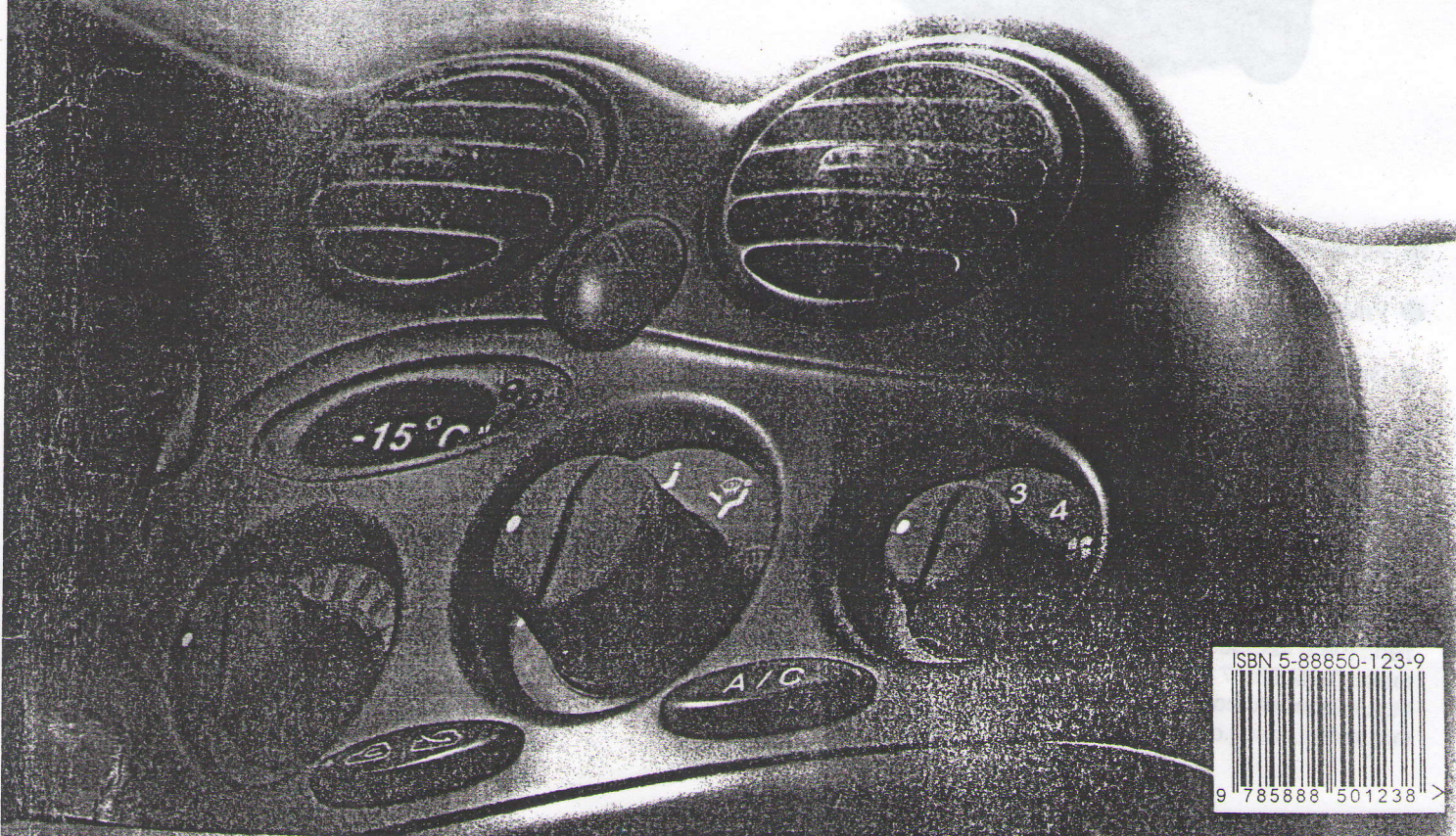


АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ДИАГНОСТИКА
ЗАПРАВКА
РЕМОНТ

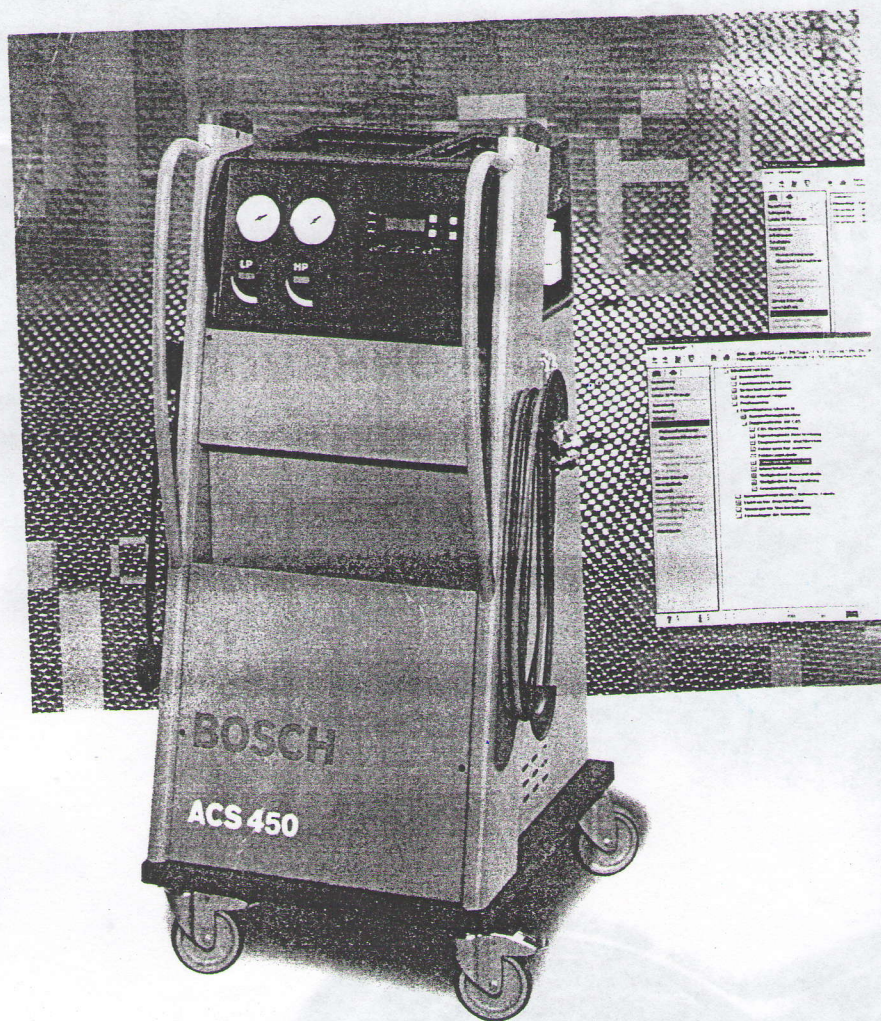


ISBN 5-88850-123-9



9 785888 501238 >

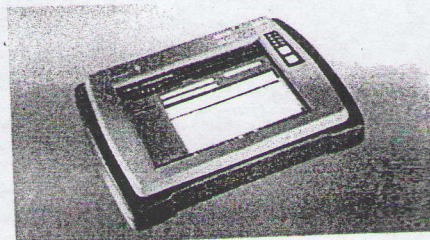
Оборудование BOSCH для диагностики и обслуживания автомобильных климатических систем



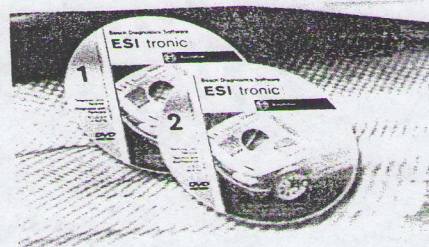
- ◆ Установки ACS для обслуживания автомобильных кондиционеров
- ◆ Ультрафиолетовые лампы и жидкость для поиска утечек
- ◆ Электронный термометр
- ◆ Встраиваемый принтер

ООО «Роберт Бош»
Россия, 129515, Москва
Ул. Акад. Королева, 13, стр. 5
тел.: (095) 926-5869, 935-7195
факс: (095) 935-7198
<http://diagnostic.bosch.ru>
info.aa@ru.bosch.com

Дилер в Москве:
ООО «Бош-Сервис-Фили»
Береговой проезд, д. 4/6
тел.: (095) 783-6899, 148-3320
факс: (095) 148-1884
admin@bosch-service.ru



- ◆ Системные тестеры KTS для диагностики электронных систем управления климатом



- ◆ Заправочные объемы и последовательность сервисных операций в программном продукте ESI[tronic]



- ◆ HOTLINE – служба технической поддержки по вопросам диагностики и обслуживания



BOSCH

С.Т. Степанов, С.П. Евдокушин

АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ



Эксплуатация
Диагностика
Заправка
Ремонт

Москва
Легион-Автодата
2005

УДК 629.314.6
ББК 39.335.52
А22

АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ. Эксплуатация, Диагностика, Заправка, Ремонт.
- М. Легион-Автодата, 2005. - 80 с. ил.

ISBN 5-88850-123-9

В руководстве даются способы искусственного охлаждения воздуха в салоне автомобиля, устройство и принцип работы автомобильного кондиционера. Руководство содержит подробные сведения об оборудовании, используемом при диагностике, заправке и ремонте систем автомобильного кондиционера, а также пошаговое описание процедур по обслуживанию и ремонту автомобильного кондиционера. Приведены способы диагностики работоспособности автомобильного кондиционера.

Книга предназначена для работников станций технического обслуживания автомобилей, автовладельцев и лиц, интересующихся принципами работы автомобильных кондиционеров.

Редакция выражает благодарность за помощь, оказанную в подготовке графического материала данного руководства, фирме "СПС - холод" и салону "ФК - Моторс".

**Издательство "Легион - Автодата" сотрудничает
с Ассоциацией ветеранов спецподразделения
антитеррора "АЛЬФА".**

Часть средств, вырученных от продажи этой книги, направляется семьям сотрудников спецподразделения по борьбе с терроризмом, героически погибших при исполнении служебных обязанностей.



© ЗАО "Легион-Автодата" 2000, 2005
тел. (095) 679-96-07, 679-96-63, 517-05-40
факс (095) 679-97-36
E-mail: Legion@autodata.ru
<http://www.autodata.ru>

*Издательство приглашает
к сотрудничеству авторов.*

ИД № 00419 от 10.11.99.
Подписано в печать 17.03.05
Формат 60x90 1/8. Усл. печ. л. 10.
Бумага офсетная, печать офсетная.
Заказ 1350
Отпечатано с готовых диапозитивов

Замечания, советы из опыта эксплуатации и ремонта автомобилей, рекомендации и отзывы о наших книгах Вы можете направить в адрес издательства: 115432, Москва, ул. Трофимова, д. 13 или по электронной почте: notes@autodata.ru Готовы рассмотреть предложения по размещению рекламы в наших изданиях.

Издание находится под охраной авторского права. Ни одна часть данной публикации не разрешается для воспроизведения, переноса на другие носители информации и хранения в любой форме, в том числе электронной, механической, на лентах или фотокопиях.

