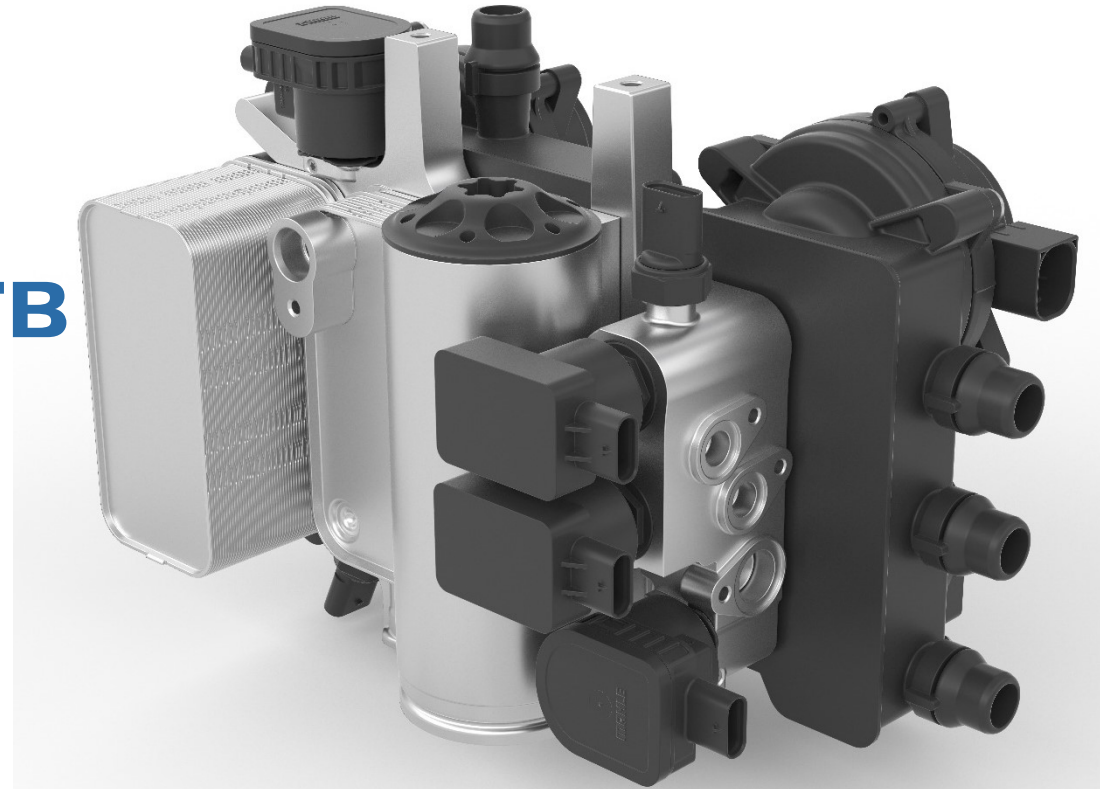


Электронные системы наземных транспортно- технологических средств

Лекция 11 Электронные системы повышения комфорта

Автор:

Пузаков Андрей Владимирович, канд. техн. наук,
доцент кафедры технической эксплуатации и
ремонта автомобилей



План лекции:

1. Управление микроклиматом
2. Хладагенты кондиционера
3. Принцип работы кондиционера
4. Компрессоры климатической установки
5. Компоненты кондиционера
6. РТС-нагреватели
7. Тепловой насос
8. Датчики системы климат-контроля
9. Исполнительные устройства климатических систем
10. Заключение
11. Вопросы для самоконтроля
12. Литература

Цель лекции: изучение принципов построения систем отопления, кондиционирования и вентиляции; устройства и принципа работы кондиционера; устройства и принципа работы компрессоров климатических установок; принципа построения климатических установок электромобилей; устройства и принципа действия датчиков климатических установок автомобилей и электромобилей.

В результате изучения лекции обучающийся должен:

знать:

- принципы построения систем отопления, кондиционирования и вентиляции;
- устройство и принцип работы кондиционера;
- устройство и принцип работы компрессоров климатических установок;
- принцип построения климатических установок электромобилей;
- устройства и принципа действия датчиков климатических установок автомобилей и электромобилей;

уметь:

- читать схемы систем отопления, кондиционирования и вентиляции.

Термины и определения

Отопление: регулируемое повышение и поддержание на заданном уровне температуры в обитаемом помещении ТС.

Вентиляция: регулируемое обеспечение воздухообмена в обитаемом помещении ТС.

Кондиционирование: обеспечение регулируемого снижения температуры воздуха в обитаемом помещении ТС до температуры внешней среды и ниже и ее поддержание на заданном уровне при температурах внешней среды 17 °С и выше.

Климатическая установка: узел (блок), в котором конструктивно совмещены устройства, предназначенные для нагрева и охлаждения воздуха, а также его принудительного перемещения.

Система нормализации микроклимата: совокупность систем отопления, вентиляции и кондиционирования (при ее наличии в конструкции ТС).

Система климат-контроля: система нормализации микроклимата с устройствами для поддержания заданных тепловых условий в обитаемом помещении в **автоматическом режиме**.

Обитаемое помещение транспортного средства: внутренняя часть ТС, используемая для размещения водителя (экипажа, лиц, сопровождающих груз и т.п) и пассажиров.

ГОСТ 30593-2015 Автомобильные транспортные средства. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ. Требования к эффективности и безопасности

Управление микроклиматом

Современные автомобили оснащаются системой **климат-контроля**. Данная система предназначена для создания и автоматического поддержания микроклимата в салоне автомобиля. Система обеспечивает совместную работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования за счет электронного управления.

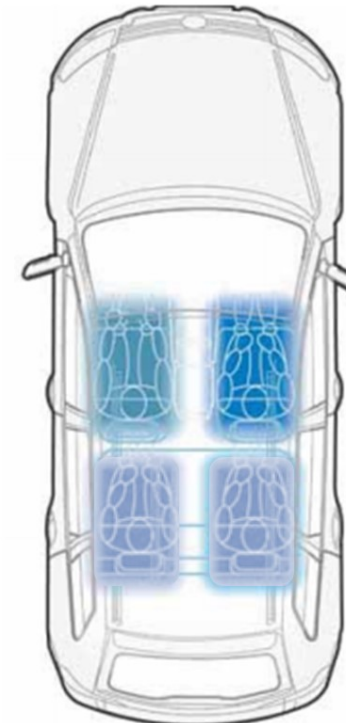
Применение электроники позволило добиться зонального регулирования климата в салоне автомобиля. В зависимости от числа температурных зон различают следующие системы климат-контроля: **однозонный**, **двухзонный**, **трёхзонный** и **четырёхзонный**.

Система климат-контроля объединяет **климатическую установку** и систему управления.

Климатическая установка, в свою очередь, включает конструктивные элементы систем отопления, вентиляции и кондиционирования (англ. *Heat, Ventilation and Air Conditioning, HVAC*), в том числе радиатор отопителя, вентилятор приточного воздуха и кондиционер, состоящий из испарителя, компрессора, конденсатора и ресивера.



Двухзонный
климат-контроль



Трёхзонный
климат-контроль



Четырёхзонный
климат-контроль

Хладагенты кондиционера

Принцип действия кондиционера основывается на поглощении или передаче так называемым **хладагентом** (как любым химическим элементом) энергии при изменении его агрегатного состояния (твердое, жидкое, газообразное).

При переходе из **жидкого** в **газообразное** состояние хладагенту необходима энергия, которую он поглощает в форме тепла из окружающего воздуха. И наоборот, при переходе из газообразного в жидкое состояние хладагент отдает тепло.

В качестве хладагента должно использоваться вещество, обладающее максимально низкой точкой кипения (жидкое **»** газообразное). Точку кипения можно сместить путем воздействия давлением; при этом также происходит нагрев.

Наряду с до сих пор применяемыми хладагентами **R12** (дихлордифторметан), **R134a** (тетрафторэтан) и **R1234yf** (тетрафторпропан) в автомобилях освоили применение хладагента **R744** (углерод).

С 1 января 2017 года ни один автомобиль в Евросоюзе не допускается к эксплуатации, если применяется хладагент со значением $GWP > 150$. Поэтому в этих странах запрещено применять, например, хладагент R134a.

По этой причине на автомобилях с 2016 года серийно применяется хладагент R1234yf. С постановкой на производство новых автомобилей углекислый газ предлагается как альтернативный хладагент.

Хладагенты кондиционера

Хладагент	R12 (фреон)	R134a (фторуглеводород)	R1234yf (фторуглеводород)	R744 (CO ₂)
Разрушение озонового слоя	Да	Нет	Нет	Нет
Парниковый эффект (GWP)	Почти в 10 000 раз выше, чем у CO ₂	Почти в 1400 раз выше, чем у CO ₂	Почти в 4 раза выше, чем у CO ₂	1
Применение в автомобилях	До 1992 года	С 1991 года	С 2016 года	С 2017 года
Тип хладагента	Синтетический	Синтетический	Синтетический	Природный
Горючий	Нет	Нет	Да	Нет
Давление	< 30 бар	< 30 бар	< 30 бар	< 140 бар

Хладагенты кондиционера

CO_2 – бесцветный, негорючий газ, химически неактивный в соединении с другими элементами. Углекислый газ тяжелее воздуха. Это одно из веществ, имеющих в природе, доступное при небольших затратах.

Углекислый газ может находиться в *твёрдом*, *жидком*, *газообразном* или *сверхкритическом* состоянии, однако в автомобильной климатической установке присутствуют только газообразное, жидкое и сверхкритическое состояния.

Климатические установки с CO_2 работают с давлением почти в 10 раз более высоким, чем климатические установки с хладагентами, применяемыми до сих пор.

Система кондиционирования должна быть более герметичной, т. к. молекулы CO_2 меньше, чем молекулы хладагентов, применяемых до сих пор.

