на хладагентах с низким и средним потенциалом глобального потепления. Такие перемены происходят повсеместно. В данном руководстве приведен краткий справочник о классах безопасности и технических характеристиках коммерчески доступных хладагентов. Более того, описывается краткая инструкция по безопасной установке и обслуживанию бытовых кондиционеров, работающих на воспламеняющихся хладагентах.

Данное руководство предназначено для техников холодильщиков, специалистов в области холодильного оборудования и кондиционирования воздуха, преподавателей и студентов технических ВУЗов и профессиональный училищ.

Содержание

Глава 1. Введение.....	4
1.1 Предпосылки	4
1.2 Задачи руководства.....	4
Глава 2. Типы воспламеняющихся хладагентов	6
2.1 Применение хладагентов в системах RAC.....	6
2.2 Воспламеняемость хладагентов	6
2.3 Понятие класс безопасности хладагента.....	8
Глава 3. Безопасное обращение с воспламеняемыми хладагентами.....	9
3.1 Понятие треугольник пожаробезопасности.....	9
3.2. Предельный объем заправки воспламеняющихся хладагентов в бытовых кондиционерах, используемых для «комфорта людей».....	9
3.3 Минимальная требуемая площадь пола	13
Глава 4. Передовая практика обслуживания воспламеняющихся хладагентов.....	16
4.1 Временная огнеопасная зона	16
4.2 Обращение и хранение воспламеняемых хладагентов	16
4.3. Инструменты и оборудования для обслуживания воспламеняющихся хладагентов.....	17
4.4 Меры безопасности перед сервисным обслуживанием.....	21
4.5. Этапы хорошей сервисной практики	21
Глава 5. Проверочный лист рекомендуемых и нерекомендуемых действий	33
Глава 6. Таблица зависимости давления от температуры R-134а, R-22 и R-410А.....	34
Глава 7. Таблица зависимости давления от температуры R-32, R-290 и R-600А.....	36

Глава 1. Введение

1.1 Предпосылки

В настоящее время широко доступны холодильные оборудования и кондиционеры воздуха (РАС), работающее на хладагентах с низким и средним потенциалом глобального потепления (ПГП), например, УВ-290 (пропан), УВ-600а (изобутан) и ГФУ-32 (метиленфторид). Такие перемены происходят на всех рынках на глобальном уровне и это связано с истощением озонового слоя, изменением климата и требованиями повышения энергоэффективности. Техники холодильники, обслуживающие РАС системы должны обладать необходимыми навыками для безопасного обращения со всеми хладагентами и оборудованием, работа которых зависит от них.



Рисунок 1.
Баллон для
пропана

Альтернативы имеют различные свойства по сравнению с хладагентами группы ГХФУ, такие как повышенная воспламеняемость, повышенная токсичность или высокое рабочее давление. Поэтому, соблюдение стандартов по безопасности очень важно для техников холодильников. Техники холодильники должны пополнять свои знания о передовой практике обращения с альтернативными хладагентами. Соответствующая практика обслуживания считается наилучшим подходом в выполнении национальных обязательств по защите озонового слоя.

1.2 Задачи руководства

Целью данного руководства является обеспечить техников холодильников кратким справочником о классах безопасности и технических характеристиках коммерчески доступных хладагентов. Более того, приводится важное руководство по безопасной установке и обслуживанию бытовых кондиционеров с холодопроизводительностью до 14 кВт, 48 000 ВТU/час или около 4 тонн охлаждения (RT) и работающих на воспламеняющихся хладагентах.



Рисунок 2. Бытовые кондиционеры

Отметим, что инструкции, приведенные в данном руководстве не предназначены для обращения с такими хладагентами, как аммиак и диоксид углерода и с системами, которые работают на этих хладагентах.



Обращение со всеми воспламеняющимися хладагентами должно происходить с осторожностью и с соблюдением национальных нормативов, руководств по эксплуатации и/или стандартов безопасности. Норма заправки хладагента, установленная производителями, всегда должна соблюдаться при обслуживании

Глава 2. Типы воспламеняющихся хладагентов

2.1 Применение хладагентов в системах RAC

В нижеприведенной таблице описаны хладагенты, часто применяемые в бытовых холодильниках, отдельных торговых холодильниках и бытовых кондиционерах.

Таблица 1. Хладагенты, часто применяемые в системах RAC.