Несмотря на то, что приняты все меры для предоставления точных данных в руководстве, авторы, издатель и поставщики руководства не несут ответственности за отказы, дефекты, потери, случаи ранения или смерти, вызванные использованием ошибочной или неправильно преподнесенной информации, упущениями или ошибками, которые могли случиться при подготовке руководства.

СПОСОБЫ ИСКУССТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Фазовые переходы веществ. Каждое вещество в зависимости от внешних условий - температуры и давления - может находиться в твердом, жидком или газообразном состоянии. При подводе или отводе теплоты меняется форма связи между молекулами, вызывая тем самым изменение вещества, т. е. происходит фазовое превращение. Для получения холода используют фазовые переходы, протекающие при низких температурах с поглощением теплоты из охлаждаемой среды. К ним относятся плавление, кипение и сублимация.

Плавление. Процесс перехода вещества из кристаллического состояния в жидкое с поглощением теплоты называют плавлением (например, при нагревании водного льда его температура повышается до температуры 0°C , дальнейшее нагревание ведет к его плавлению). Температура плавления зависит от вида тела и внешних условий (давления). Для каждого тела существует своя постоянная температура плавления, для водного льда при атмосферном давлении она составляет 0°C . Этот способ искусственного охлаждения широко применяют на практике, в частности при охлаждении продуктов в бытовых холодильниках, на хладотранспорте и т. д.

Процесс перехода жидкости в твердое состояние при постоянной температуре плавления называют отвердеванием. Данный процесс осуществляется при отводе теплоты от жидкости, когда температура жидкости снижается до температуры начала отвердевания, равной температуре плавления.

Более низкие температуры плавления получают при охлаждении льда солеными смесями, например смесью хлорида натрия со льдом. Это позволяет получить температуру $-21,2^{\circ}\text{C}$.

Наиболее низкая температура для данных компонентов смеси (например, соль+вода) называется эвтектической или криогидратной. При данной постоянной температуре происходит кристаллизация смеси.

Эвтектические растворы применяют для охлаждения продуктов на автомобильном транспорте и т. д. Емкости с эвтектическими растворами называют зероторами или эвтектическими аккумуляторами.

Испарение. Процесс парообразования, происходящий со свободной поверхности жидкости при различных температурах, называют испарением. Данный процесс используют при испарении воды в водоохлаждающих устройствах (градирни, брызгательные бассейны или испарительные конденсаторы). При атмосферном давлении и температуре 0°C скрытая теплота испарения воды составляет 2509 кДж/кг .

Кипение. Процесс интенсивного парообразования, происходящий по всему объему жидкости в результате поглощения теплоты окружающей среды, называют кипением. При постоянном давлении температура кипения для данного вещества постоянна и зависит от давления паров над жидкостью. Уменьшение давления приводит к снижению температуры жидкости вплоть до ее замерзания. Процесс кипения жидкости при низкой температуре один из основных в парокомпрессионных холодильных машинах, где кипит хладагент. Аппарат, в котором происходит кипение, называют **испарителем**. В испарителе осуществляется отвод теплоты от окружающей среды, а кипящая жидкость переходит в парообразное состояние.

Количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг жидкости, взятой при температуре кипения, в пар, называют теплотой парообразования или удельной теплотой парообразования. С повышением давления кипения жидкости скрытая теплота парообразования уменьшается.

Сублимация. Процесс перехода тела из твердого состояния в парообразное, минуя промежуточное жидкое состояние, называют сублимацией. В качестве рабочего тела для охлаждения объектов наиболее широко применяют твердый диоксид углерода CO_2 (сухой лед). Температура сублимации CO_2 при атмосферном давлении равна $-78,9^{\circ}\text{C}$, теплота сублимации - 574 кДж/кг .

Конденсация. Процесс превращения насыщенного пара в жидкость, сопровождающийся отводом выделяемой теплоты, называют конденсацией. Температура конденсации зависит от давления. Конденсация жидкости из насыщенного пара один из основных рабочих процессов в холодильных машинах - осуществляется в аппаратах, называемых **конденсаторами**.

В системах кондиционирования легковых автомобилей и малых грузовиков применяется охлаждение дросселированием (эффект Джоуля - Томсона).

Охлаждение дросселированием.

Одним из основных процессов, применяемых для получения умеренно низких (в парокомпрессионных холодильных машинах) и низких температур, является дросселирование, заключающееся в снижении давления и температуры газа (жидкости) при его прохождении через суженное отверстие (капиллярную трубку, диафрагму, дроссель.). В этом процессе не совершается внешняя работа и теплообмен с окружающей средой, т. е. энтальпия остается постоянной. В суженном сечении скорость потока возрастает, внутренняя энергия расходуется на преодоление внутреннего трения между молекулами, что приводит к испарению части жидкости и снижению температуры потока.

В переносных и автономных холодильниках, которыми могут оборудоваться легковые автомобили, основным элементом является термобатарея, работающая на основе эффекта Пельтье.

Эффект Пельтье (1839 г.) основан на пропускании постоянного тока через термоэлемент, состоящий из двух различных проводников. При этом один из спаев нагревается, а другой охлаждается. Поглощенное или выделенное количество теплоты Q пропорционально силе тока I и времени t :

$$Q = \Pi I t,$$

где Π - коэффициент Пельтье, зависящий от физических свойств применяемых материалов и температуры спаев. Недостатком термоэлектрических холодильников является низкий к.п.д.

Приведем для примера устройство холодильника ХАТЭ-24 УХЛ4, который устанавливается в кабине грузовых автомобилей и предназначен для охлаждения и краткосрочного хранения пищевых продуктов и напитков.

Холодильник состоит из корпуса, выполненного из листовой стали и покрытого искусственной кожей черного цвета, съемной крышки холодильной камеры, четырех термоагрегатов, теплоизоляции формованного пенополистирола, вентилятора и электрошнура. Холодильная камера представляет собой алюминиевую емкость для хранения продуктов. К двум противоположным стенкам холодильной камеры крепятся парно термоагрегаты, соединенные между собой последовательно. Каждый термоагрегат представляет собой блок, состоящий из термоэлектрической батареи и теплообменника.

При прохождении электрического тока одна рабочая поверхность термоэлектрической батареи нагревается, а другая охлаждается. Холодной стороной каждая термобатарея прижата к холодильной камере, которую охлаждает. К горячей стороне термобатареи прижаты теплообменники, предназначенные для отвода теплоты от термобатарей. Теплообменники охлаждаются воздушным потоком, создаваемым вентилятором. Холодильник получает энергию от бортовой сети автомобиля.

ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Существуют две основные схемы системы кондиционирования:

- с ресивером - осушителем и расширительным клапаном;
- с расширительной трубкой и аккумулятором.

Рассмотрим первую схему, показанную на рис 1.

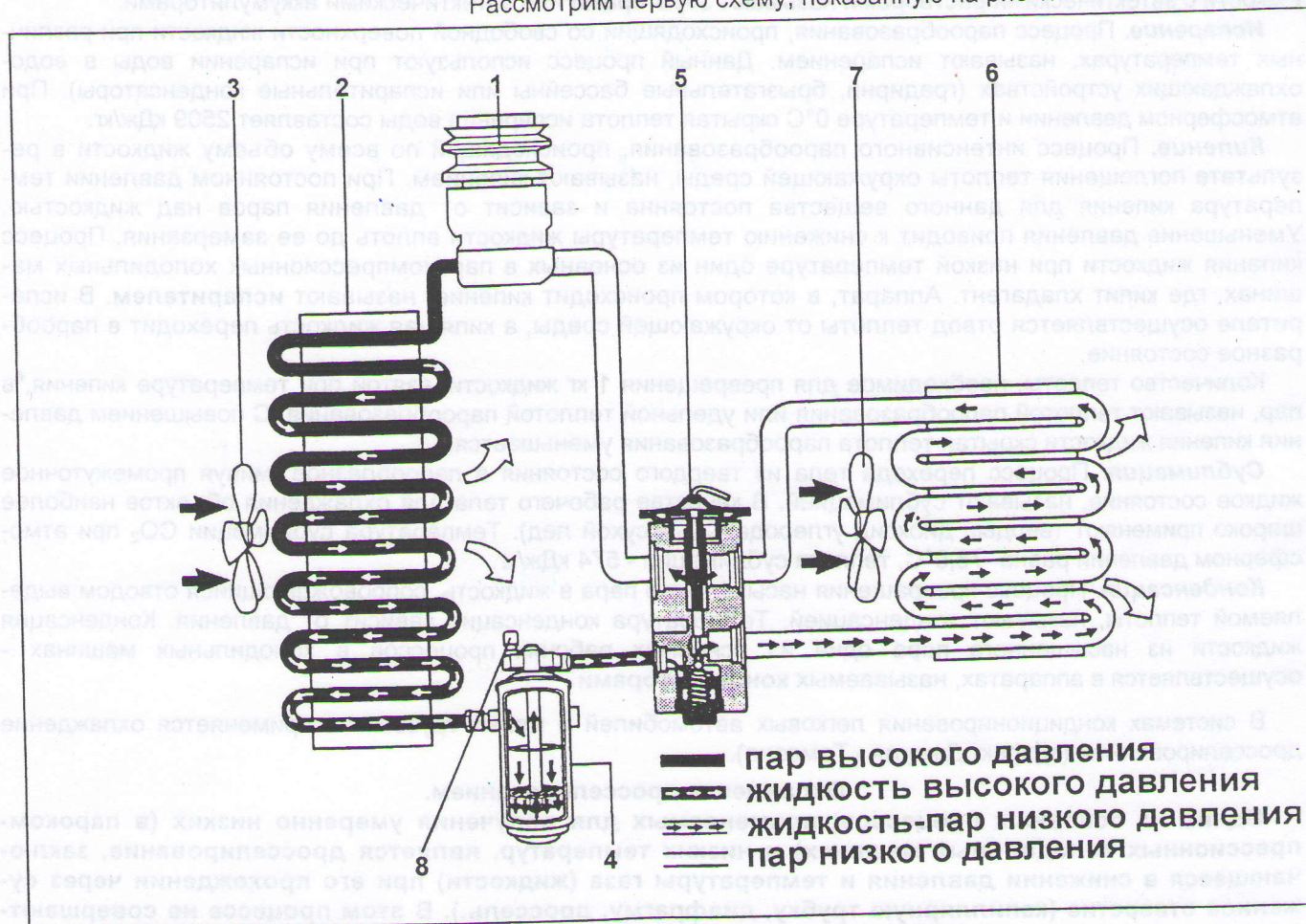


Рис.1. Схема системы кондиционирования с расширительным клапаном.

- 1 - компрессор,
- 2 - конденсатор,
- 3 - вентилятор,
- 4 - ресивер-осушитель,

- 5 - расширительный клапан,
- 6 - испаритель,
- 7 - вентилятор отопителя,
- 8 - предохранительный клапан.

Систему кондиционирования условно разделяют на всасывающую (сторона низкого давления - НД) и нагнетающую (сторона высокого давления - ВД) части. Граница проходит через компрессор и дросселирующий элемент, в данном случае расширительный клапан.