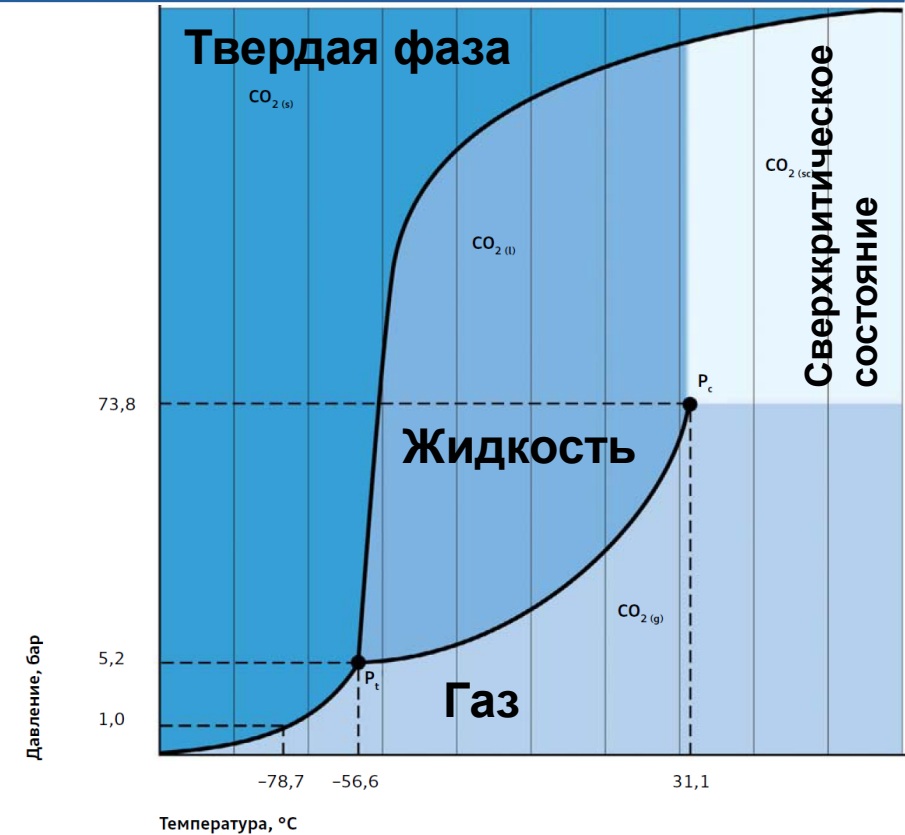
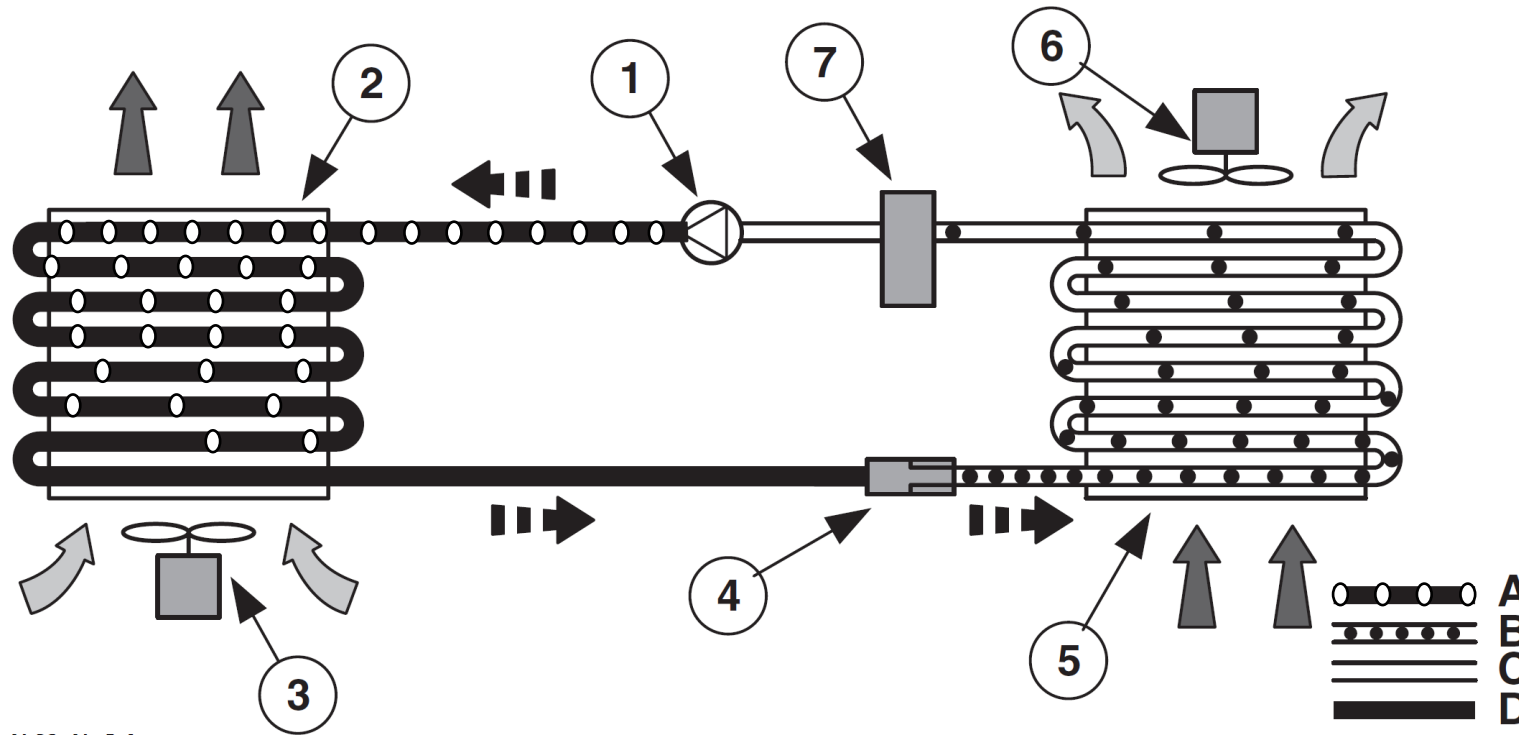


Схема циркуляции хладагента



1 – Компрессор; **2** – Конденсатор; **3** – Вентилятор двигателя;
4 – Расширительный дроссель; **5** – Испаритель; **6** – Вентилятор
 отопителя; **7** – Осушитель; **A** – Высокое давление, газообразный
 горячий; **D** – Высокое давление, жидкий теплый; **B** – Низкое
 давление, жидкий холодный; **C** – Низкое давление, газообразный
 холодный

Схема циркуляции хладагента



Принцип работы кондиционера

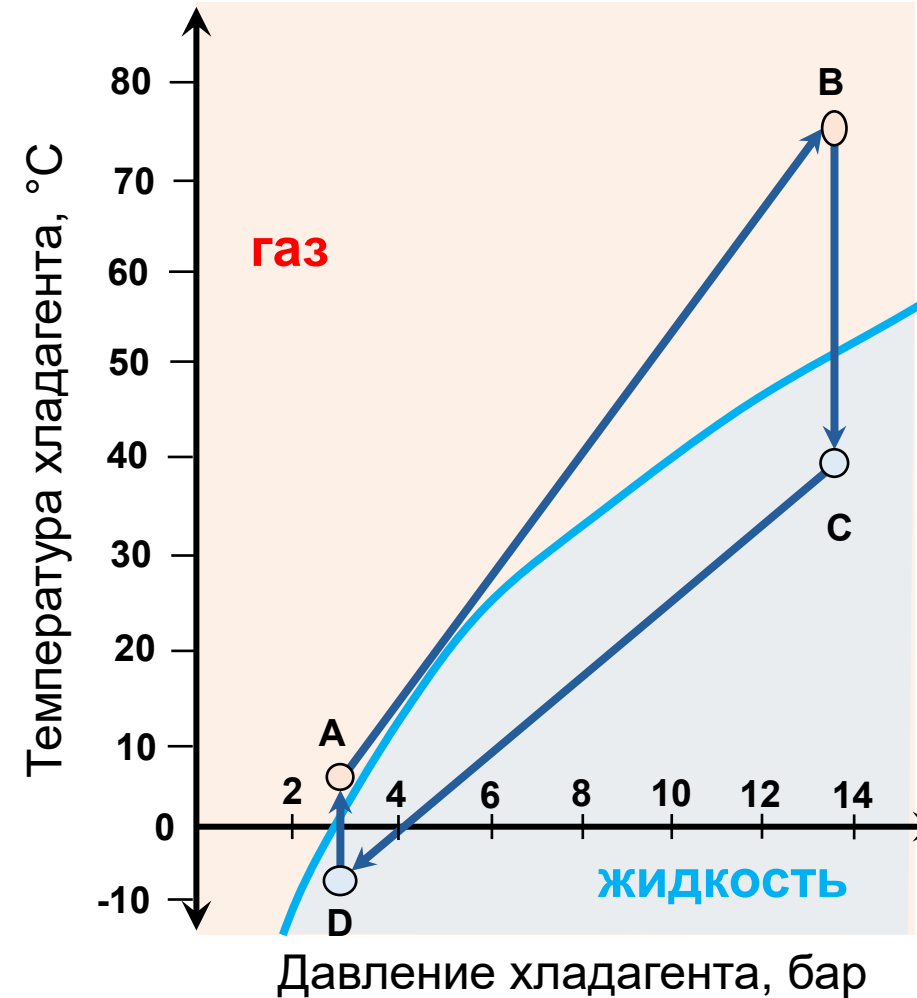
Компрессор, приводимый в движение двигателем посредством электромагнитной муфты, всасывает газообразный хладагент **A** и сжимает его (14 бар).

Температура находящегося под давлением пара хладагента повышается в этом прилб. на 70°C (точка **B**.) Посредством **конденсора** он может отдавать эту температуру окружающему воздуху.