Оборудование RAC	Средний/низкий ПГП ¹ не ОРВ ²	ХГФУ	Высокий ПГП не ОРВ
Бытовые холодильники	HC-600a (R-600a)	-	HFC-134a (R-134a)
Отдельные торговые холодильники	HC-290 (R-290), R-744 (CO2)	HCFC-22 (R-22) ³	HFC-134a R-404A
Бытовые кондиционеры	HFC-32 (R-32) HC-290 (R-290)	HCFC-22	R-410A

¹ Потенциал глобального потепления
² Озоноразрушающее вещество
³ R-22 выводится из употребления и производства национальными законодательствами

2.2 Воспламеняемость хладагентов

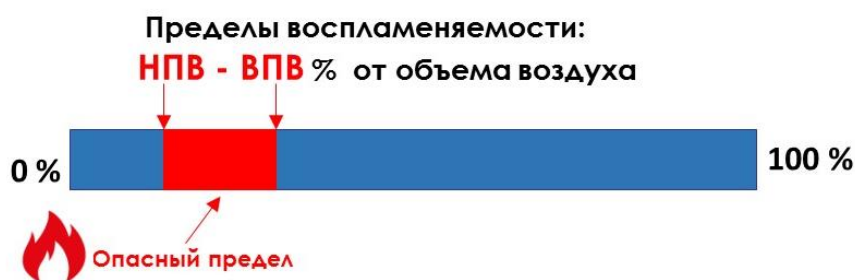


Рисунок 3. Пределы воспламеняемости

Нижний предел воспламеняемости (НПВ)

- Минимальная концентрация хладагента, при которой он может воспламениться

Верхний предел воспламеняемости (ВПВ)

- Максимальная концентрация хладагента, при которой он может воспламениться

Температура самовоспламенения

- Минимальная температура, при которой хладагент может внезапно воспламенится при нормальном атмосферном давлении без внешнего источника огня (пламя или искра).



Так как огонь может возникнуть в пределах между НПВ-ВПВ, нужно чтобы в рабочем помещении концентрация хладагента не достигала НПВ, а температура хладагента не достигала температуры самовоспламенения.

Таблица 2. Ключевые свойства самых распространенных и коммерчески доступных хладагентов

Хладагент	HFC-134a (R-134a)	HCFC-22 (R-22)	R-404A	R-407C
Нижний предел воспламеняемости (НПВ)	 не огнеопасный	 не огнеопасный	 не огнеопасный	 не огнеопасный
Верхний предел воспламеняемости (ВПВ)	 не огнеопасный	 не огнеопасный	 не огнеопасный	 не огнеопасный
Температура самовозгорания (°C)	743	635	728	704
Хладагент	R-410A	HFC-32 (R-32)	HC-290 (R-290)	HC-600a (R-600a)
Нижний предел воспламеняемости (НПВ)	 не огнеопасный	14,4% от объема	2,1% от объема	1,7% от объема
Верхний предел воспламеняемости (ВПВ)	 не огнеопасный	33,4% от объема	9,6% от объема	9,7% от объема
Температура самовозгорания (°C)	нет данных	648	450	530

2.3 Понятие класс безопасности хладагента

Международная организация по Стандартизации (ISO) разработала стандарт ISO-817 Хладагенты – система обозначений и классы безопасности, в котором хладагенты классифицируют по следующим признакам:



Токсичность: обозначается заглавными буквами А или В.



Воспламеняемость: обозначается классом 1, 2, 2L или 3.

Таблица 3. Классификация безопасности хладагентов

Класс	Класс безопасности	
	А низкотоксичные	В высокотоксичные
3 Повышенная воспламеняемость 	A3 например: R-290, R-600a	B3
2 Средняя воспламеняемость 	A2 например: R-152a	B2
2L Пониженная воспламеняемость 	A2L например: R-32, R-1234yf	B2L например: R-717 (аммиак)
1 Невоспламеняемый	A1 например: R-22, R-134a, R-410A, R-404A, R-407C, R-744	B1 например: R-123



Все процедуры и проверки должны проводиться постоянно и для всех хладагентов, даже для тех, что относятся к классу низкая токсичность и не воспламеняющиеся

Глава 3. Безопасное обращение с воспламеняемыми хладагентами

3.1 Понятие треугольник пожаробезопасности

Треугольник пожаробезопасности состоит из трех элементов, которые образуют физико-химическую реакцию горение: **теплота**, **топливо** и **кислород**. Огонь может возникнуть естественным образом при присутствии одновременно этих трех элементов в нужных пропорциях.



Рисунок 4. Треугольник пожаробезопасности

Техник, обслуживающий системы RAC, должен подготовить и организовать свое рабочее место таким образом, чтобы избежать все возможные огнеопасные ситуации.

3.2. Предельный объем заправки воспламеняющихся хладагентов в бытовых кондиционерах, используемых для «комфорта людей»

Чтобы предупредить опасность возгорания при применении воспламеняющихся хладагентов, были приняты соответствующие стандарты для ограничения объема заправки воспламеняющихся хладагентов в оборудовании RAC. В общем, нужно учитывать следующие факторы при определении предельного объема заправки воспламеняющихся хладагентов для систем RAC.