Когда компрессор не работает - давление в обеих частях одинаковое и находится в прямой зависимости от температуры или окружающей среды или подкапотного пространства автомобиля, смотрите таблицу 1.

Таблица 1.

°C	бар	
	R12	R134a
5	3,66	3,51
6	3,78	3,64
7	3,91	3,78
8	4,04	3,93
9	4,18	4,07
10	4,31	4,22
11	4,45	4,37
12	4,61	4,52
13	4,75	4,67
14	4,90	4,84
15	5,05	5,01
16	5,21	5,18
17	5,37	5,35
18	5,53	5,52
19	5,70	5,71
20	5,87	5,90
21	6,04	6,08
22	6,22	6,29
23	6,41	6,48
24	6,59	6,69
25	6,78	6,90
26	6,98	7,12
27	7,17	7,33
28	7,37	7,56

°C	бар	
	R12	R134a
29	7,58	7,78
30	7,78	8,02
31	8,00	8,25
32	8,21	8,50
33	8,43	8,75
34	8,66	9,01
35	8,89	9,26
36	9,12	9,53
37	9,36	9,80
38	9,60	10,08
39	9,85	10,36
40	10,10	10,64
41	10,36	10,93
42	10,62	11,23
43	10,89	11,54
44	11,15	11,85
45	11,42	12,16
46	11,70	12,50
47	11,99	12,82
48	12,28	13,16
49	12,57	13,50
50	12,87	13,85
51	13,18	14,21
52	13,49	14,57

°C	бар	
	R12	R134a
53	13,80	14,93
54	14,12	15,32
55	14,44	15,70
56	14,77	16,09
57	15,11	16,48
58	15,46	16,89
59	15,80	17,30
60	16,15	17,72
61	16,50	18,14
62	16,88	18,56
63	17,24	19,00
64	17,62	19,45
65	18,01	19,92
66	18,38	20,38
67	18,78	20,86
68	19,17	21,34
69	19,58	21,83
70	20,00	22,33
71	20,41	22,83
72	20,84	23,35
73	21,27	23,86
74	21,70	24,11
75	22,15	24,95
76	22,60	25,51

Давления в обеих частях измеряют, подключая манометрический блок к сервисным штуцерам (на рисунке не показаны). В системе кондиционирования измеряют давление насыщенного пара хладагента, то есть давление в системе не будет зависеть от количества хладагента в системе (и в этом состоит основная сложность определения количества хладагента в системе), а зависит только от температуры.

На всасывающей стороне находятся испаритель и трубопровод по которому хладагент поступает на всасывание в компрессор. На нем же расположены сервисный штуцер НД и датчик давления.

На нагнетающей стороне находятся конденсатор, ресивер-осушитель, расширительный клапан с баллоном термодатчика, расположенным на испарителе, трубопровод с сервисным штуцером ВД и датчиками давления.

При включении электромагнитной муфты газообразный хладагент всасывается и сжимается компрессором до высоких температур и давления и поступает в конденсатор, где газ высокого давления и температуры переходит из газообразного состояния в жидкость, отдавая "скрытое тепло конденсации" воздуху, проходящему через конденсатор. Температура холодильного агента на входе и выходе конденсатора составляет 80 и 50°C соответственно.

Теплый жидкий хладагент поступает в ресивер-осушитель, где происходит его фильтрация от мелких частиц и пыли, удаление влаги. Далее жидкий хладагент высокого давления поступает в расширительный клапан, где он испаряется и переходит в состояние жидкость-пар с низкой температурой и давлением (-2°C, 2 бар). Далее этот хладагент попадает в испаритель, где переходит из туманообразного в газообразное состояние (жидкий хладагент при низком давлении кипит, отнимая теплоту от стенок испарителя) и всасывается компрессором для повторного цикла.

Через испаритель вентилятором отопителя прогоняется либо наружный воздух, либо воздух из салона. Воздух, проходя через разветвленную поверхность испарителя охлаждается, при этом на испарителе конденсируется влага из воздуха, которая стекает в поддон под испарителем и удаляется из салона. Таким образом воздух, проходя через испаритель охлаждается и становится суше. Компрессор в этой схеме работает непрерывно.

Во второй схеме, смотрите рис. 2, вместо расширительного клапана установлена расширительная трубка, представляющая собой корпус с трубкой малого, постоянного по всей длине, диаметра и с сетчатым фильтром.

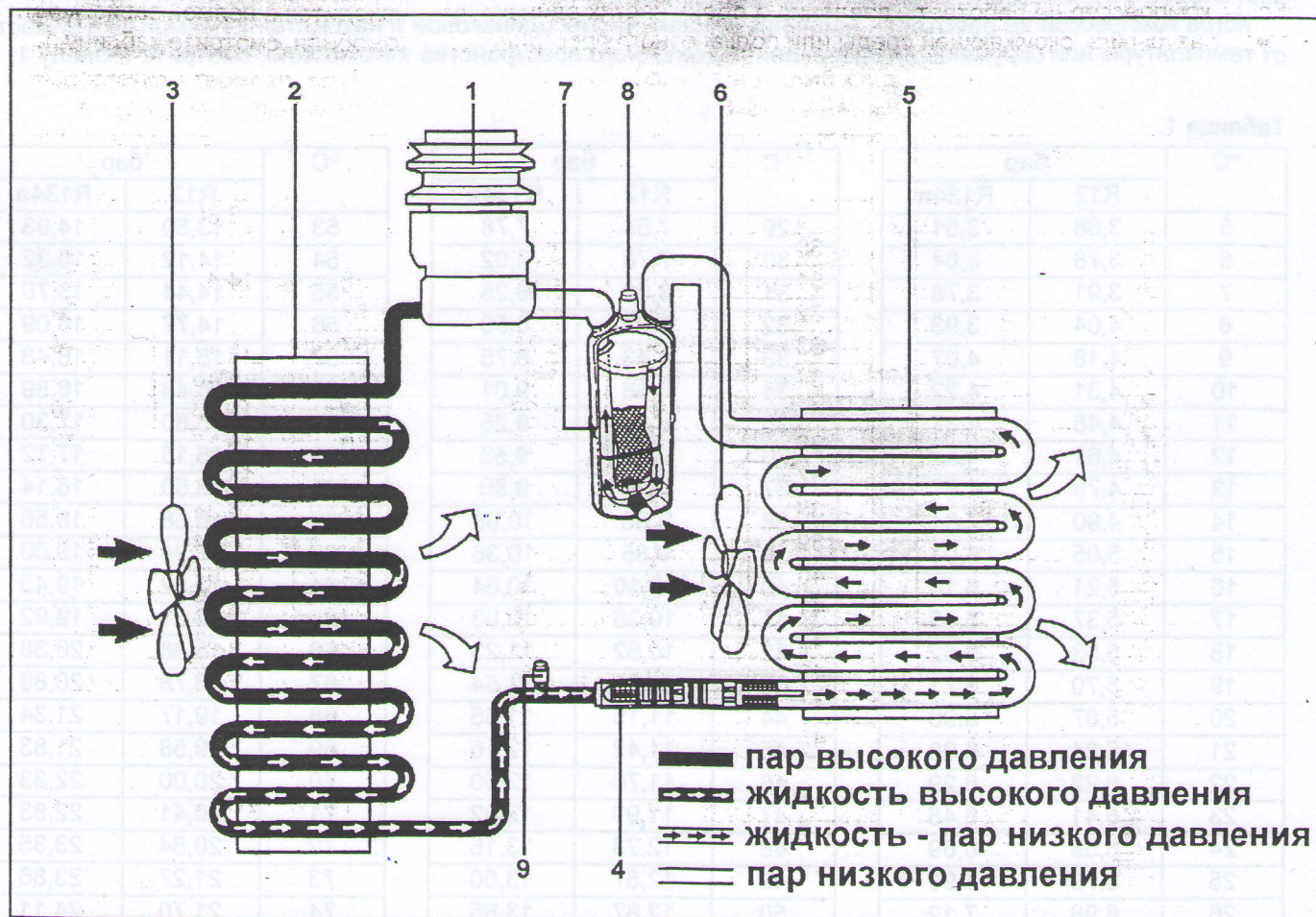


Рис. 2. Схема системы кондиционирования с расширительной трубкой.

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1 - компрессор, | 6 - вентилятор, |
| 2 - конденсатор, | 7 - фильтр - осушитель, |
| 3 - вентилятор, | 8 - датчик низкого давления, |
| 4 - расширительная труба, | 9 - датчик высокого давления. |
| 5 - испаритель, | |

На выходе из испарителя установлен аккумулятор, где происходит удаление влаги из хладагента с перегревом жидкого хладагента, который может поступить из испарителя, то есть функцию ресивера-осушителя в первой схеме выполняет аккумулятор и фильтрующий элемент расширительной трубки.

Аккумулятор выполняет функцию защиты компрессора от попадания в него жидкого хладагента, который может вывести его из строя (гидроудар). Компрессор в этой схеме работает циклически, получая команду на пуск-остановку от блока управления по сигналам с датчиков давления и температуры.

Существуют системы АК с двумя и тремя испарителями:

- два испарителя - один впереди, второй в задней части салона;
- три испарителя - один впереди, второй - морозильник холодильника,
- третий в задней части салона.

В этом случае увеличивается система трубопроводов, где появляются новые элементы - тройники на всасывающей и нагнетающей частях.

Существуют также и другие схемы кондиционирования, но они редко используются.

ХЛАДАГЕНТЫ R12 и R134a

Рабочее вещество, посредством которого в автомобильном кондиционере осуществляется термодинамический цикл, называют холодильным агентом. Наибольшее распространение получил термин "хладагент".

В автомобильных кондиционерах рабочим веществом служит хладагент R12 (CF_2Cl_2) - хладагент, обладающий высокой озоноразрушающей активностью (использовался в моделях автомобилей до 1993 г.) и хладагент R134a ($\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$), обладающий низкой озоноразрушающей активностью (в автомобилях с 1993 г.).

Хладагент R12.

Условное обозначение хладагентов состоит из буквы R (Refrigerant - хладагент) и цифры. Цифры расшифровываются в зависимости от химической формулы хладагента. Первая цифра (1) указывает на метановый ряд, вторая цифра (2) соответствует числу атомов фтора в соединении. В России фреоны имеют торговое название "хладоны", в США и Европе многие подобные хладагенты называют по старому - фреонами.

Хладагент R12 - дифтордихлорметан, относящийся к группе CFC (полностью галогенизированный Chloro Fluoro Carbon, соединение высокой степени разрушения озонового слоя из-за присутствия в нем атомов хлора).

Бесцветный газ со слабым специфическим запахом, в 4,18 раза тяжелее воздуха. Один из наиболее распространенных и безопасных хладагентов. При содержании его в воздухе более 30% (по объёму) наступает удушье из-за недостатка кислорода.