При охлаждении находящийся под давлением хладагент переходит в жидкое состояние **C**, поскольку точка кипения при давлении 14 бар составляет прилб. 55°C .

Через **расширительный дроссель** хладагент из зоны высокого давления может попасть в зону низкого давления **D**.

В **испарителе** он поглощает тепло окружающего воздуха, вследствие чего наружный воздух, нагнетаемый вентилятором и проходящий мимо охлаждающих ребер испарителя, охлаждается. При этом точка кипения в результате снижения давления опускается и жидкий хладагент переходит в газообразное состояние

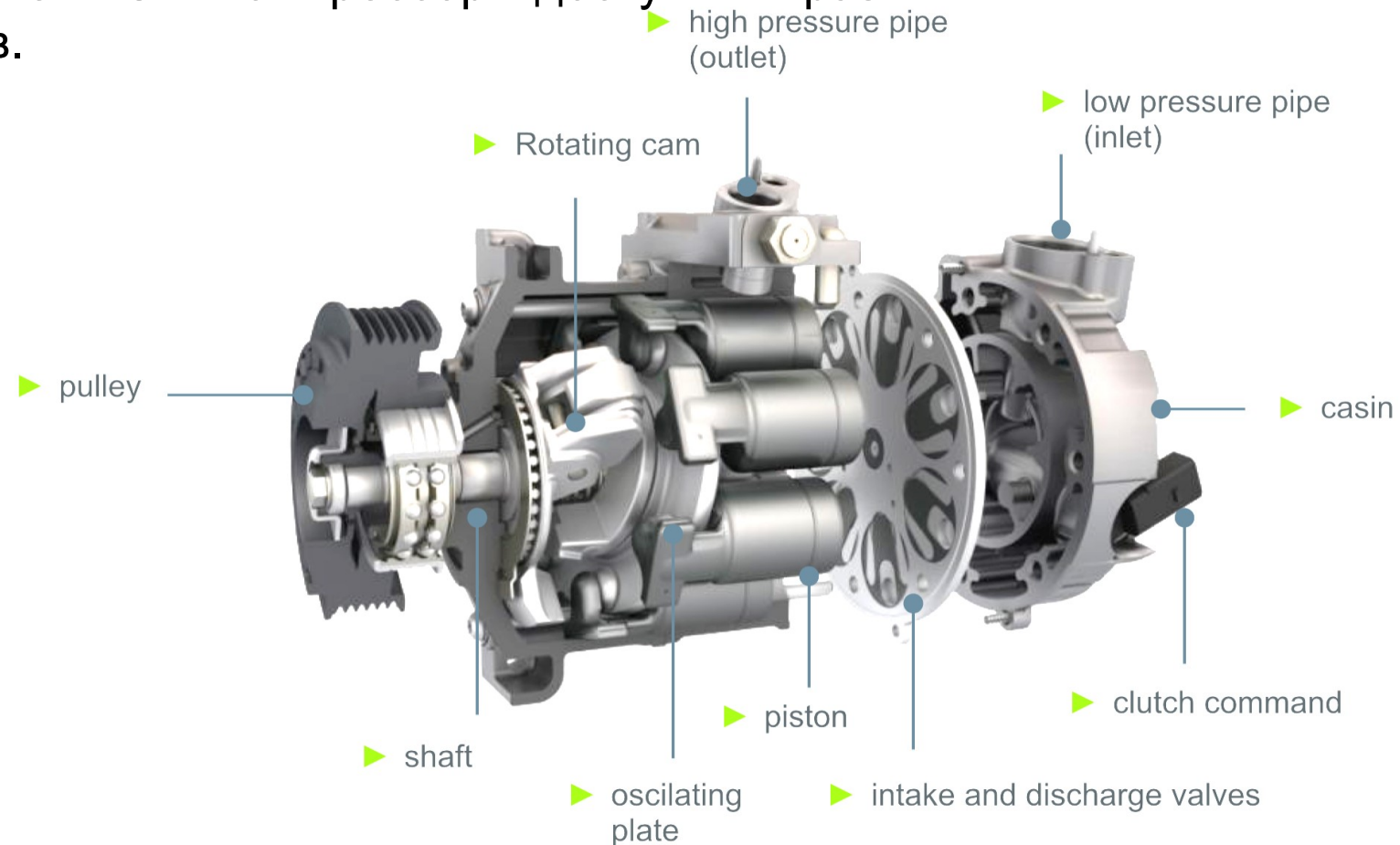
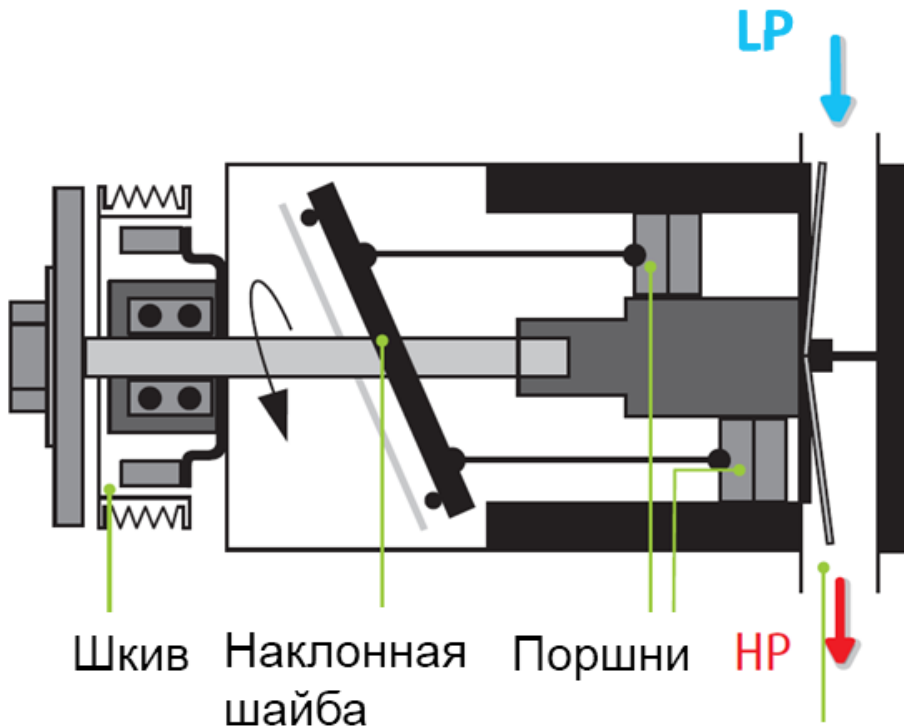


Компрессоры климатической установки

Компрессоры климатической установки

Компрессоры с наклонной шайбой получили свое название от средства привода поршней: наклонной пластины, установленной на вращающемся валу.

Когда наклонная пластина вращается, она толкает и тянет поршни вперед и назад, втягивая, сжимая и выпуская газообразный хладагент. Эти компрессоры доступны в различных конфигурациях и количестве цилиндров.



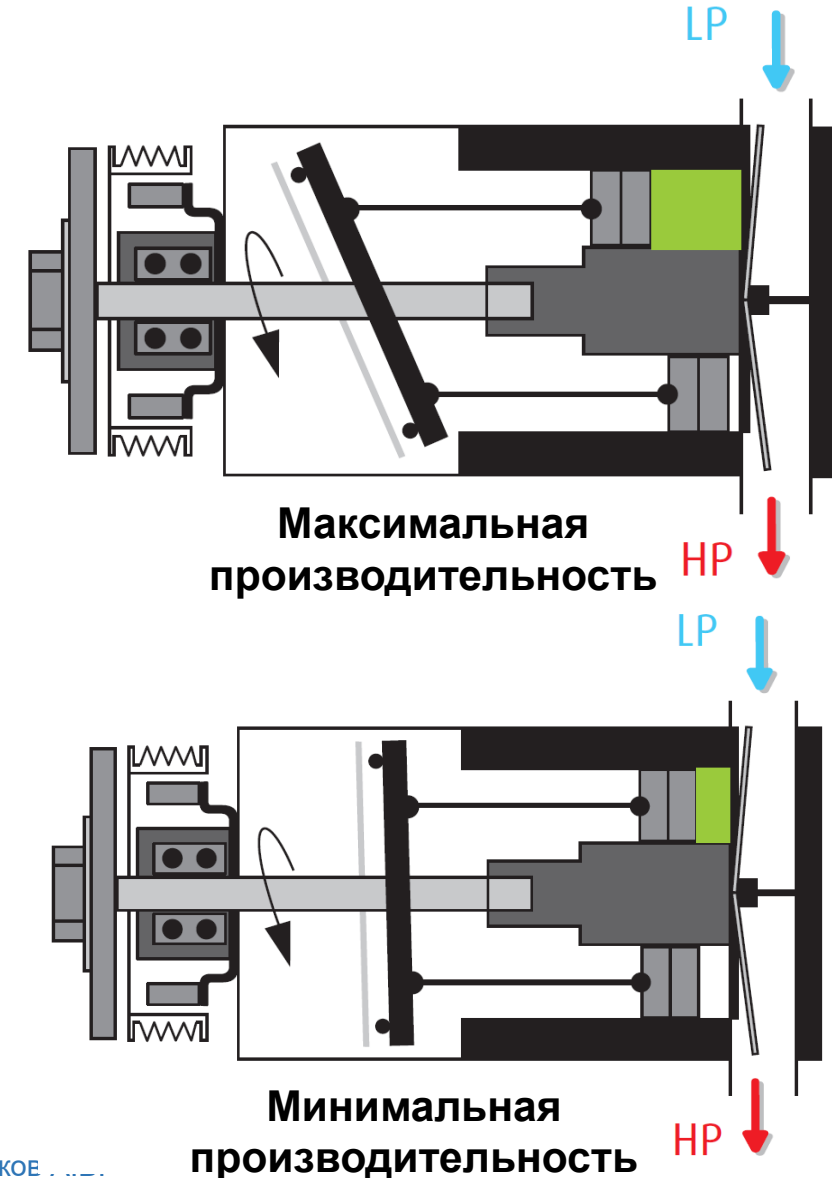
Компрессоры климатической установки

Поршни перемещаются посредством колеблющейся пластины с переменным углом наклона. Этот угол зависит от потребности в энергии, а также давления и температуры на входе и в корпусе компрессора. Чем больше потребность в холоде, тем больше емкость цилиндра (максимальный угол пластины).