ГРУППА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ ХЛАДАГЕНТА

Например, R-32 (Группа 2L) и R-290 (Группа 3) имеют разные свойства воспламенения, которые влияют на предельный объем заправки RAC систем.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЛАДЕЛЬЦЕВ

Этот фактор определяет насколько доступны помещение и части зданий, где установлены системы RAC, для владельцев здания. Они подразделяются на

владельцев с обычным доступом, владельцев с контролируемым доступом и владельцев с уполномоченным доступом.

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ RAC

Предельный объем заправки также зависит от местонахождения элементов, которые содержат хладагент, т.е. это жилое помещение, техническое помещение (смежное помещение или комната с механической вентиляцией), открытое пространство или же вентилируемое помещение.

ФОРМУЛА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Для определения максимально возможного объема заправки, техник, обслуживающий системы RAC должен быть хорошо обучен и знать все эксплуатационные инструкции от производителя определенных RAC оборудования, которые установлены/обслуживаются, также, как и соответствующие национальные стандарты.

Если нет национальных стандартов, технику, обслуживающему RAC системы, будет полезна формула, приведенная в Таблице 4, для определения объема заправки R-32 (Группа 2L) и R-290 (Группа 3) для обычных кондиционеров и сплит систем, установленных для «комфорта людей» в помещениях/частях здания, которые классифицируются как «общего пользования». Формула расчета максимального объема заправки, использованная в данном руководстве приведена в стандарте ISO 5149-1:2014.

Для расчета предельного объема заправки RAC систем, которые:

- не являются обычными кондиционерами или сплит системами,
- не установлены для «комфорта людей» из категории владельцев, с обычным доступом,

пожалуйста, посмотрите соответствующие требования, приведенные в стандарте ISO 5149-1:2014.



Предел объема заправки – это максимально возможный объем заправки, предусмотренный стандартом с учетом типа владельцев и местоположения, при котором безопасно эксплуатируется RAC система. Это не действительный объем заправки хладагента в системе.

Таблица 4. Формула для расчета предела объема заправки.

Класс хладагента	Формула
КЛАСС ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ 2L т.е. R-32	$M_{\text{МАХ}} = 2.5 \times \text{НПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5}$ НО НЕ БОЛЕЕ ЧЕМ 39 x НПВ
КЛАСС ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ 2 и 3, т.е. R-290	$M_{\text{МАХ}} = 2.5 \times \text{НПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5}$ НО НЕ БОЛЕЕ ЧЕМ 26 x НПВ

где

$M_{\text{МАХ}}$ – максимально допустимый объем заправки в помещении, кг

A – площадь помещения, м²

НПВ – нижний предел воспламеняемости, кг/м³

h_0 – фактор, учитывающий высоту, м, зависит от метода крепления оборудования

- 0,6 м для расположенного на полу
- 1,0 м для установленного в окне
- 1,8 для установленного на стене
- 2,2 м для установленного на потолке

для R-32 НПВ равен 0.307 кг/м ³	для R-290 НПВ равен 0.307 кг/м ³
---	--

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Техник, обслуживающий RAC системы, должен установить настенный кондиционер, работающий на **R-32**, в помещении площадью 30 м².

$$M_{\text{max}} = 2.5 \times \text{НПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5} = 2.5 \times 0.307^{1.25} \times 1.8 \times 30^{0.5} = 5.63 \text{ kg.}$$

Проверьте, не превышает ли рассчитанный объем 39 x НПВ = 39 x 0.307 = 11.97 кг предельный объем. В нашем случае, M_{max} меньше чем 11.97 кг.

Таким образом, 5.63 кг – это максимальный допустимый объем заправки.

Техник, обслуживающий RAC системы, должен установить настенный кондиционер, работающий на **R-290**, в помещении площадью 30 м².

$$M_{\text{max}} = 2,5 \times \text{НПВ}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5} = 2,5 \times 0,038^{1.25} \times 1,8 \times 30^{0.5} = 0,41 \text{ kg.}$$

Проверьте, не превышает ли рассчитанный объем $26 \times \text{НПВ} = 26 \times 0,038 = 0,99$ кг предельный объем. В нашем случае, M_{max} меньше чем 0,99 кг. Таким образом, 0,41кг – это максимальный допустимый объем заправки.

Таблица 5. Максимально допустимый объем заправки R-32 для кондиционеров воздуха

Площадь (м ²)	M_{max} напольная установка	M_{max} оконная установка	M_{max} настенная установка	M_{max} потолочная установка
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, обслуживающий RAC систему, должен удостовериться, что действительная заправка хладагента в системе КВ не превышает максимального объема заправки.

Таблица 6. Максимально допустимый объем заправки R-290 для кондиционеров воздуха

Площадь (м ²)	M _{max} напольная установка	M _{max} оконная установка	M _{max} настенная установка	M _{max} потолочная установка
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, обслуживающий RAC систему, должен удостовериться, что действительная заправка хладагента в системе КВ не превышает максимального объема заправки.