В частности, предельно допустимая концентрация при длительности воздействия 2 ч. составляет 38,5...30,4% (по объёму). Хладагент R12 невзрывоопасен, но при $t > 330^\circ\text{C}$ разлагается с образованием хлористого водорода, фтористого водорода и следов отравляющего газа фосгена. Хладагент неограниченно растворяется в масле, не проводит электрический ток, слабо растворяется в воде. Объёмная доля влаги в R12 не должна превышать 0,0004%. Обезвоженный R12 нейтрален ко всем металлам. Этот хладагент характеризуется повышенной текучестью, что способствует проникновению его через мельчайшие неплотности и даже через поры обычного чугуна. В то же время благодаря повышенной текучести R12 холодильные масла проникают во все трущиеся детали, снижая их износ. Поскольку R12 - хороший растворитель многих органических веществ, при изготовлении прокладок применяют специальную резину - севанит или паронит.

Хладагент R134a - относится к группе HFC (содержащий водород Fluoro Carbon - соединение, не разрушающее озоновый слой).

Не воспламеняется во всём диапазоне температур эксплуатации. Пар R134a разлагается под влиянием пламени с образованием отравляющих и раздражающих соединений, таких как фторводород. Не следует смешивать R134a с R12, так как образуется газ высокого давления. Энергетические показатели R134a ниже, чем у R12, поэтому в автомобильных кондиционерах, использующих хладагент R134a увеличивается мощность компрессора и площадь конденсатора.

Выброс в атмосферу хладагентов способствует возникновению "парникового эффекта". Причём влияние R134a на "парниковый эффект" (потенциал глобального потепления) в 1300 раз сильнее чем у CO_2 . Выброс в атмосферу одной заправки R134a из автомобильного кондиционера (около 1000 г) соответствует выбросу 1300 кг CO_2 .

Переход с R12 на R134a возник вследствие интенсивного разрушения озонового слоя Земли.

Основная масса озона в атмосфере расположена в виде слоя - озоносферы - на высоте от 10 до 50 км с максимумом концентрации на высоте 20-25 км. Этот слой предохраняет живые организмы на Земле от вредного влияния коротковолновой ультрафиолетовой радиации Солнца.

Впервые механизм истощения защитного слоя Земли описали в 1974 г. американские учёные Калифорнского университета (США) Марио Молина и Шелвуд Роулэнд.

Они показали, что молекула оксида хлора и атом хлора - сильнейшие катализаторы, способствующие разрушению озона. Путь молекул хлора в стратосферу занимает один-два года. Достигают стратосферы только химически стабильные молекулы, которые не разрушаются под действием солнечных лучей, химических реакций и не растворяются в воде. Именно такими качествами обладают молекулы хлорфтор

углерода (ХФУ). Время их жизни - более ста лет. Молекулы ХФУ тяжелее воздуха, и их количество в стратосфере крайне мало: три-пять молекул ХФУ на 10 миллиардов молекул воздуха. Под действием ультрафиолетового излучения от молекул ХФУ отрывается атом хлора, а оставшийся радикал легко окисляется, давая молекулу оксида хлора и новый радикал. Атом хлора и молекула оксида хлора активно включаются в каталитический цикл разрушения озона. Одна молекула хлора, достигая стратосферы, способна разрушить от десяти до ста тысяч молекул озона.

В связи с углублением таких проблем, как разрушение озонового слоя, "парниковый эффект", выпадения кислотных дождей, загрязнения морских вод для принятия мер по устранению подобных проблем был принят Монреальский протокол от 29 июня 1990 года, который включает в себя правила ограничения применения разрушающих озоновый слой веществ.

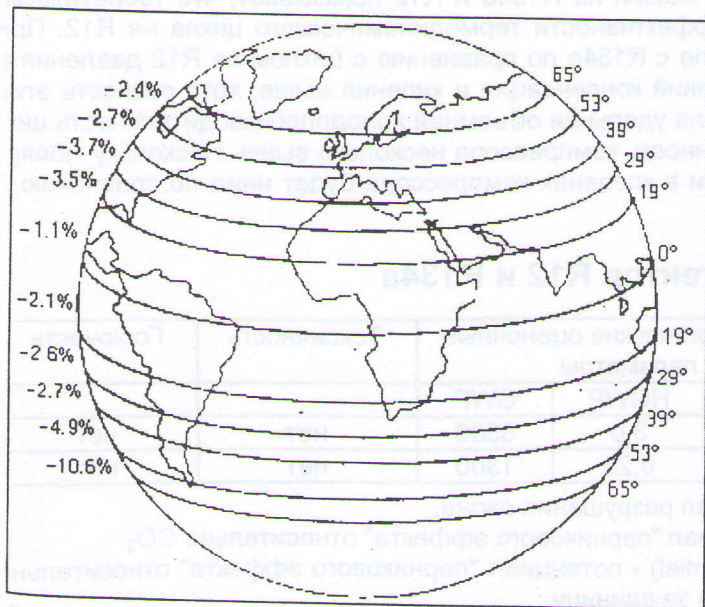


Рис. 3. Уменьшение озонового слоя.

Согласно Монреальскому протоколу, объектами по ограничению применения веществ, разрушающих озоновые слои, было принято 5 веществ фреонового ряда: R11, R12, R113, R114, R115.

Хотя по срокам с 1986 г. ограничение применения было определено в 1995 г.-50%, 1997 г.-85 %, 2000-100 до уровня, в последнее время США, ЕС и другие передовые страны резко ужесточили сроки реализации Монреальского протокола и выдвинули предложение по сокращению срока запрета с января 1994 г. до 85 %, а с января 1996 г. - полное запрещение производства и применения веществ, разрушающих озоновые слои.

Бывший СССР подписал Монреальский протокол, и в 1991 г. Россия, Украина и Белоруссия подтвердили свою преемственность этого решения.

С 1993 г. автомобильная промышленность развитых стран мира переходит на выпуск автомобильных кондиционеров, использующих в качестве хладагента R134a.

В настоящее время доля автомобилей с системами АК на R12 невелика (приблизительно четвертая часть) и продолжает неуклонно сокращаться.

В 2000 г. вступил в действие Монреальский договор о запрещении производства и применении озоно-разрушающих веществ, в нашем случае хладагента R12.

Как всегда Россия начинает выполнять этот договор с опозданием и многочисленными нарушениями. В начале весенне-летнего сезона 2003 г. в Москве можно было купить хладагент R12, правда его цена выросла в 4-5 раз по сравнению с 2001 г., что делает обслуживание автомобилей с годами выпуска до 1993 достаточно дорогим. Половина автосервисов, предоставляющих своим клиентам услуги по обслуживанию автомобильных кондиционеров, имеет оборудование без регенерации хладагентов R12 и R134a, что подразумевает их выброс в атмосферу, усугубляя и без того достаточно плохую экологию.

Правда достаточно многие автосервисы, начинающие работы по диагностике и заправке автомобильных кондиционеров отказываются от работы с хладагентом R12 и покупают оборудование, рассчитанное только на хладагент R134a. Хотелось бы отметить и все возрастающую долю оборудования с регенерацией хладагентов.

В силу этого, эксплуатация автомобилей (до 1993 г.) в части системы кондиционирования (напомним, что это довольно старые "авто", с медленно сгнивающей на наших дорогах системой кондиционирования) становится сложной и дорогой для автовладельцев.

В США, Канаде и ряде других стран такие автомобили переводят на озонобезопасный хладагент R134a, заменяя практически все элементы системы кондиционирования.

Но для России такой метод в силу дороговизны (1000 - 2000 \$) не подходит. Прогресс берет свое и автовладельцам, имеющим автомобили с "проблемной" системой кондиционирования на хладагенте R12, остается только посочувствовать.

Термодинамические характеристики холодильных агентов

Название	Химическая формула	Молярная масса М кг/кмоль	Нормальная температура кипения, °С	Критическая температура, °С	Критическое давление, МПа	Удельная теплота парообразования при 98 кПа, кДж/кг	Газовая постоянная, Дж/(кг К)	Показатель адиабаты
R12	CF ₂ Cl ₂	120,91	-29,74	112,00	4,119	166,0	68,76	1,140
R134a	CF ₃ CH ₂ F	102,03	-26,80	101,10	4,067	217,8	81,49	--

Сравнение эффективности циклов холодильных машин на R134a и R12 показывает, что теоретическая эффективность на R134a составляет 96-98% от эффективности термодинамического цикла на R12. При равных температурах кипения и конденсации в цикле с R134a по сравнению с циклом на R12 давления в испарителе и конденсаторе ниже, отношение давлений конденсации и кипения выше, хотя разность этих давлений меньше. При одинаковой регенерации тепла удельная объемная холодопроизводительность цикла на R134a будет ниже на 8-12%, а тепло-напряженность компрессора несколько выше. Поскольку молярная масса R134a меньше, то гидравлические потери в клапанах компрессора будут ниже по сравнению с R12.

Экологические характеристики хладагентов R12 и R134a

Хладагент		Температура кипения, С	Экологические оценочные параметры			Токсичность	Горючесть
Тип	Марка		ODP	HGWP	GWP		
CFC	R12	-29,8	1,0	3,0	8500	нет	нет
HFC	R134a	-26,5	0,0	0,28	1300	нет	нет

ODP (Ozon Depletion Potential) - потенциал разрушения озона.

GWP (Global Warming Potential) - потенциал "парникового эффекта" относительно CO₂.

HGWP (Halocarbon Global Warming Potential) - потенциал "парникового эффекта" относительно R11, для которого значение этого параметра принято за единицу.

Если вылить жидкий хладагент на любую поверхность, то он сразу же испарится, оставив после себя белое пятно-изморозь. Но если жидкий хладагент налить в пластмассовый прозрачный стакан, то испарение хладагента будет происходить гораздо медленнее. Нижняя часть стакана покроется изморозью, в жидкости будут выделяться пузырьки газа - все это напоминает поведение шампанского в бокале.

В таком виде жидкий хладагент используется для удаления масла с различных деталей (например в часовой промышленности).

Количество хладагента, циркулирующее в системе АК, варьируется от 500 г. до 2 кг. для разных моделей автомобилей.

КОМПРЕССОРНОЕ МАСЛО

Компрессорное масло применяется для смазки трущихся деталей компрессора с целью уменьшения трения, снижения износа сопрягаемых деталей и уплотнения зазоров. Кроме того масло отводит часть выделившейся в процессе трения теплоты и удаляет мелкие частицы, образовавшиеся в процессе трения сопрягаемых деталей. Циркулируя в системе кондиционирования масло смешивается с холодильным агентом. Масла, применяемые в системах кондиционирования, разделяют на две основные группы: минеральные и синтетические. Минеральные масла используют для работы с R12, а синтетические для использования с R134a. Синтетические масла имеют ряд преимуществ по сравнению с минеральными:

- лучшие смазывающие свойства;
- более высокую термическую стабильность;
- стабильность в смеси с холодильным агентом;
- более низкую температуру застывания;
- меньшую агрессивность к материалам.

Основной недостаток по сравнению с минеральными является относительно высокая стоимость. При смешивании этих масел образуется густая масса, приводящая к выходу из строя элементов системы АК, и в первую очередь компрессора.

Количество масла, которое циркулирует в системе кондиционирования зависит от типа компрессора, длины трубопроводов и других элементов.