Компрессоры с регулируемой производительностью имеют ряд преимуществ:

- снижение энергопотребления автомобиля
- никаких скачков при запуске и остановке
- плавное изменение температуры

Угол наклона пластины определяется давлением внутри корпуса компрессора. Положение колеблющейся пластины контролируется клапаном. Этот клапан может управляться изнутри с помощью элемента, чувствительного к давлению, или с помощью внешнего электроклапана, управляемого электронным блоком управления (ЭБУ).



Компрессоры климатической установки

Вращение ротора приводит к тому, что лопатки выдвигаются под действием центробежной силы и прижимаются к стенке цилиндра.

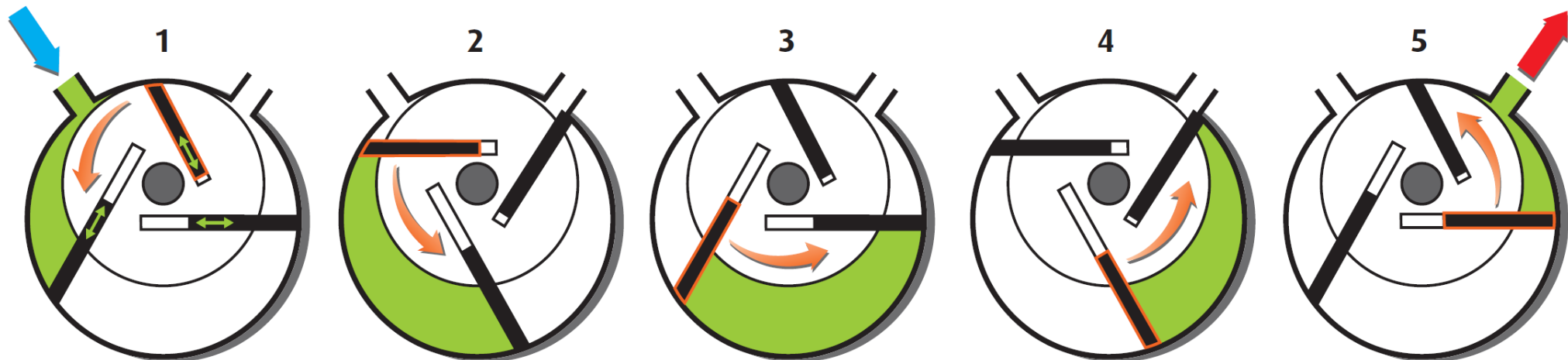
Когда лопасть проходит всасывающее отверстие, объем камеры увеличивается, что приводит к снижению давления, которое втягивает хладагент в цилиндр.

Как только лопасть пройдет большую часть эксцентрика, она войдет обратно в отверстие, повторяя форму эксцентрика. Это приводит к уменьшению объема камеры, сжиманию хладагента между лопаткой и стенкой цилиндра и увеличению давления и температуры хладагента.

Затем хладагент под высоким давлением и высокой температурой выталкивается из выпускного отверстия через выпускной клапан в нагнетательную линию.

Всасывающее отверстие

Выпускное отверстие

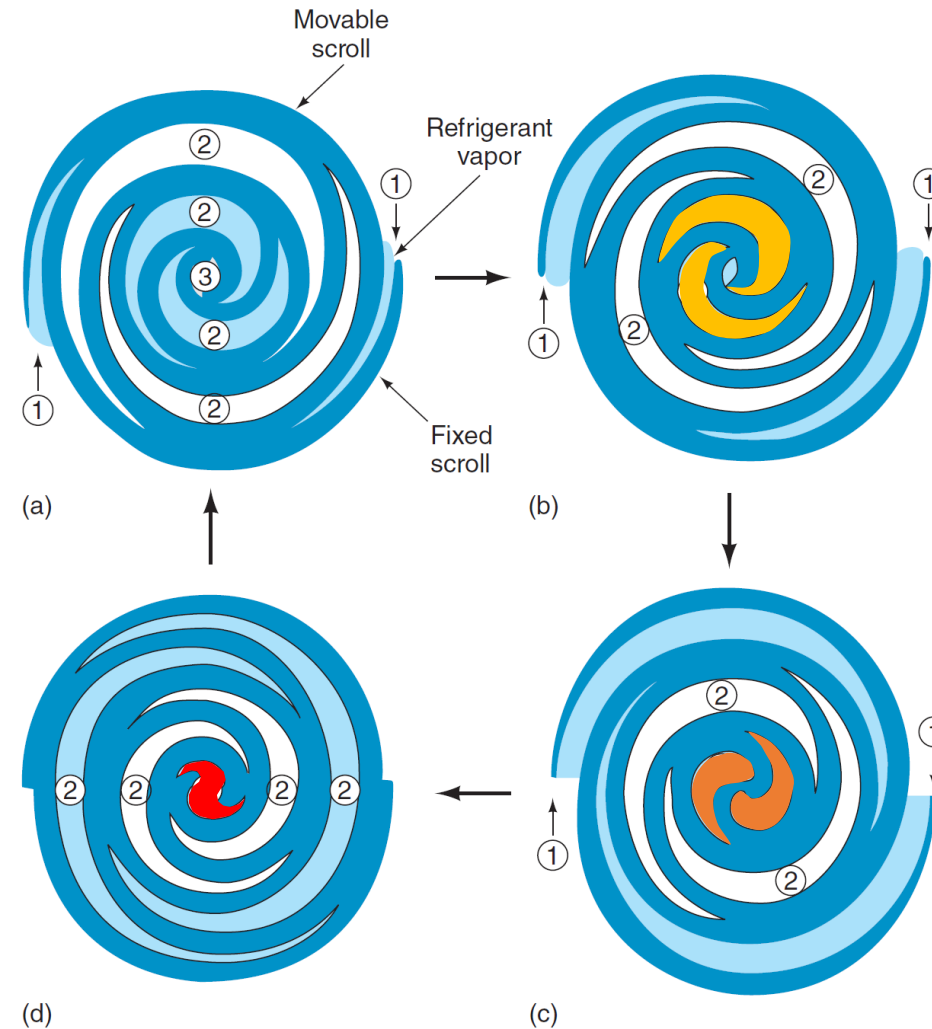
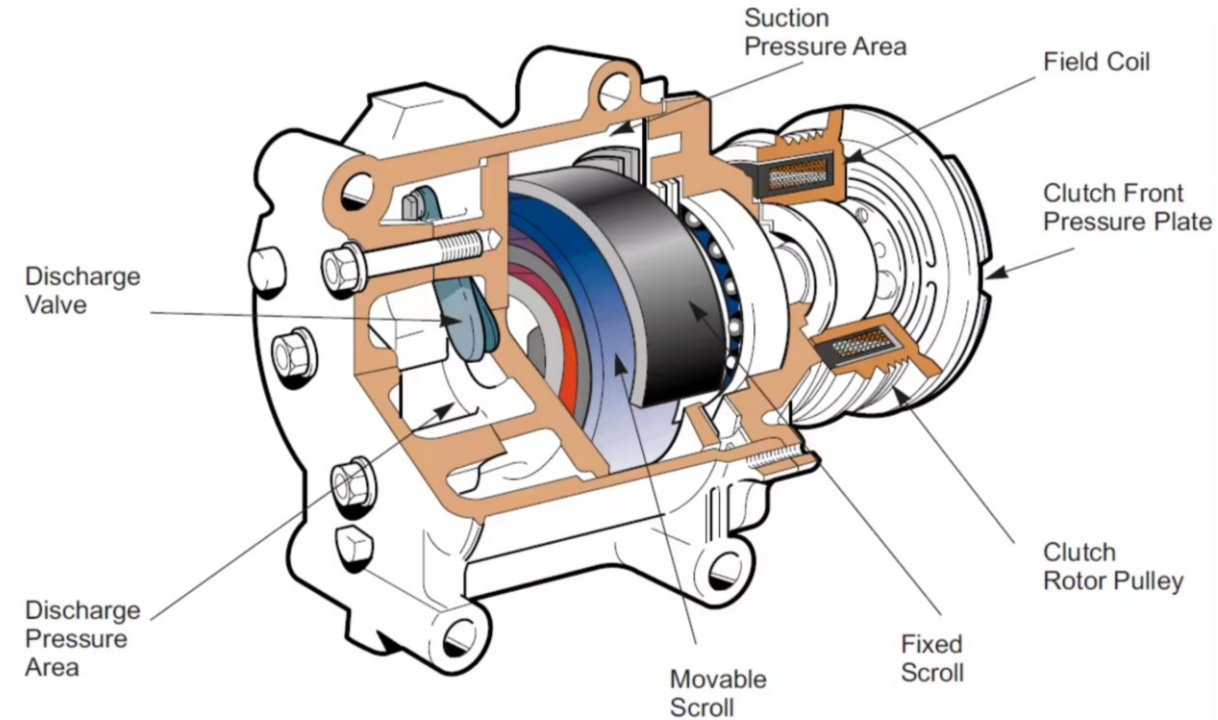


Компрессоры климатической установки

Спиральный компрессор работает путем вращения одной спирали внутри неподвижной спирали. Концы вращающейся спирали всасывают пары хладагента на всасывающем отверстии **1** компрессора.

Поскольку спираль продолжает вращаться, впускной канал закрывается, и объем канала становится меньше, увеличивая давление паров хладагента. Пары хладагента выдавливаются в выпускной канал **3** в центре спиралей.

Таким образом, спиральный компрессор способен обеспечить плавное и стабильное давление всасывания и нагнетания.