3.3 Минимальная требуемая площадь пола

Когда техник, обслуживающий RAC систему, устанавливает оборудование, работающее на воспламеняемом хладагенте, с определенным объемом заправки в кг, требуемая площадь пола должна быть рассчитана по следующей формуле:

$$A_{min} = \left(\frac{M}{2.5 * \text{НПВ}^{1,25} * h_0} \right)^2$$

Данная формула применима, когда объемы заправки находятся в пределах:

- от (6 х НПВ) до (39 х НПВ) для класса воспламеняемости 2L
- от (4 х НПВ) до (26 х НПВ) для классов воспламеняемости 2 и 3

Нет ограничений для объема помещения, когда объем заправки хладагента:

- меньше или равен (6 х НПВ) для класса воспламеняемости 2L
- меньше или равен (4 х НПВ) для классов воспламеняемости 2 и 3

Таблица 7. Минимальная требуемая площадь пола

	Нет ограничений по объему	Нужно применять формулу расчета A_{min}
R-32	объем заправки $\leq 1,8$ кг	от 1,8 до 12,0 кг
R-290	объем заправки $\leq 0,15$ кг	от 0,15 до 1,0 кг

Таблица 8. Минимальная требуемая площадь пола, для кондиционера воздуха, работающего на R-32

Действительный объем заправки (кг)	A_{min} напольная установка	A_{min} оконная установка	A_{min} настенная установка	A_{min} потолочная установка
менее 1,8 кг	нет ограничений по объему			
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. Минимальная требуемая площадь пола, для кондиционера воздуха, работающего на R-290

Действительный объем заправки (кг)	A_{min} напольная установка	A_{min} оконная установка	A_{min} настенная установка	A_{min} потолочная установка
менее 0,15 кг	нет ограничений по объему			
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

Глава 4. Передовая практика обслуживания воспламеняющихся хладагентов

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Есть высокая вероятность утечек хладагента при обслуживании и ремонте. В помещении, где происходит заправка или извлечение, может находиться потенциальный источник огня. Утечка также может произойти во время присоединения или отсоединения шлангов.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Оборудование РАС, спроектированное для работы с невоспламеняющимися хладагентами, такими как R-22 или R-410A, **не предназначены** для работы на воспламеняющихся хладагентах и наоборот.

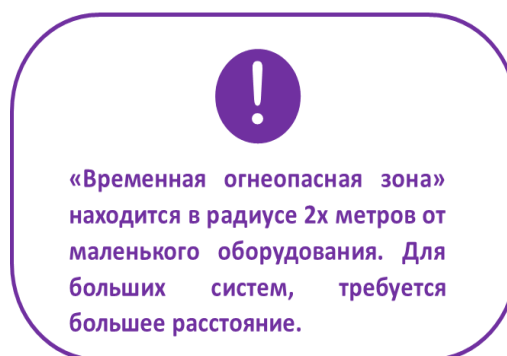
- Техник не должен производить ретрофит любых РАС систем, использующих воспламеняющиеся хладагенты.
- Техник не должен заправлять/пополнять огнеопасные хладагенты в любые системы РАС, которые изначально не предназначены или не спроектированы для работы с воспламеняющимися хладагентами.

4.1 Временная огнеопасная зона

Техник всегда должен считать свою рабочую зону «временной огнеопасной зоной» во время установки и обслуживания. **В этой зоне должны отсутствовать любые источники огня/искры.**



Рисунок 5. Временно огнеопасная зона



4.2 Обращение и хранение воспламеняемых хладагентов

Обращение и хранения баллонов с воспламеняющимися хладагентами такое же, как и у баллонов с сжиженным газом для приготовления пищи. Как правило, количество газа в баллоне, хранящемся в жилом секторе, не должно превышать 50 л (емкость баллона по воде).



Рисунок 6. Запрещенные действия в помещении, где хранятся баллоны

Минимальные требования пожаробезопасности для помещения, где хранятся воспламеняющиеся хладагенты, общим объемом менее 1000 л (объем по воде), это установленный шланг с водой, готовый к применению.

Нужно соблюдать следующие меры предосторожности

- Помещение для хранения должно быть хорошо проветриваемо и в нем не должно быть горючих материалов.
- Храните баллоны на первом этаже или выше, но не в подвале и других смежных помещениях.
- Храните баллоны подальше от источников воспламенения и прямых солнечных лучей.
- Не храните баллоны вблизи потенциальных источников воспламенения (электрические розетки, розетки электропитания, светильники и выключатели, электродвигатели и аналогичное оборудование)
- Любой потенциальный источник воспламенения должен находиться как минимум на расстоянии 3х метров от баллонов.
- Баллоны должны быть защищены от падения или опрокидывания.
- Никогда не ставьте баллоны в горизонтальное положение.
- Должен быть доступ для служб спасения, т.е. для пожарных, милиции и т.д.