Эта величина варьируется от 75 - 80 грамм в японских автомобилях до 300 - 400 грамм (например, в автомобилях фирмы BMW). Тип и количество указывается на наклейке, которая находится в моторном отсеке автомобиля. Вид наклейки приведен на рис. 17.

Тип и количество масла приведены также в технологической документации на автомобильные кондиционеры.

Распределение масла в элементах системы АК приведено ниже (на примере автомобиля SAAB 9000 1997 г.).

Количество, г

Компрессор	65	Испаритель	35	Резерв на утечку масла	14
Конденсатор	35	Ресивер-осушитель	35	Общее количество	210
Расширительный клапан	13	Система трубопроводов	13		

Поэтому при замене элементов системы АК необходимо добавлять строго определенное количество масла в соответствии с данными на конкретный автомобиль.

ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ В СИСТЕМАХ АК

Жесткие условия работы систем автомобильных кондиционеров создают предпосылки для образования химических процессов в маслофреоновых смесях, контактирующих с металлами в условиях повышенных температур и давлений. В результате химических процессов (коррозия металлических поверхностей, образование кислот и т. д.) снижаются эффективность работы автомобильных кондиционеров и их надежность и срок службы.

Вода в хладагентах и маслах. Вода, находясь в рабочей среде систем АК является одним из самых вредных веществ, затрудняющих эксплуатацию кондиционера.

Одна из причин попадания воды в систему-нарушение технологии сборки, заправки, ремонта и монтажа или сварки, а также наличие ее в хладагенте и масле. Наличие воды в хладагентах приводит к коррозии металлов. Продукты разложения металла засоряют фильтр, расширительный клапан а на теплообменных поверхностях образуется слой веществ, ухудшающий теплообмен (дополнительное термическое сопротивление).

В результате взаимодействия хладагента и масла при высоких температурах, создаваемых в компрессоре, образуется соляная кислота и происходит омеднение стальных поверхностей. Отложение медного слоя на стальных поверхностях компрессора приводит к уменьшению зазора в подшипниках и вызывает неплотности прилегания клапанных пластин к их седлам, что, в свою очередь, ухудшает систему смазки и ведет к пропуску пара через клапаны.

Неконденсируемые газы и другие примеси в системе. Неконденсируемые примеси (воздух и другие газы) приводят к повышению давления в системе АК и уменьшению холодопроизводительности. С повышением давления неконденсируемых газов в системе АК увеличивается нагрузка на компрессор и увеличивается вероятность возникновения аварийных ситуаций в процессе эксплуатации.

Допускаемое количество неконденсируемых газов в системе АК не должно превышать 0,7 % (по объему) при заправке его R12.

Одна из основных причин попадания неконденсируемых газов в систему АК несовершенство технологического процесса изготовления, монтажа и ремонта. Удаление неконденсируемых газов из системы АК осуществляют двух- или трехступенчатым вакуумированием.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА

Система автомобильного кондиционера включает в себя:

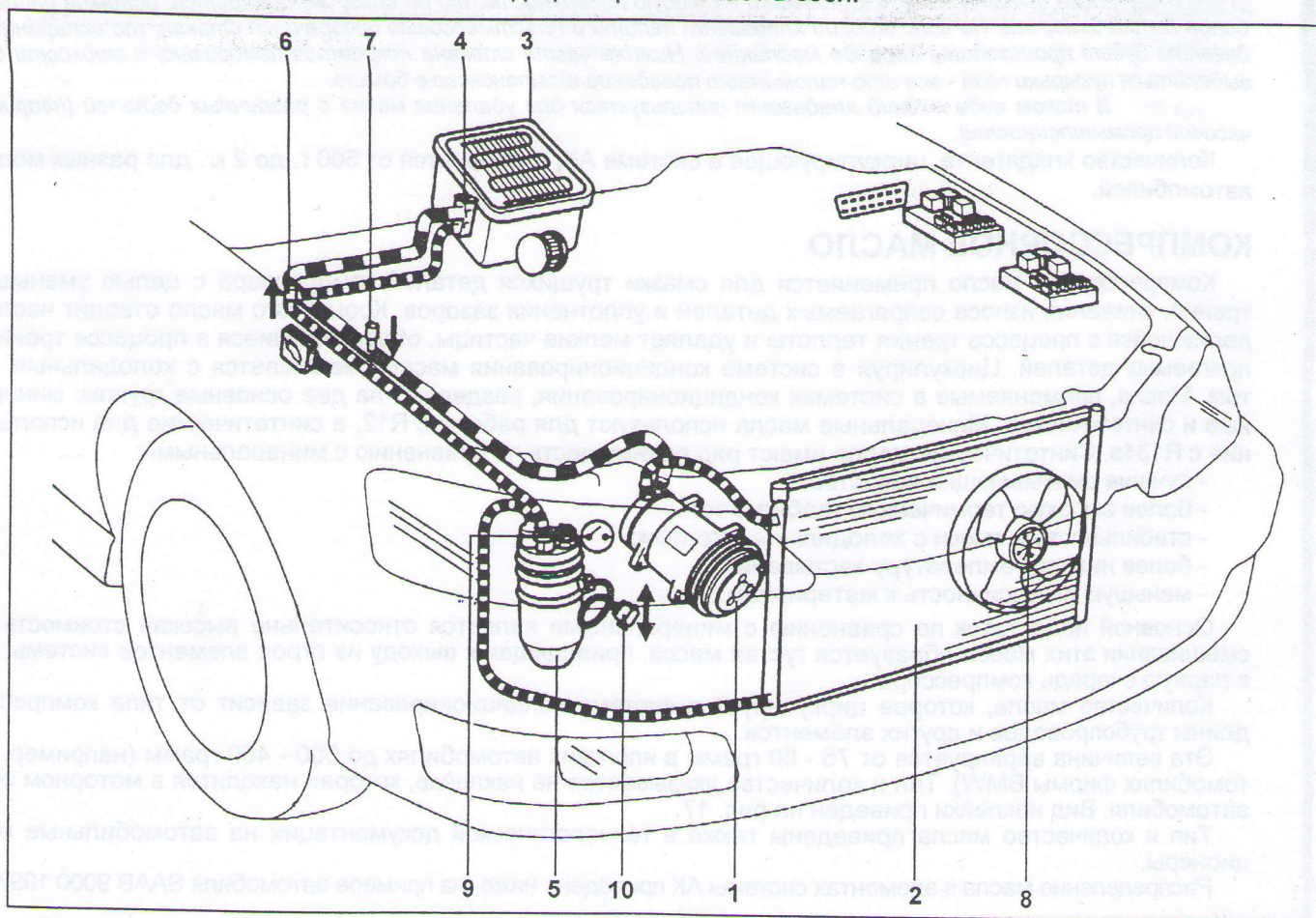


Рис. 4. Составные части автомобильного кондиционера.

- 1 - Компрессор с электромагнитной муфтой,
- 2 - Конденсатор,
- 3 - Испаритель,
- 4 - Расширительный клапан или расширительная трубка,
- 5 - Ресивер-осушитель или аккумулятор,
- 6, 7 - Трубопроводы с фитингами и сервисными штуцерами,
- 8 - Вентилятор охлаждения,
- 9, 10 - Элементы автоматики: датчики и предохранительные устройства.

КОМПРЕССОР

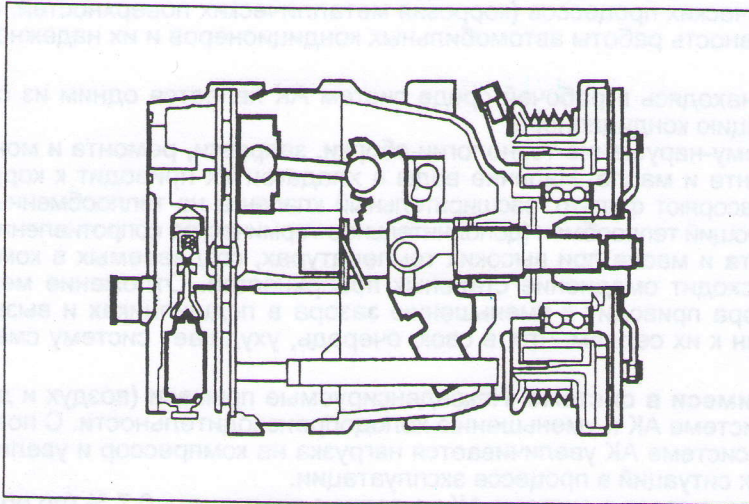


Рис. 5. Вид аксиально-поршневого компрессора в разрезе.

Компрессор является главным элементом системы кондиционирования и служит для сжатия газообразного хладагента низкого давления и обеспечения циркуляции хладагента в системе (жидкий хладагент выведет строя компрессор, поэтому в системе АК существуют элементы, препятствующие попаданию жидкого хладагента в компрессор). Имеются более 40 различных типов компрессоров, которые используются сегодня, но наибольшее распространение получили поршневые и роторно-лопастные. Привод компрессора осуществляется приводным ремнем двигателя автомобиля через электромагнитную муфту. Компрессор "отбирает" от двигателя от 1,5 до 5 л.с. мощности.

Смазка трущихся частей компрессора осуществляется специальным компрессорным маслом, которое растворено в хладагенте.

КОНДЕНСАТОР

Конденсатор воздушного охлаждения - важнейший элемент системы АК, который служит для отвода теплоты конденсации холодильного агента в окружающую среду. Эффективность работы всей системы зачастую определяется эффективностью теплообмена конденсатора, что так же может сказаться на работе и продолжительности срока службы таких основных и дорогостоящих элементов системы АК как компрессор. В системе кондиционирования применяют конденсаторы с конвективным воздушным охлаждением или с принудительным движением воздушного потока. Для увеличения эффективности и теплосъема конденсаторы изготавливают в виде змеевика с дополнительным пластинчатым оребрением.

На протяжении семидесятых конденсаторы изготавливали из медных трубок круглого сечения с алюминиевым оребрением. Одновременно велись исследования по улучшению охлаждающей способности конденсаторов отнесенных к площади поверхности конденсатора. В результате этих исследований был разработан конденсатор подобный испарителю. Современный алюминиевый серпантинный конденсатор имеет площадь на 70% больше чем его предшественники и является 50% легче при таких же характеристиках. По конструкции конденсаторы воздушного охлаждения применяемые в системе АК можно классифицировать по трем группам:

1. Ребристо-трубчатые с пластинчатыми ребрами;
2. Серпантинно-ребристые;
3. Многоходовые (используемые в настоящее время).

В последнее время все большей популярностью пользуются так называемые универсальные конденсаторы, имеющие несколько наиболее распространенных типоразмеров и позволяющие установить конденсатор на штатное место практически в любой автомобиль (стоимость таких конденсаторов составляет 10-20% от стоимости оригинальных заводских). Кроме того, большая часть этих конденсаторов выполнена из латуни, материала обладающего лучшими антикоррозионными свойствами чем алюминий.