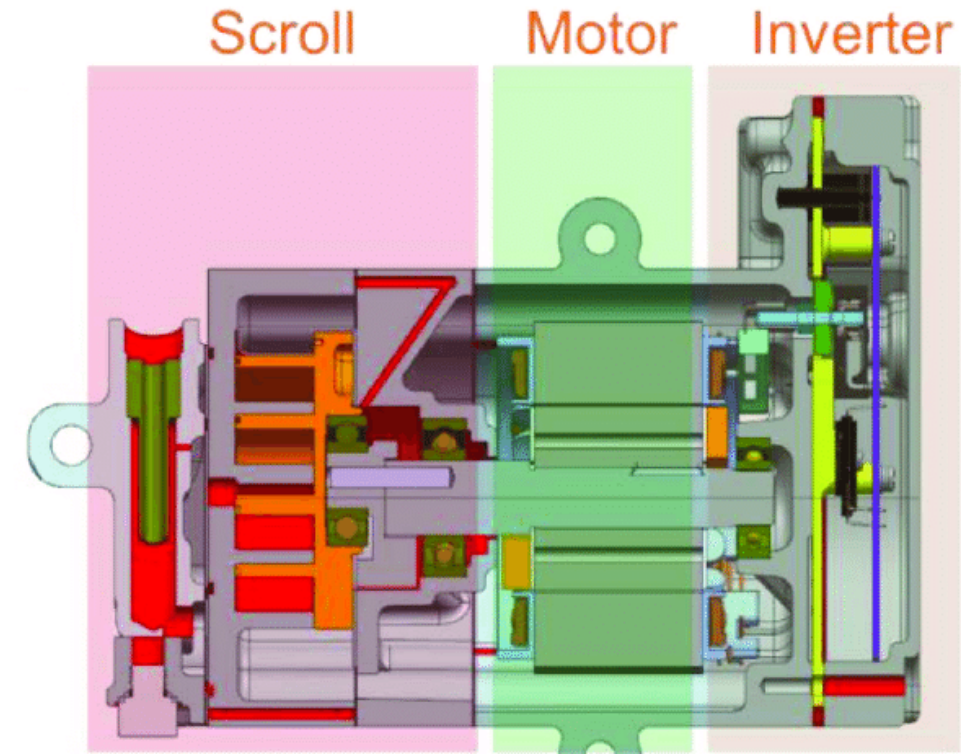
Компрессоры с электроприводом

Компрессоры с электроприводом включают в себя:

- **Секция компрессора** – компрессор спирального типа для всасывания, сжатия и выпуска хладагента.
- **Электродвигатель** – бесщеточный постоянного тока, использующий постоянный магнит в качестве ротора и катушку статора для привода компрессора.
- **Инвертор** – приводит в действие двигатель и преобразует постоянный ток из высоковольтной батареи в переменный ток для двигателя.

Электронный блок управления (ЭБУ) передает сигналы о скорости вращения компрессора в инвертор для управления скоростью вращения электрического компрессора.

Электродвигатель работает под напряжением более 200 В и охлаждается смесью хладагента и масла, поэтому для предотвращения выхода двигателя из строя требуется специальное изолирующее компрессорное масло.



Электромагнитная муфта

Электромагнитная муфта состоит из:

- ремённого шкива с подшипником;
- подпружиненного диска со ступицей;
- электромагнитной катушки.

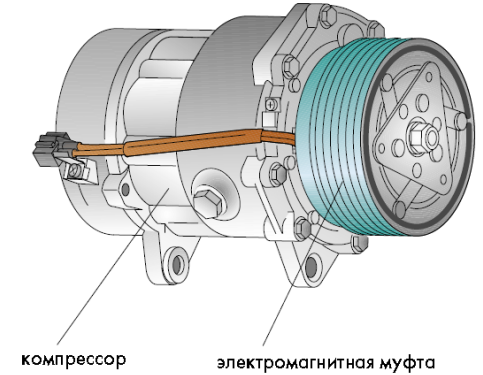
Шкив при выключенной климатической установке свободно вращается.

Когда компрессор включается, к электромагнитной катушке подводится напряжение. Возникает магнитное силовое поле.

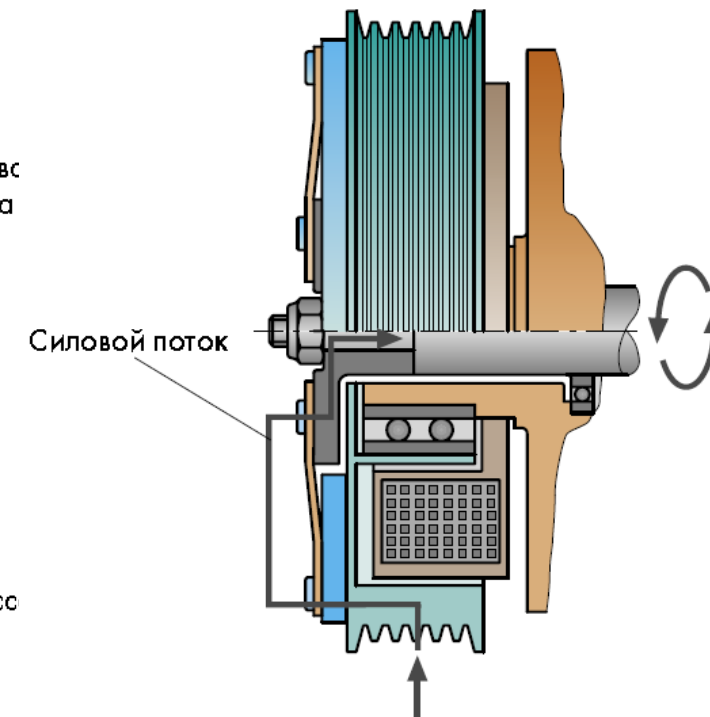
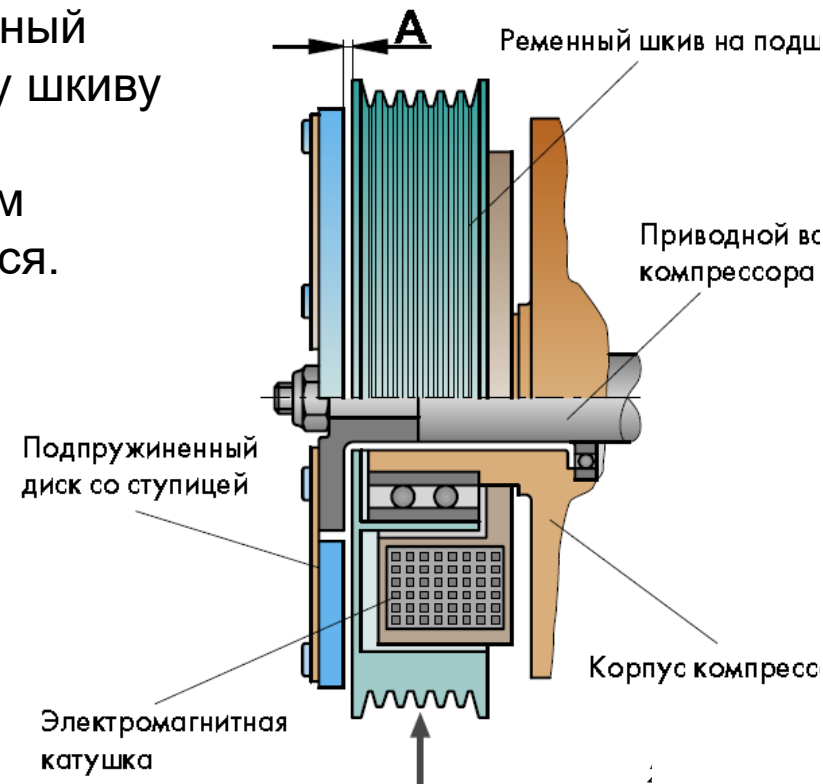
Под воздействием этого поля подпружиненный диск сдвигается к вращающемуся ремённому шкиву (зазор "А" выбран) и образует силовую связь между ремённым шкивом и приводным валом компрессора. Компрессор начинает вращаться.

Компрессор работает до тех пор, пока не будет отключено питание электромагнитной катушки.

Под действием пружин подпружиненный диск отходит от ремённого шкива.



Муфта включена



Аккумулятор-доиспаритель

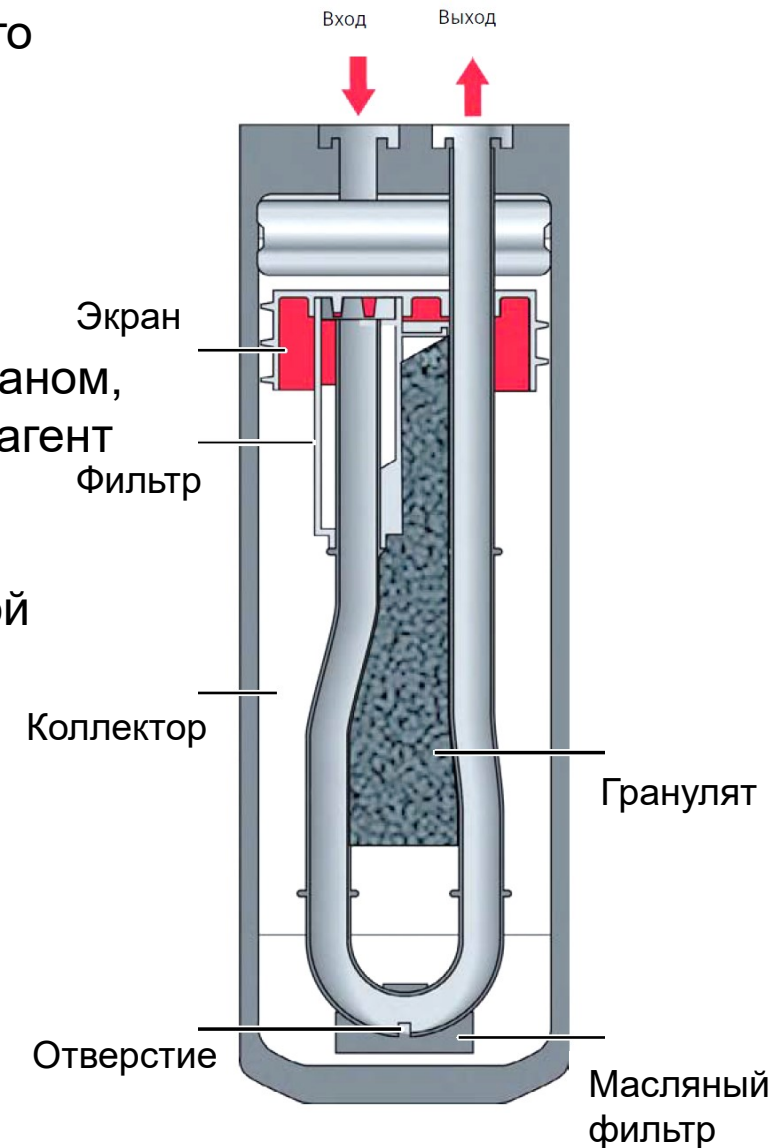
Аккумулятор-доиспаритель находится в контуре хладагента в контуре низкого давления между испарителем и внутренним теплообменником.