4.3. Инструменты и оборудования для обслуживания воспламеняющихся хладагентов

Общие требования

- Электрические и электронные инструменты для работы с системами, содержащими воспламеняющиеся хладагенты, должны быть классифицированы как инструменты для работы в огнеопасных зонах.
- В рабочей зоне должен быть установлен датчик для слежения за утечками определенного вида хладагента, чтобы концентрация хладагента вокруг рабочей зоны не превышала допустимые пределы.
- В помещении должен быть CO₂ или порошковый огнетушитель.
- При работе в закрытом помещении с недостаточной естественной вентиляцией, нужно установить постоянно работающий вентилятор со взрывостойким корпусом или другой подходящий вентилятор. Электрический выключатель вентилятора должен находиться вне рабочей зоны.



Рисунок 7.
Взрывостойкий вентилятор



Ручные дрели и отвертки с батарейным питанием, тепловые пушки, а также бытовое оборудование, такое как фены и т. п., не должны использоваться в ограниченной зоне, где ремонтируется огнеопасное оборудование RAC, поскольку эти приборы могут быть потенциальными источниками воспламенения.

ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

Нужно использовать специальные вакуумные насосы, спроектированные для работы с воспламеняющимися газами. Рекомендуется двухступенчатый вакуумный насос для извлечения влаги из системы, в идеале достигающего вакуума в 200-500 микрон.

- Поршневые компрессоры не могут вакуумировать до желаемого уровня.
- Использование компрессора холодильной установки для вакуумирования может привести к поломке компрессора.

Вакуумный насос должен располагаться так, чтобы при его включении/выключении, любые утечки воспламеняющегося хладагента не могли достигать его месторасположения.



Рисунок 8. Нельзя использовать компрессор для вакуумирования.

ПРИБОР ДЛЯ ВАКУУМИРОВАНИЯ

При вакуумировании системы надо использовать прибор для вакуумирования с пределами вакуумирования 5-5000 микрон.

Если используется электронное оборудование, убедитесь, что оно изготовлено для работы в присутствии воспламеняющегося хладагента. Посмотрите руководство пользователя.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАПРАВКИ ХЛАДАГЕНТОВ

При обращении с воспламеняющимися хладагентами и при заправке хладагентов важны тщательный контроль и мониторинг. При обслуживании RAC систем необходимо использовать точные весы для воспламеняющихся хладагентов. Так как, из-за маленького объема заправки, нужно точно взвешивать массу хладагента. Можно использовать электронные весы в помещении, где присутствует воспламеняющийся хладагент, если производитель весов это подтверждает.



*Рисунок 9.
Оборудование для
заправки
хладагента*

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ХЛАДАГЕНТА

Существуют оборудования для извлечения, специально сконструированные для работы с воспламеняющимися хладагентами. Оборудование для извлечения ГХФУ/ГФУ **не должны быть использованы** для углеводородных (УВ) хладагентов. Всегда смотрите руководство пользователя, чтобы в нем было подтверждение того, что оборудование для извлечения подходит для извлечения определенного воспламеняющегося хладагента.



*Рисунок 10. Оборудование
для извлечения
хладагента*

МАНИФОЛЬД/МАНОМЕТР/КОМПЛЕКТ ШЛАНГОВ

Материалы должны быть совместимы с соответствующими хладагентами (т.е. выдерживать максимальное давление). В случае применения электронных манометров/манифольдов, то они должны быть пригодными для работы с воспламеняющимися хладагентами.



*Рисунок 11. Средства
индивидуальной защиты.*

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Удостоверьтесь в наличии всех необходимых инструментов и средств индивидуальной защиты (СИЗ). И убедитесь, что техник достаточно хорошо умеет пользоваться средствами СИЗ.

БАЛЛОН ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ

Никогда не используйте одноразовый баллон для извлечения хладагента. Нужно использовать отдельные баллоны для извлечения разных хладагентов. Техник должен удостовериться, что не происходит смешивания хладагентов во время использования баллонов для извлечения. Каждый баллон для извлечения должен быть тщательно промаркирован с указанием вида извлеченного хладагента, имени владельца и другой полезной информации.



Рисунок 12. Баллон для извлечения (слева) и одноразовые баллоны (по середине и справа).

Каждые пять лет баллон для извлечения должен проходить проверку под давлением и получить штамп с датой, в соответствии с международными стандартами.



Безопасный объем хладагента: Баллон для извлечения нельзя заполнять хладагентом более чем на 80% от объема жидкости. Никогда не подвергайте баллон воздействию прямых солнечных лучей или других источников тепла, это может привести к взрыву.

ТЕЧЕИСКАТЕЛЬ

При обслуживании оборудования RAC, работающего на углеводородных хладагентах, необходимо иметь специальный течеискатель для горючих газов. Прибор должен иметь аудио и визуальные сигналы.

Течеискатели ГФУ не могут определять углеводороды, и их **опасно** применять для воспламеняющихся хладагентов.