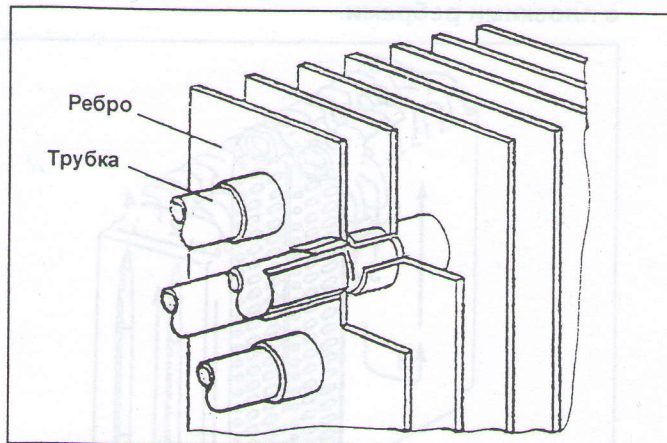
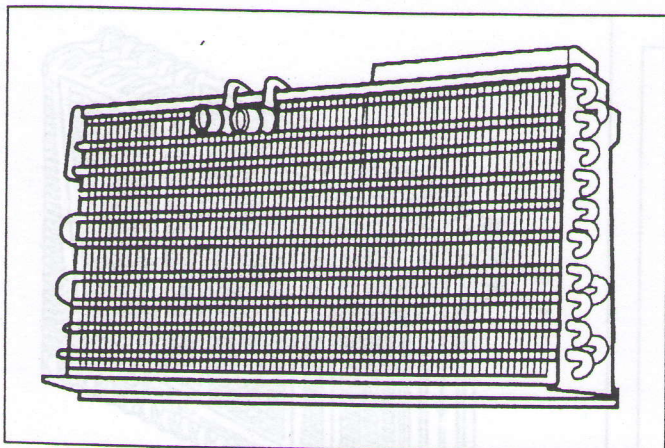


Рис. 6.1. Конденсатор ребристо-трубчатый с пластинчатыми ребрами.

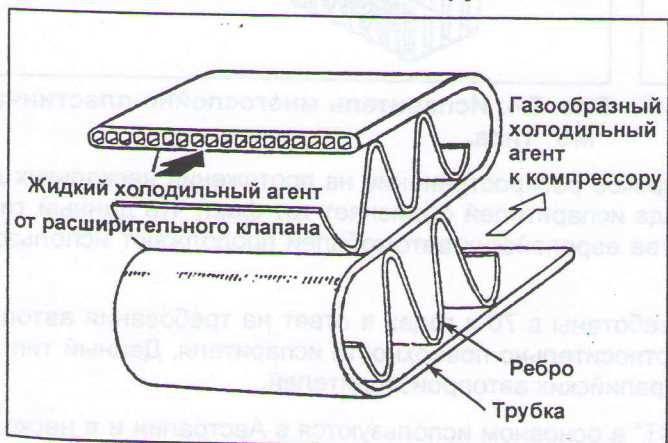


Рис. 6.2. Конденсатор серпантинно-ребристый.

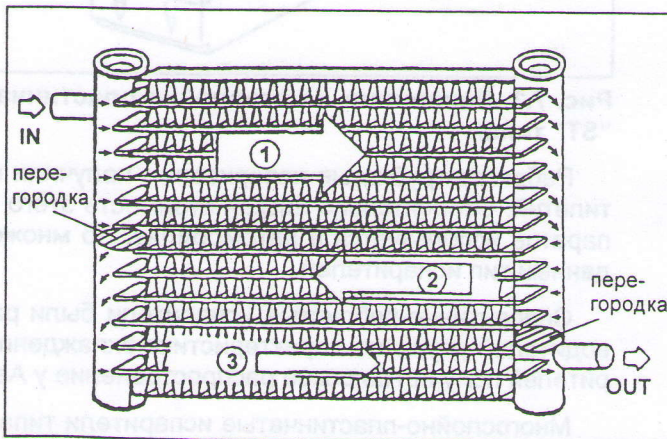


Рис. 6.3. Конденсатор многоходовой.

ИСПАРИТЕЛЬ

Испаритель - это теплообменный аппарат, предназначенный для передачи теплоты от салона автомобиля кипящему холодильному агенту, тем самым испаритель поглощает выделяющуюся теплоту из охлаждаемого пространства. Испарители изготавливают из алюминия из-за его физических характеристик, веса и

прочности а так же, не высокой стоимости по сравнению с другими материалами. Испарители делятся на аппараты с естественным конвективным теплообменом и с принудительным конвективным теплообменом. По конструкции испарители используемые в системах АК можно разделить на четыре основные группы:

1. Ребристо-трубчатые с плоскими ребрами;
2. Серпантинно-ребристые;
3. Многослойно-пластинчатые "ST" типа;
4. Многослойно-пластинчатые "MS" типа.

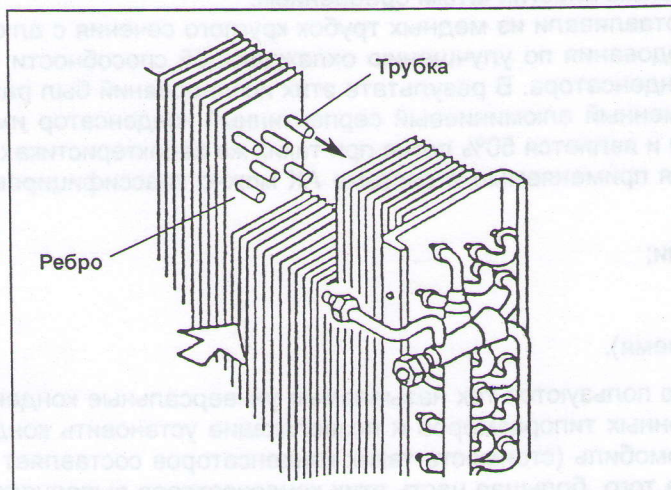


Рис. 7.1. Испаритель ребристо-трубчатый с плоскими ребрами.

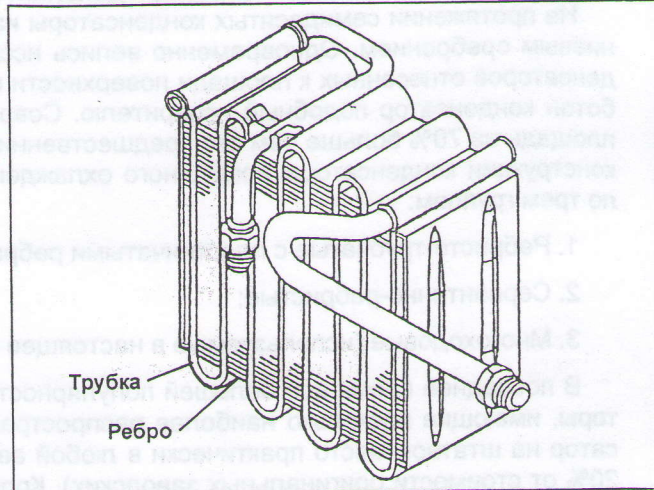


Рис. 7.2. Испаритель серпантинно-ребристый.

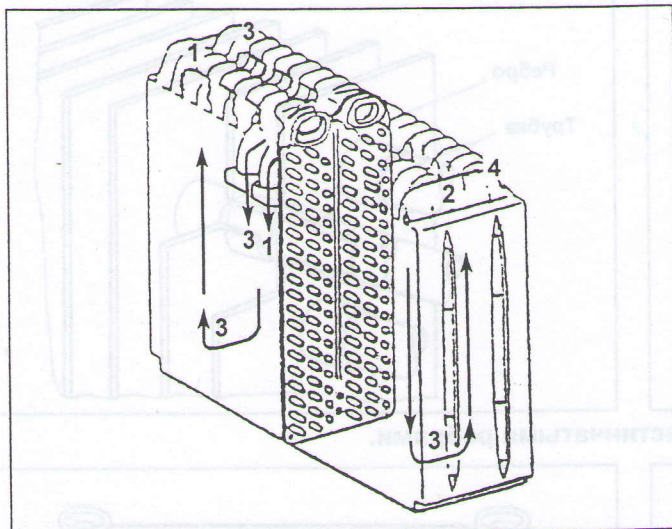


Рис. 7.3. Испаритель многослойно-пластинчатый "ST" типа.

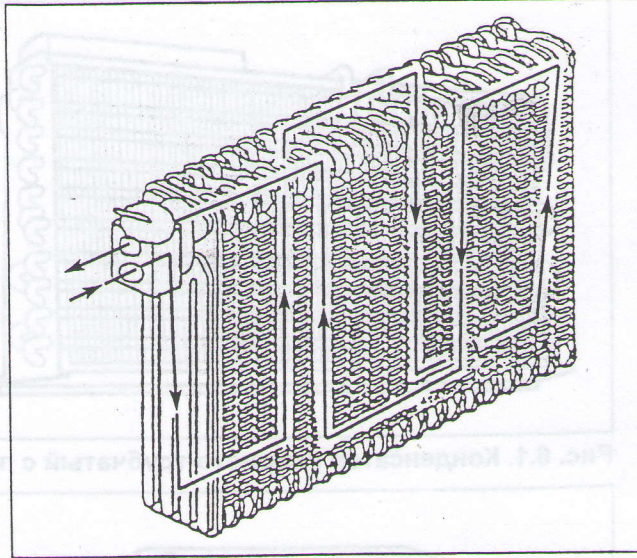


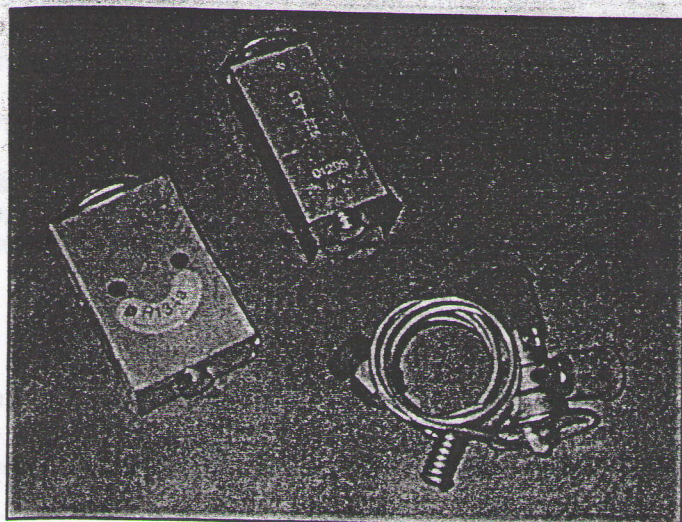
Рис. 7.4. Испаритель многослойно-пластинчатый "MS" типа.

Ребристо-трубчатые испарители - получили широкое распространение на протяжении нескольких десятилетий. Относительно низкая стоимость этого вида испарителей объясняет тот факт, что данный тип паратов используется в автомобилях. Во множестве европейских автомобилей продолжают использовать данный тип испарителей.

Серпантинно-ребристые испарители были разработаны в 70-х годах в ответ на требования автопроизводителей улучшить характеристики охлаждения относительно поверхности испарителя. Данный тип испарителей получил широкое распространение у Австралийских автопроизводителей.

Многослойно-пластинчатые испарители типа "ST" в основном используются в Австралии и в нескольких странах Юго-Восточной Азии за пределами Японии.