Аккумулятор выполняет следующие функции:

- сбор/хранение нециркулирующего хладагента;
- буферная ёмкость для компрессорного масла;
- осушение или отделение воды из циркулирующего хладагента.

После попадания в аккумулятор-доиспаритель хладагент контактирует с экраном, в результате чего жидкая фаза отделяется от газообразной. Избыточный хладагент после фильтрации собирается в накопителе и подвергается осушению с помощью гранулята.

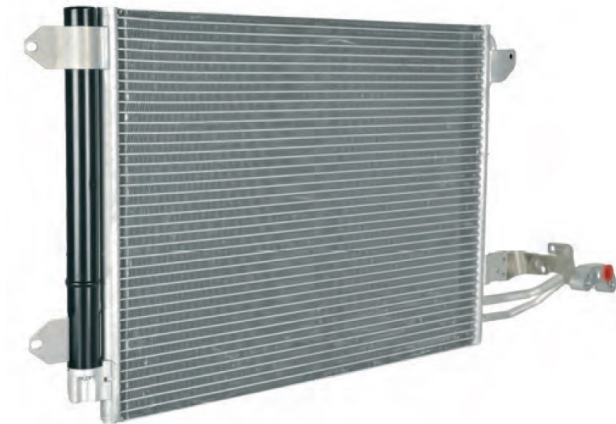
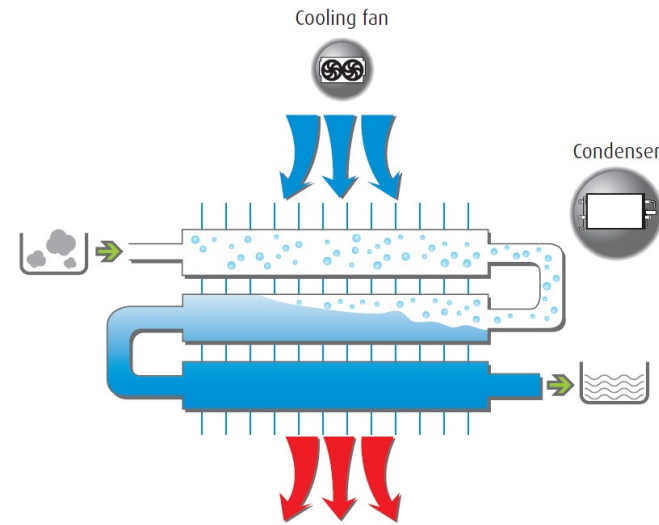
Компрессорное масло также фильтруется и благодаря отверстию во впускной трубке точно дозируется с хладагентом, снова выходящим из аккумулятора-доиспарителя в контур хладагента к компрессору.



Конденсатор

Конденсатор представляет собой теплообменник, преобразующий пары хладагента в газ путем понижения его температуры. Конденсатор изготовлен из меди или алюминия для оптимальной теплопередачи и долговечности. Хладагент системы проходит через конденсатор по ряду трубок. Трубки соединены в сеть с компактной серией ребер, окружающих их. Это увеличивает площадь поверхности и помогает максимизировать количество тепла, которое ребра могут передавать наружному воздуху посредством конвекции. Конденсатор всегда устанавливается перед радиатором для обеспечения максимального потока воздуха и получает поток воздуха через него с помощью вентилятора и при движении автомобиля вперед.

Конденсатор преобразует горячий газообразный хладагент под высоким давлением на стороне высокого давления системы обратно в более холодную жидкость под высоким давлением. Газообразный хладагент поступает в верхнюю часть конденсатора. Проходя через конденсатор, поток воздуха через ребра охлаждает хладагент, превращая его обратно в жидкость. Затем жидкий хладагент покидает нижнюю часть конденсатора.

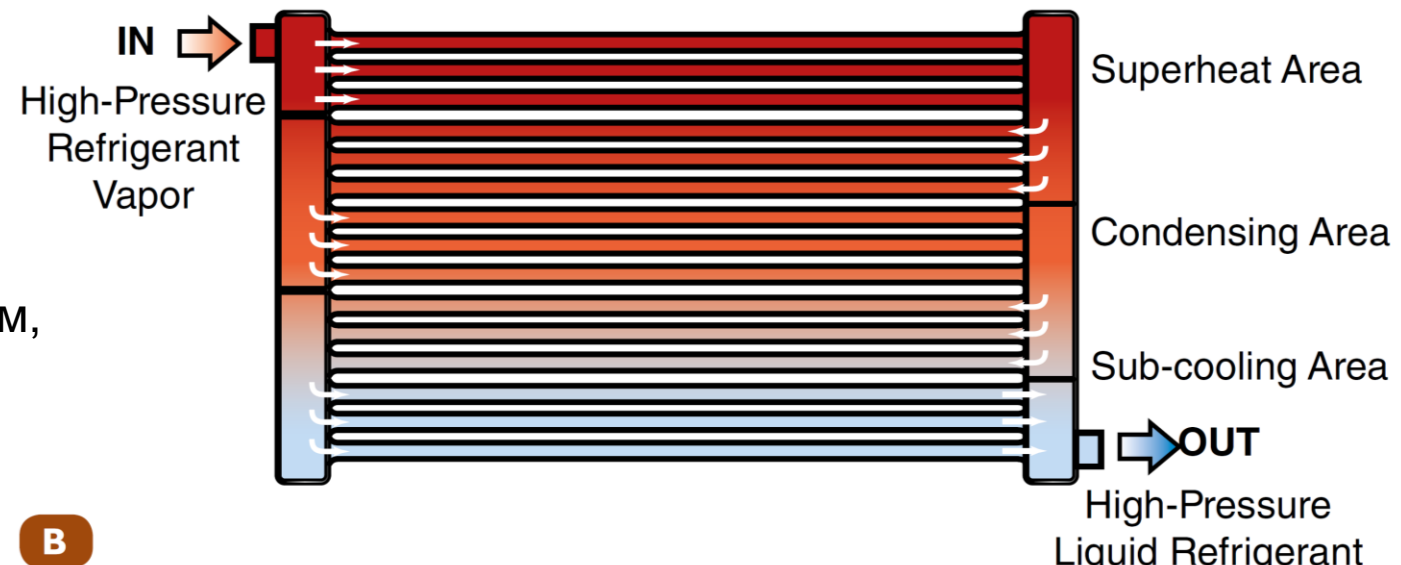
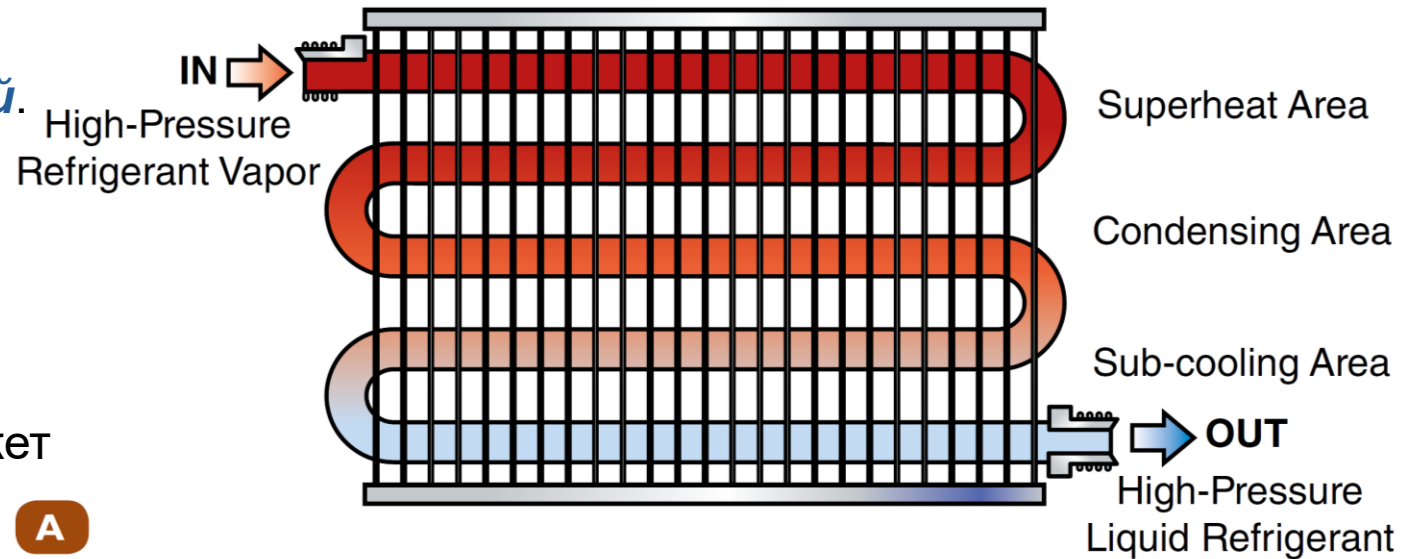


Конденсатор

Конструкция конденсатора может быть **змеевидной** или **параллельной/многопоточной**. Змеевидные конденсаторы состоят из одной круглой трубки. Весь хладагент течет по одному и тому же пути по одной трубке. Такая конструкция проводит хладагент по длинному пути от входа к выходу, давая ему много времени для передачи тепла в атмосферу. Однако через одну трубку может проходить меньше хладагента, поэтому ее эффективность невысока.