Рисунок 13. Течеискатель для углеводородов.



Никогда не используйте открытый огонь для обнаружения утечек воспламеняющихся хладагентов - это может привести к возгоранию, которое может стать причиной пожара или взрыва. R-32 при горении также может образовать фторид водорода, токсичное и коррозионное вещество.

4.4 Меры безопасности перед сервисным обслуживанием

До технического обслуживания, эксплуатации или ремонта систем нужно произвести следующие проверки:

- Просмотреть историю ремонта.
- Определить класс безопасности хладагента в обслуживаемой системе.
- Убедиться, что в рабочей зоне нет источников воспламенения и горючих материалов.
- Убедитесь в наличии огнетушителя (порошкового или CO₂) и в его функциональности.
- Отделите пространство вокруг рабочей зоны и разместите соответствующую и видимую надпись «Идут ремонтные работы».
- Убедитесь, что рабочая область хорошо проветривается.
- Убедитесь, что вентиляция около рабочей зоны хорошо удаляет выделившиеся хладагенты наружу.
- Удостоверьтесь, что вентиляция вблизи рабочей зоны может безопасно рассеять любые выпущенные хладагенты снаружи.
- Убедитесь, что имеются подходящие датчики воспламеняющихся хладагентов, работающие и способные предупреждать об утечке.
- Носите требуемые средства индивидуальной защиты (СИЗ) или защитные приспособления.

4.5. Этапы хорошей сервисной практики

Всегда соблюдайте руководство пользователя от изготовителя оборудования для конкретной системы. Убедитесь, что все инструменты всегда готовы к работе. Хорошая практика обслуживания оборудования RAC с использованием легковоспламеняющихся хладагентов должна соответствовать следующим процедурам:



Рисунок 14. Этапы хорошей практики обслуживания.

1

БЕЗОПАСНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЛИ ВЫДУВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ХЛАДАГЕНТОВ

R-32	Углеводороды (R-290 AND R-600A)
С помощью прибора для извлечения – так как R-32 имеет средний ПГП, избегайте выбросов в атмосферу. Используйте соответствующий прибор для извлечения R-32 из системы.	С прибором для извлечения – используйте соответствующий прибор для извлечения углеводородных хладагентов из системы. Без прибора для извлечения – осторожно выпустите, используя пирсинг или клапан и длинный шланг, который доходит до безопасной зоны снаружи. Используйте подходящий вытяжной вентилятор или открытое окно, или дверь.

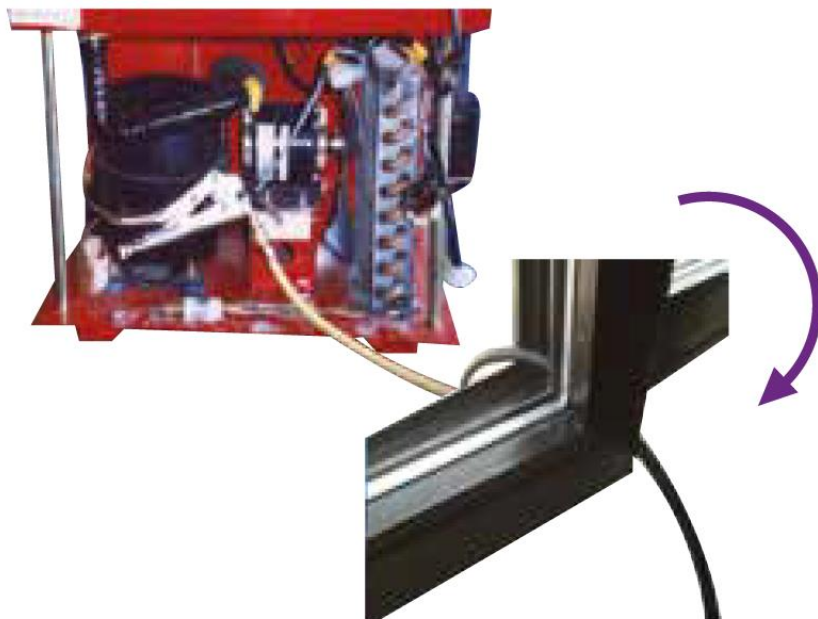


Рисунок 15. Открытое окно или дверь для выветривания.

2

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ОСТАТКОВ ХЛАДАГЕНТА С ПОМОЩЬЮ ВАКУУМНОГО НАСОСА

Убедитесь, что большинство хладагента было извлечено, прежде чем вскрывать систему

Извлеките хладагент с помощью вакуумного насоса

Давление в системе не должно быть ниже 2 фунтов на квадратный метр (psig) или 0,14 бар

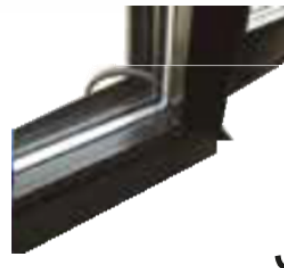
Всасывающий шланг, подсоединенный к пирсингу на фильтре-осушителе



Всасывающий шланг, подсоединенный к отверстию вакуумного насоса



Вентиляционный шланг из вакуумного насоса



Вентиляционный шланг, ведущий наружу

После извлечения старого фильтра из ремонтируемого оборудования.