Многослойно-пластинчатые испарители типа "MS" - это испарители нового поколения более эффективный чем его предшественники. Этот тип аппарата получит широкое распространение через два или три года, ввиду его более высоких теплофизических характеристик и меньшего количества материала необходимого для производства.



этом случае кондиционер становится опасным для человека. Для устранения плесени, микробов и грибов испаритель следует очищать с помощью специальных составов. Очищающие составы упакованы в аэрозольные баллончики. Для удобства работы в труднодоступных местах баллончики имеют достаточно длинную и гибкую трубку.

РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН

Расширительный клапан - устройство для регулирования количества хладагента, поступающего в испаритель (его ещё называют терморегулирующий вентиль). Внешний вид расширительного клапана показан на рис. 8.2.

Расширительный клапан является дросселем переменного сечения. Расширительный клапан устанавливается на испарителе (чаще в салоне, реже в моторном отсеке) на входной трубке испарителя.

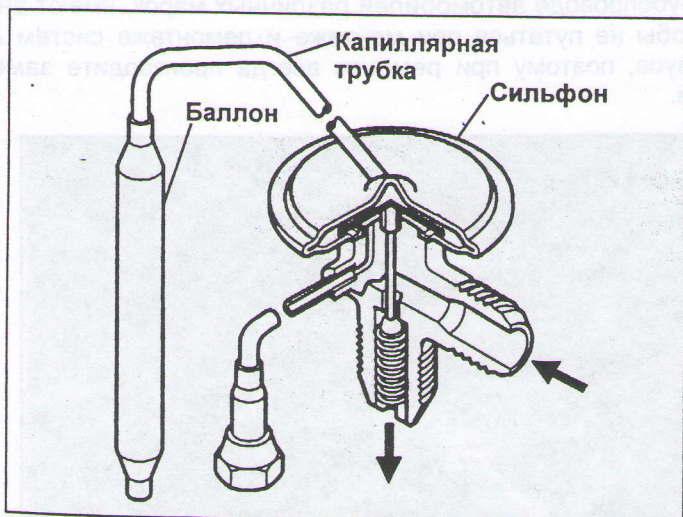


Рис. 8.1. Расширительный клапан.

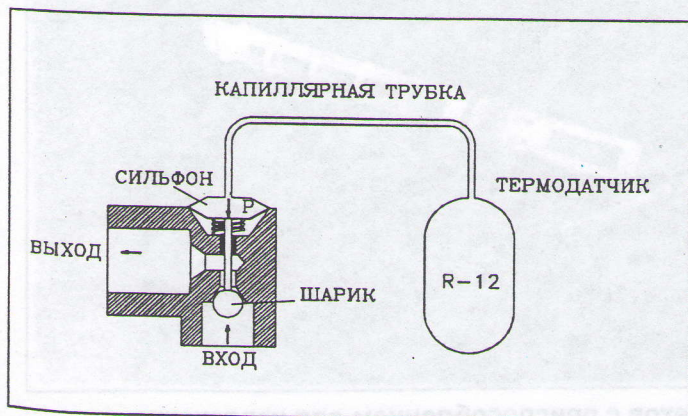


Рис. 9. Устройство расширительного клапана.

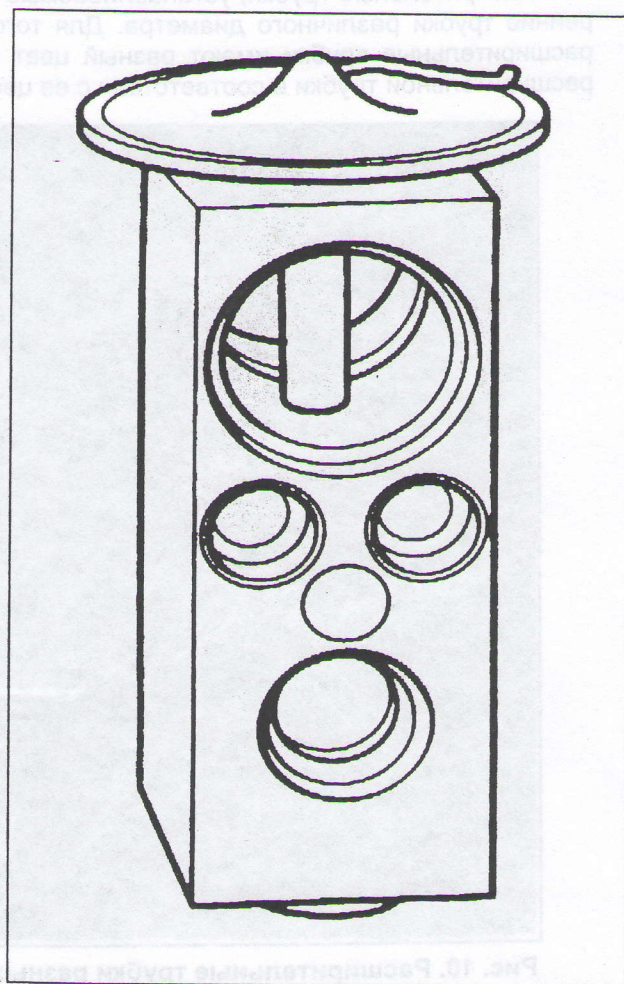


Рис. 8.2. Внешний вид расширительного клапана.

Температура поверхности испарителя должна быть близка к температуре замерзания воды, но не ниже ее, иначе на испарителе будет образовываться лед, что затруднит движение воздуха и передачу тепла хладагенту (обычно температура поверхности испарителя находится в пределах от 2 до 8 градусов по шкале Цельсия).

Контроль за температурой осуществляется либо с помощью баллончика термодатчика, который установлен на выходной трубке испарителя, либо с помощью термореле или датчиков давления, которые отключают электромагнитную муфту компрессора.

Испаритель закрыт герметичным кожухом, внутреннее пространство которого имеет повышенную влажность, поэтому при определенных условиях на испарителе могут развиваться микробы и грибки. В

Демонтаж расширительного клапана связан со значительными сложностями вследствие разборки части салона.

Баллон термодатчика находится в термодатчике с трубкой, выходящей из испарителя. Внутри баллона, капиллярной трубки и сильфона находится газ холодильного агента R12.

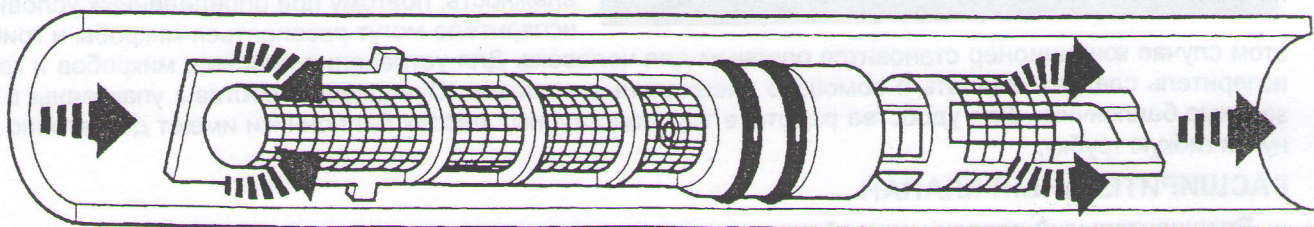
При повышении температуры выходной трубки испарителя давление хладагента R12 в термодатчике увеличивается и сильфон растягивается.

Дно сильфона через тягу давит на шарик (или иглу), который перемещаясь увеличивает поток хладагента, проходящего через расширительный клапан, вызывая понижение температуры выходной трубки и испарителя. Давления хладагента R12 в термодатчике уменьшается, сильфон сжимается - шарик перекрывает дроссель, вызывая уменьшение потока хладагента.

РАСШИРИТЕЛЬНАЯ ТРУБКА

Расширительная трубка служит дросселем постоянного сечения, разность давления конденсации и кипения хладагента создаётся за счёт гидравлического сопротивления по всей длине.

Конструктивно состоит из корпуса, на котором находятся резиновые кольца, сетчатый фильтр и трубка



постоянного диаметра. Размеры расширительной трубки, а также её пропускная способность обеспечивают расчётный режим прохождения хладагента в количестве равном массовой производительности компрессора системы АК. Устанавливается внутри трубопровода до испарителя (чаще в моторном отсеке).

Расширительные трубки, устанавливаемые в трубопроводе автомобилей различных марок, имеют внутреннее отверстие различного диаметра. Для того чтобы не путаться при монтаже и демонтаже систем АК расширительные трубки имеют разный цвет корпуса, поэтому при ремонте всегда производите замену расширительной трубки в соответствии с её цветом.

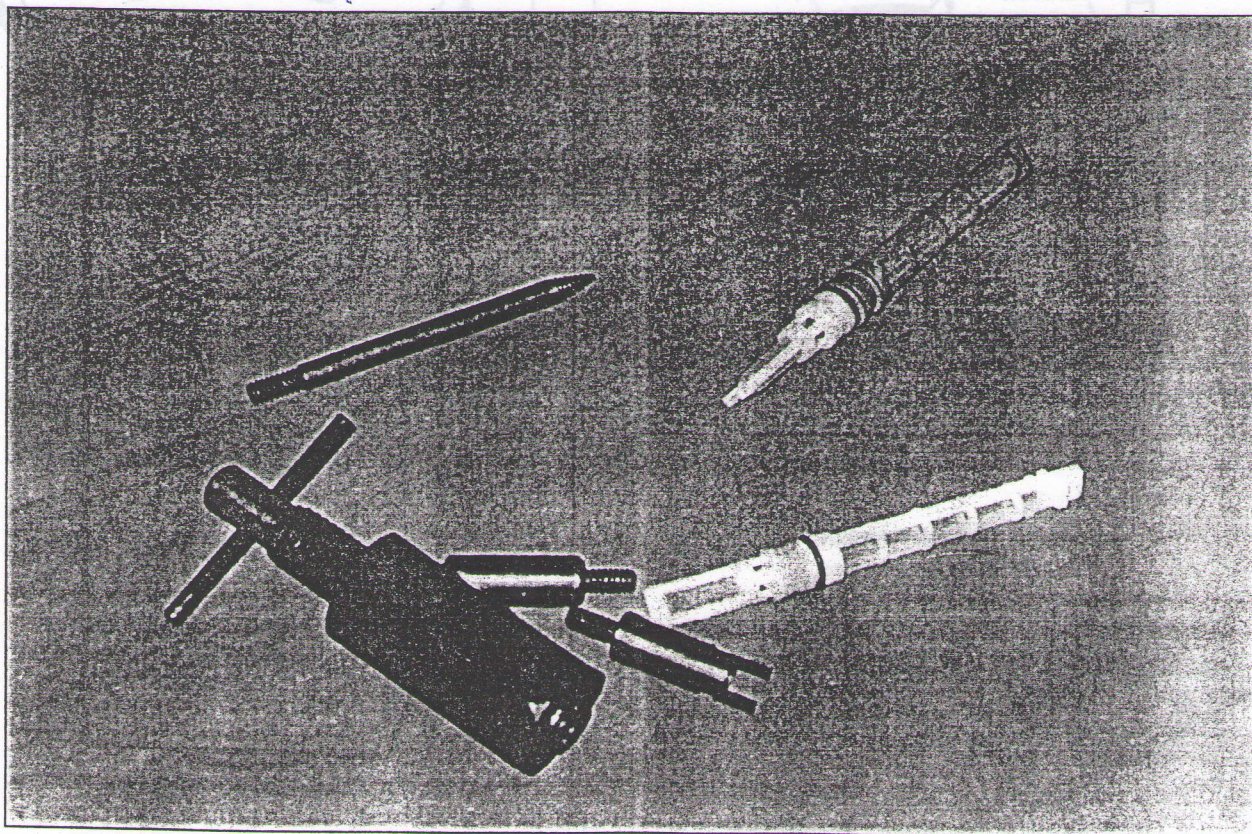


Рис. 10. Расширительные трубки разных цветов с приспособлением для извлечения их из трубопровода.