Конденсаторы с **параллельным потоком** (или многоходовые) состоят из нескольких трубок, параллельных друг другу. Конденсаторы с параллельным потоком пропускают больше хладагента, но хладагент течет с меньшей скоростью, поскольку в нем больше трубок.

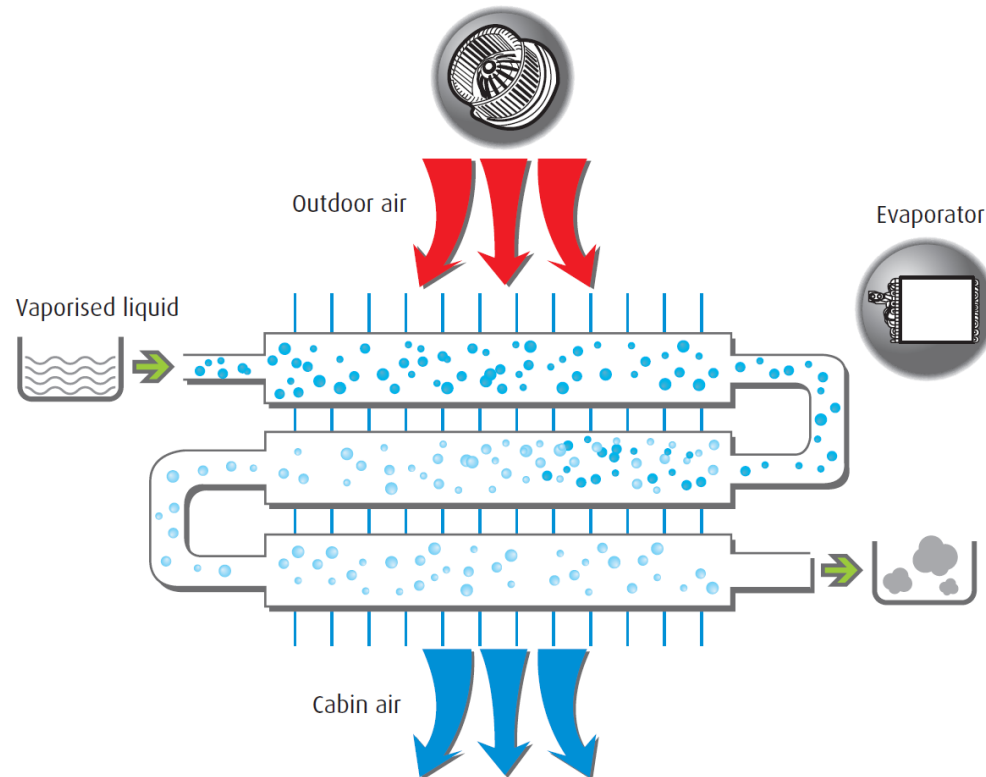
Используя конденсатор с параллельным потоком, эффективность системы кондиционирования воздуха можно повысить до 25%, что позволяет сделать систему более компактной, легкой и экономичной.



Испаритель

Испаритель расположен между расширительным клапаном и компрессором. Он расположен под приборной панелью в салоне автомобиля. Выполняет две основные функции: охлаждает воздух, поступающий в кабину, осушает воздух, поступающий в кабину, для быстрого удаления запотевания с лобового стекла.

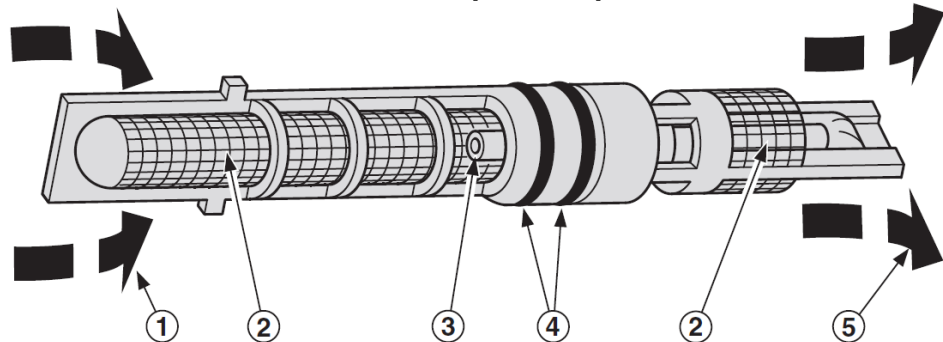
Хладагент поступает в испаритель снизу, а преимущественно пар выходит сверху. Испаритель преобразует жидкость низкого давления в газ низкого давления. После удаления тепла воздух больше не может удерживать влагу. Это приводит к образованию влаги на испарителе. По мере накопления влага выходит из автомобиля через дренажное отверстие испарителя.



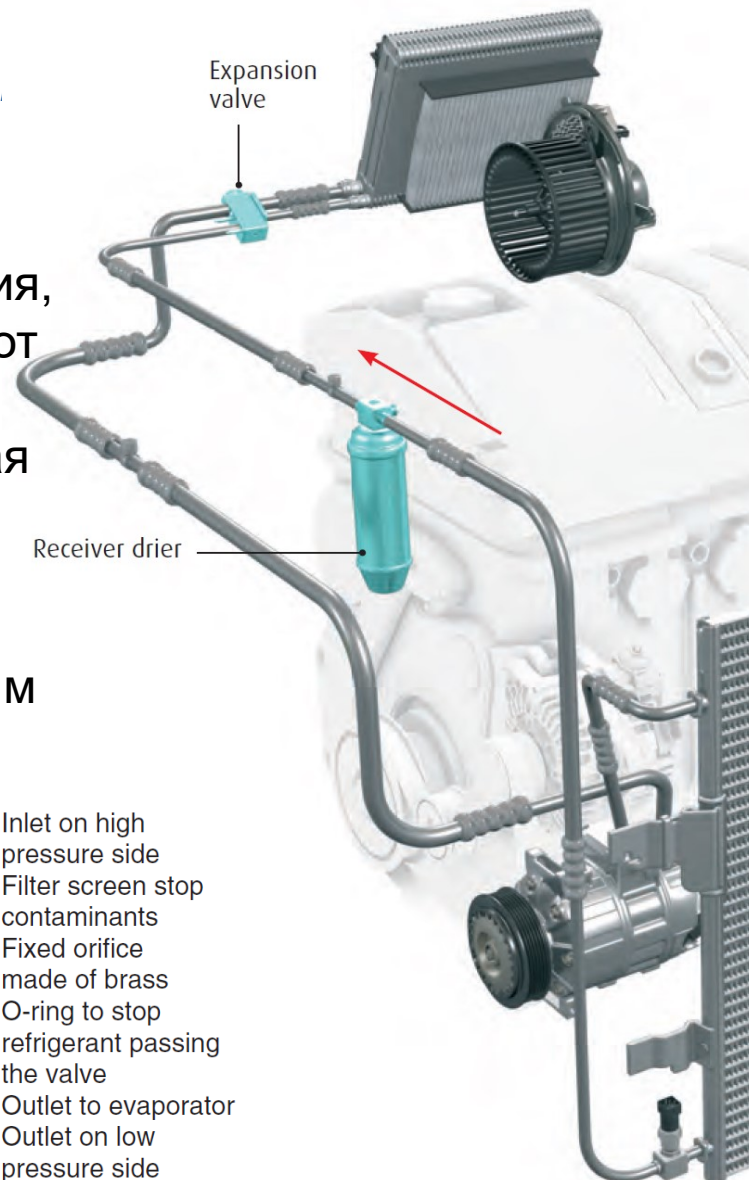
Варианты контуров кондиционера

Функцию расширения может выполнять **дроссельная трубка** или **расширительный клапан**.

Дроссельная трубка представляет собой трубку заданной длины и поперечного сечения, которая расширяет хладагент, но, в отличие от расширительного клапана, не способна регулировать расход и перегрев. Дроссельная трубка всегда связана с аккумулятором на выходе испарителя. Трубки с диафрагмами состоят из трех основных частей: металлическая трубка со скошенным входным отверстием; пластиковый корпус трубки; входной и выходной фильтр.