Используйте сухой азот с двухступенчатым редуктором, при давлении примерно 5 бар

Используйте гексан/метилендихлорид или другие экологически чистые промывочные вещества, если необходима химическая очистка

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



Продувка азотом

Соблюдайте меры предосторожности, приведенные в главе «Обращение с воспламеняющимися хладагентами». Всегда следуйте инструкциям обслуживания, описанным в руководстве пользователей.

Используйте правильные запчасти, специально изготовленные для воспламеняющихся хладагентов.

R-290 и R-600a являются высоко воспламеняющимися хладагентами, специалисту по техническому обслуживанию настоятельно рекомендуется не паять трубку, а использовать «локринговое соединение» посредством механического соединения и герметизации труб, что является безопасным и надежным.

При работе с ГФУ-32 специалист по техническому обслуживанию может паять трубку; всегда проверяйте, что в системе не остался хладагент.



Рисунок 16. Пайка

5

ПРОДУВКА РЕГУЛИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Убедитесь, что не осталось засоров после пайки. Продуйте регулирующее устройство сухим азотом для проверки проходимости труб.

Используйте сухой азот с помощью двухступенчатого азотного редуктора.



Рисунок 17. Двухступенчатые редукторы

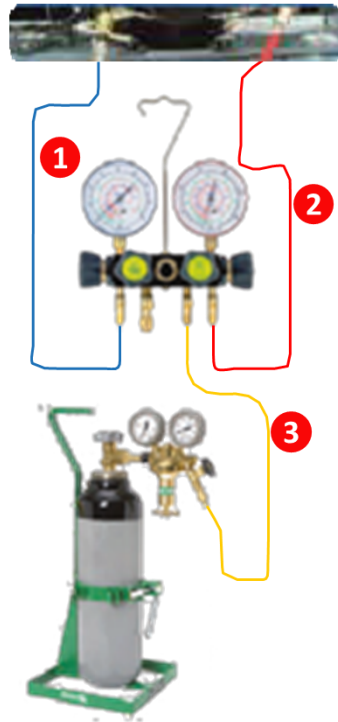
После сборки системы и ее герметизации, используйте сухой азот для проверки утечек.

Не используйте воздух или любой другой хладагент.

Проверка давления должна проводиться при 20 бар и надо закрыть вентиль баллона при достижении 20 бар

Используйте мыльный раствор

Нанесите на каждое соединение – проверьте нет ли пузырей



Подключите 4-х вентильный манифольд к системе

- 1 Сторона с низким давлением
- 2 Сторона с высоким давлением
- 3 Подача азота

Подключите баллон с азотом к центральному клапану манифольда.

Нагнетайте систему сухим азотом, пока газ не пойдет по двум сторонам, высокого и низкого давления.



Рисунок 18. Мыльный раствор.



1. Подсоедините к адаптеру или клапану Шредера (не к пирсингу).
2. Включите насос, затем откройте вентили.
3. Вакуумируйте до 500 микрон или ниже.
4. Закройте вентили для отключения насоса.
5. Если нет микронного вакуумметра, включите вакуумный насос как минимум на полчаса после того, как вакуумметр Бурдон покажет 30 "/>
- 6. Удерживайте вакуум в течении 5 минут. Показания микронного вакуумметра не должны резко повышаться.
- 7. Давления вакуума должно быть по возможности самым низким. Оно не должно превышать 1500 микрон при удержании вакуума на 5-10 минут.

Заправляйте только вакуумированную систему

Заправка должна происходить медленно/постепенно

Используйте весы для точного количества заправки



Рисунок 19. Обучение заправке хладагента.

Так как объем заправки углеводородов очень мал, нужны строгий контроль и точность при заправке. Действительный объем заправки зависит от изначального объема заправки производителя, однако существует максимальный предел заправки, как указано в Таблице 6.

При герметизации рабочей трубки с углеводородом, технику настоятельно рекомендуется не паять трубку, а использовать локринговое соединение для герметизации труб, что является безопасным и надежным.