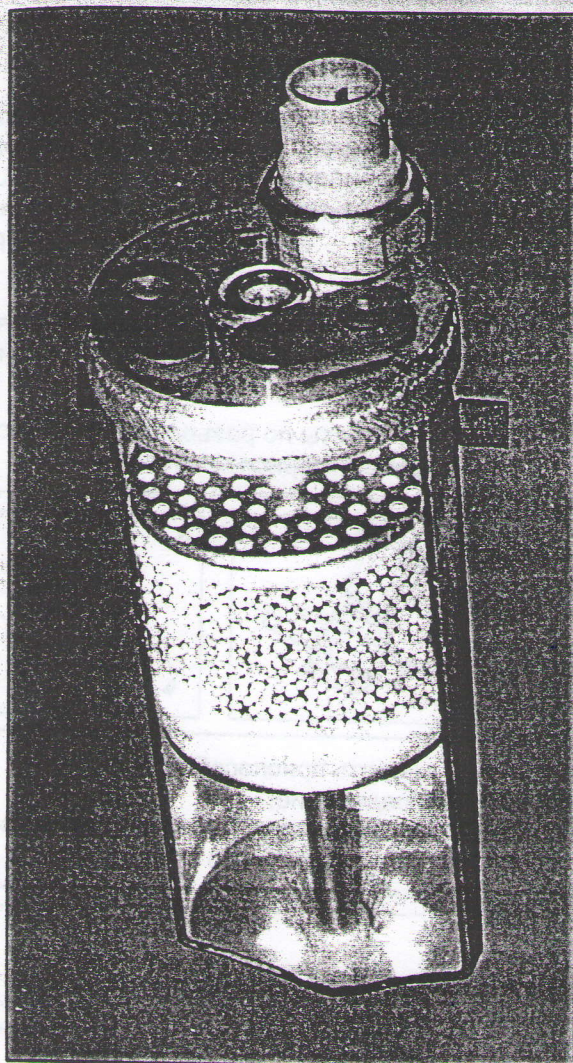


Рис. 11.1. Ресивер осушитель.

РЕСИВЕР - ОСУШИТЕЛЬ

Ресивер-осушитель - это устройство, служащее для поглощения влаги из хладагента и предохранения расширительного клапана от замерзания в нём воды, хранения части холодильного агента, фильтрацию его от мелких примесей. В ресивер-осушитель встраивают смотровое окно для контроля за количеством хладагента. Ресивер-осушитель устанавливается на трубопроводе после конденсатора перед испарителем.

На корпусе ресивера-осушителя могут устанавливаться датчики давления.

Внутри корпуса ресивера-осушителя находится ёмкость с адсорбентом - веществом, очищающим хладагент от влаги и кислот.

Адсорбенты имеют пористую кристаллическую структуру, мельчайшие поры соединены узкими каналами. Благодаря такой структуре возникает избирательная адсорбция, т.е. в полость пор проникают лишь те молекулы, размер которых меньше диаметра каналов. Поэтому вся активная поверхность и объём пор используются для удержания молекул воды и не засоряются прочими веществами с более крупными молекулами (в частности, фреоном и маслом).

В качестве адсорбентов используют силикагель, активную окись алюминия, цеолиты NaA, NaAm. В системах с хладагентом R134a в качестве осушителя используют цеолит ХН-9.

На некоторых моделях ресиверов-осушителей может находиться предохранительный клапан с легкоплавкой вставкой. При повышении температуры ресивера до 90-100° С вставка плавится и весь хладагент выпускается в атмосферу.

АККУМУЛЯТОР

Аккумулятор-устройство сходное по внешнему виду с ресивером-осушителем, но в отличие от последнего устанавливается после испарителя и служит для защиты от попадания в компрессор жидкого хладагента, предотвращая гидроудар.

Аккумулятор выполняет роль теплообменника, в котором происходит доиспарение жидкого хладагента. Аккумулятор выполняет ещё и дополнительные функции - осушение и фильтрацию хладагента.

На корпусе аккумулятора могут устанавливаться датчики давления (низкого).

Фирмы-производители элементов системы кондиционирования рекомендуют производить замену ресивера-осушителя и аккумулятора через 70.000 миль пробега или через 5-6 лет эксплуатации.

ДЕМПФЕР (РЕЗОНАТОР)

Иногда на трубопроводе системы АК устанавливаются демпферы или по другому резонаторы (глушители). Они могут находиться на как нагнетающей, так и на всасывающей сторонах, обычно вблизи компрессора.

Предназначены для снижения резонансных явлений, вызывающих вибрации элементов системы АК.

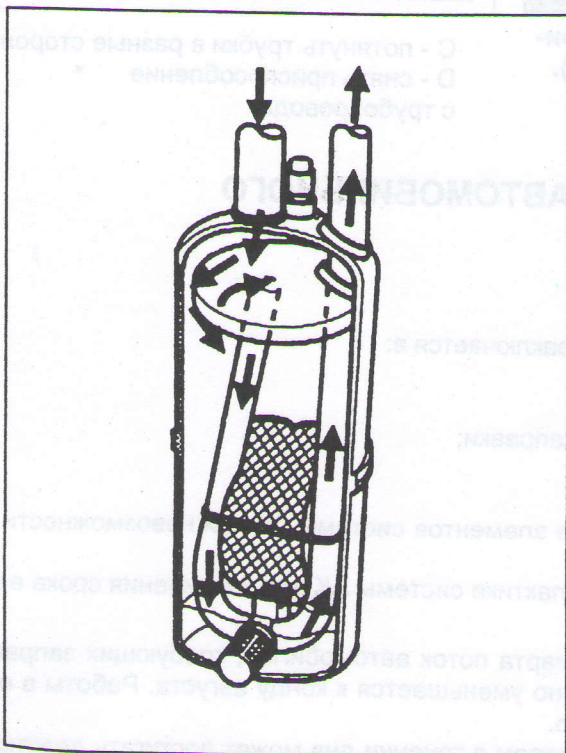


Рис. 11.2. Аккумулятор.

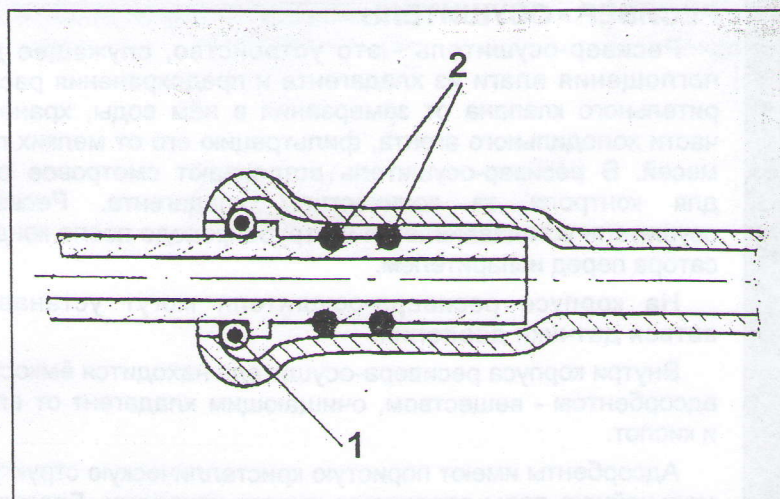


Рис. 12.1. Схема соединения трубопроводов.

- 1 - пружина,
2 - уплотнительные колечки.

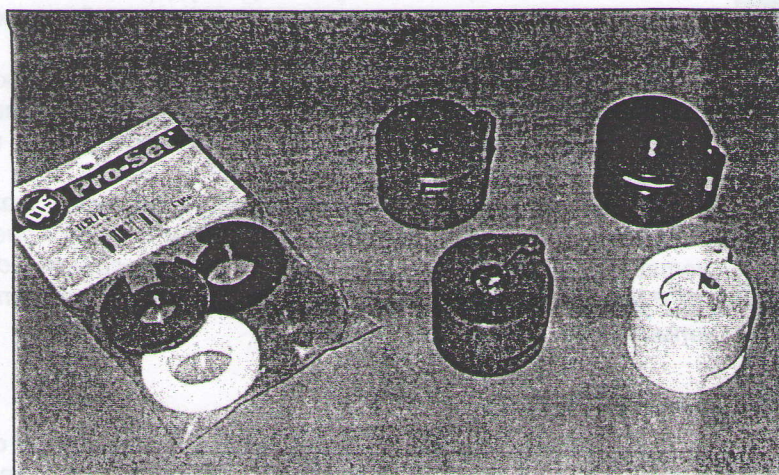


Рис. 12.2. Специальные муфты для трубопроводов, применяемых на некоторых автомобилях ("американцах").

СИСТЕМА ТРУБОПРОВОДОВ С СОЕДИНИТЕЛЯМИ

Некоторые американские автомобили (FORD), а также системы кондиционирования автомобилей моделей VOLVO, HYUNDAI имеют специальные конструкции соединения трубопроводов, смотрите рис.12.

Для разъединения этого соединения необходимо наличие специального приспособления.

Порядок работы по разъединению трубопроводов этим приспособлением:



A - надеть приспособление на соединение;

B - закрыть приспособление и сдвинуть его по направлению стрелки;

C - потянуть трубки в разные стороны;

D - снять приспособление с трубопровода.

РАБОТЫ ПО ДИАГНОСТИКЕ И ЗАПРАВКЕ АВТОМОБИЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА (АК)

Введение

Работа мастера по диагностике и заправке системы АК заключается в:

- диагностике системы АК;
- заправке хладагентом системы АК;
- контроле работы системы АК после диагностики и заправки;
- определении неисправности в работе системы АК;
- замене неисправных элементов системы АК;
- выработке рекомендации автовладельцу по замене элементов системы АК при невозможности самостоятельной замены;
- выработке рекомендации автовладельцу по профилактике системы АК для увеличения срока ее работы.

Работа носит сезонный характер — начиная с конца марта поток автомобилей, требующих заправки резко увеличивается, достигая пика в июне и затем плавно уменьшается к концу августа. Работы в остальное время года носят в основном эпизодический характер.

Количество автомобилей, обслуживаемых одним мастером в течении дня может достигать десятка и более, поэтому все работы надо производить быстро (вплоть до автоматизма), но качественно, постоянно контролируя свои действия.