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

- Тщательно закройте клапан
- Закройте крышку клапана
- Проверьте утечки

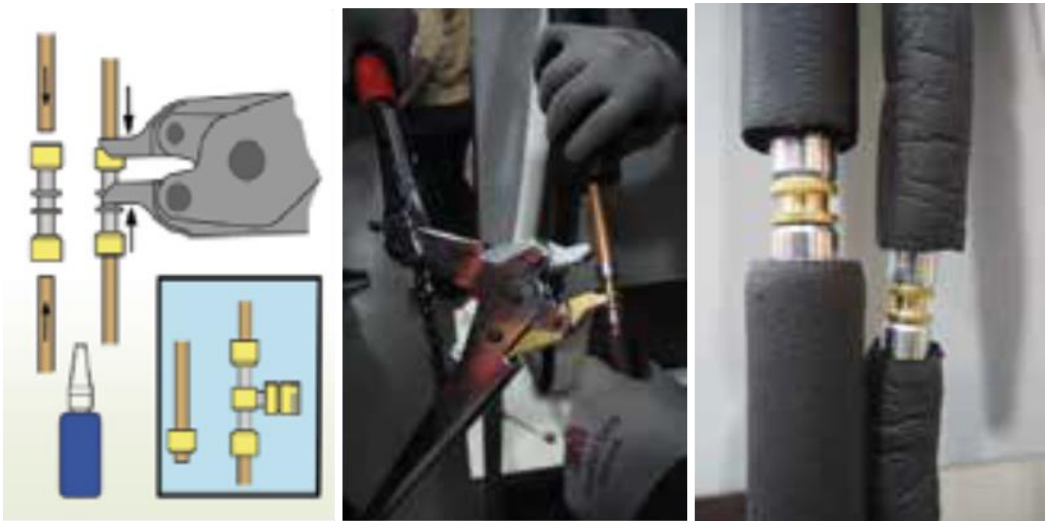


Рисунок 20. Локринговое соединение.

Проверьте и документально зарегистрируйте следующее:

- Запись последнего сервисного обслуживания
- Проверьте температуру
- Проверьте время выключения
- Проверьте работу компрессора
- Проверьте нет ли вибрации

**МАРКИРОВКА - ВПИШИТЕ ДАТУ, НАЗВАНИЕ И
КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ФИО ТЕХНИКА,
ВИД ХЛАДАГЕНТА**



СТИКЕР УСТАНОВКА/СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	
ПРИМЕЧАНИЕ: ПРИМЕНЯЙТЕ ТОЛЬКО ХЛАДАГЕНТЫ, БЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
ДАТА УСТАНОВКИ/СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	:
ВИД ХЛАДАГЕНТА	:
ОГНЕОПАСНОСТЬ 	: <input type="text"/>
ОБЪЕМ ЗАПРАВКИ ХЛАДАГЕНТА	: гр.
НАРУЖНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	: °С
ТЕМПЕРАТУРА СИСТЕМЫ	: °С
ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ	: бар
НИЗКОЕ ДАВЛЕНИЕ	: бар
РАБОЧАЯ СИЛА ТОКА	: А
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ	:
НОМЕР СЕРТИФИКАТА	:
СЛЕДУЮЩЕЕ СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	
ДАТА СЛЕДУЮЩЕГО СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	:
 ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЙСЯ ХЛАДАГЕНТ	
СТИКЕР №123456	

Рисунок 21. Пример маркировки при сервисном обслуживании

Глава 5. Проверочный лист рекомендуемых и нерекомендуемых действий

НУЖНО	Работайте в хорошо проветриваемом помещении, снаружи или использовать принудительную вентиляционную систему.
	Носите защитные перчатки, очки и одежду при работе с хладагентами.
	Храните баллоны подальше от источников тепла и прямых солнечных лучей.
	Храните минимальное количество баллонов с углеводородами в помещении.
	Работайте только с квалифицированными сотрудниками.
	Списки телефонов и адресов экстренных служб должны находиться на видном месте.
НЕЛЬЗЯ	Нельзя курить, пить или есть во время работы в рабочей зоне.
	Не храните баллоны в любых подвальных и низко расположенных помещениях.
	Не храните воспламеняющийся хладагент в зоне с открытым пламенем, газовыми плитами, газовыми водонагревателями, газовой/дровяной печью.
	Не допускайте наличие источника воспламенения в пределах 3 метров от баллона.
	Воспламеняющийся хладагент не должен скапливаться в помещении.
	Баллон не должен находиться в горизонтальном положении.
	Не работайте в одиночестве. Должно быть, как минимум два человека в рабочей зоне.

Глава 6. Таблица зависимости давления от температуры R-134a, R-22 и R-410A

Данные представлены в манометрическом давлении

Температура		R-134a		R-22		R-410A	
С	F	kPag	Psig	kPag	Psig	kPag	Psig
-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	196	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

Температура		R-134a		R-22		R-410A	
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	253.6	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

Глава 7. Таблица зависимости давления от температуры R-32, R-290 и R-600A

Данные представлены в манометрическом давлении

Температура		R-32		R-290 (пропан)		R-600A (изобутан)	
С	F	kPag	Psig	kPag	Psig	kPag	Psig
-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

Температура		R-32		R-290 (пропан)		R-600A (изобутан)	
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