1. Inlet on high pressure side
2. Filter screen stop contaminants
3. Fixed orifice made of brass
4. O-ring to stop refrigerant passing the valve
5. Outlet to evaporator
6. Outlet on low pressure side



РТС-нагреватели

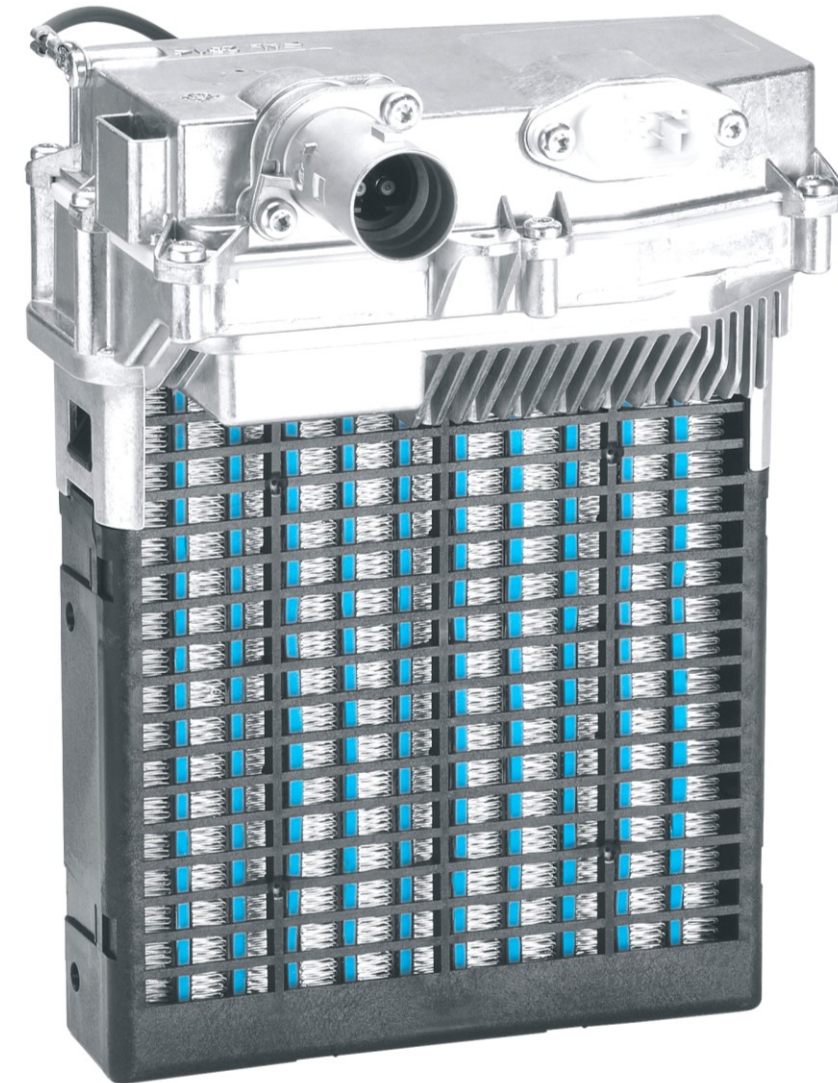
Нагреватель охлаждающей жидкости РТС является своего рода нагревателем, использующим термисторный элемент РТС в качестве нагревательного элемента, сопротивление нагревательного элемента РТС будет меняться в зависимости от температуры. Обычно, чем выше температура, тем выше сопротивление РТС.

РТС-нагреватели являются выбором большинства электромобилей сегодня.

В зависимости от того, как нагревается нагреватель РТС, существует два типа нагревателей РТС: один нагревает воздух напрямую, а другой нагревает систему циркуляции электромобиля.

Воздушный обогреватель РТС в основном обогревает салон и предотвращает запотевание лобового стекла электромобилей зимой. Однако популярность воздушных отопителей РТС в электромобилях не очень высока.

Конвекционный воздушнонагреватель РТС очень удобен для использования в электробусах. Воздушный нагреватель РТС, используемый в электрических автобусах, использует конвекционный нагрев, он может использовать напряжение постоянного тока 450–700 В, а максимальная мощность нагрева нагревателя составляет 5000–8000 Вт.



РТС-нагреватели

Видеофрагмент (<https://youtu.be/JSdSueQWVtM>)

Тепловой насос

У большинства современных электромобилей есть две отдельные системы:

- **Жидкостная система охлаждения**, заполненная антифризом. Она служит для отвода излишнего тепла от электродвигателя, батареи и других агрегатов, чтобы они не перегревались.
- **Климатическая система или кондиционер**. Служит для охлаждения и осушения воздуха в салоне. Она заправлена хладагентом.

Тепловой насос - это симбиоз между жидкостным охлаждением и кондиционером. Его преимущество в том, что за счёт разности среды и разности температур он способен максимально эффективно использовать каждую из систем. В холодное время года она используется для обогрева, а летом для охлаждения и отвода тепла.

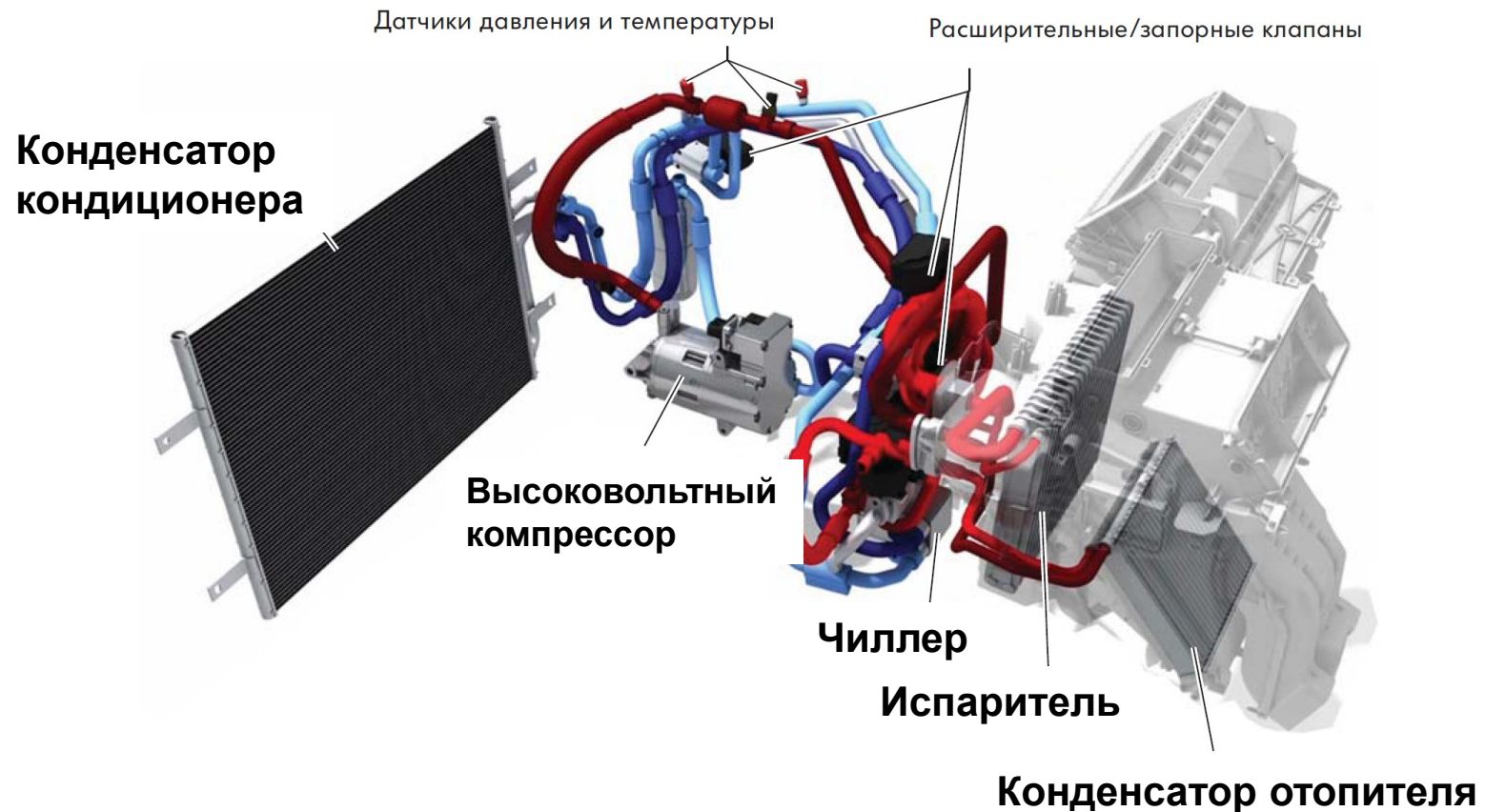
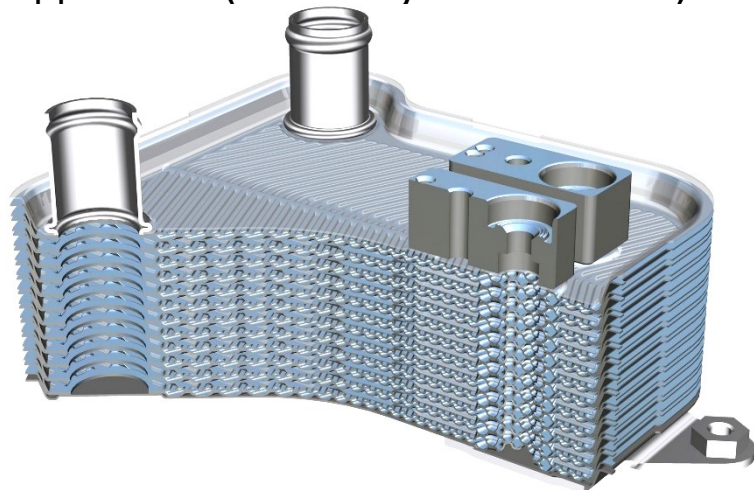
С помощью клапанов, можно менять направление потока рабочих жидкостей. И тогда система, которая охлаждалась, при изменении направления потока, может нагревать. В системе кондиционирования это называется **рекуперативная работа**.

Тепловой насос позволяет эффективно использовать тепло от агрегатов не сбрасывая его в атмосферу, а использовать для обогрева высоковольтной батареи или салона электромобиля. Как следствие, меньшее использование электрических обогревателей, быстрый прогрев при меньших затратах энергии от аккумулятора.

Тепловой насос

Для реализации функции теплового насоса контур циркуляции хладагента климатической установки дополнен магистралями хладагента, электрическими расширительными клапанами, датчиками давления и температуры и **конденсатором отопителя**.

Чиллеры используются в архитектурах прямых и косвенных тепловых насосов для охлаждения гликоля, который работает в аккумуляторных охладителях. Чиллеры подключаются к контуру кондиционера. Их модульная пластинчатая конструкция позволяет использовать аккумуляторные охладители на всех уровнях электрификации транспортных средств, от гибридных до 100% электрических, и их можно адаптировать к любому типу хладагента (R-1234yf или R-744).



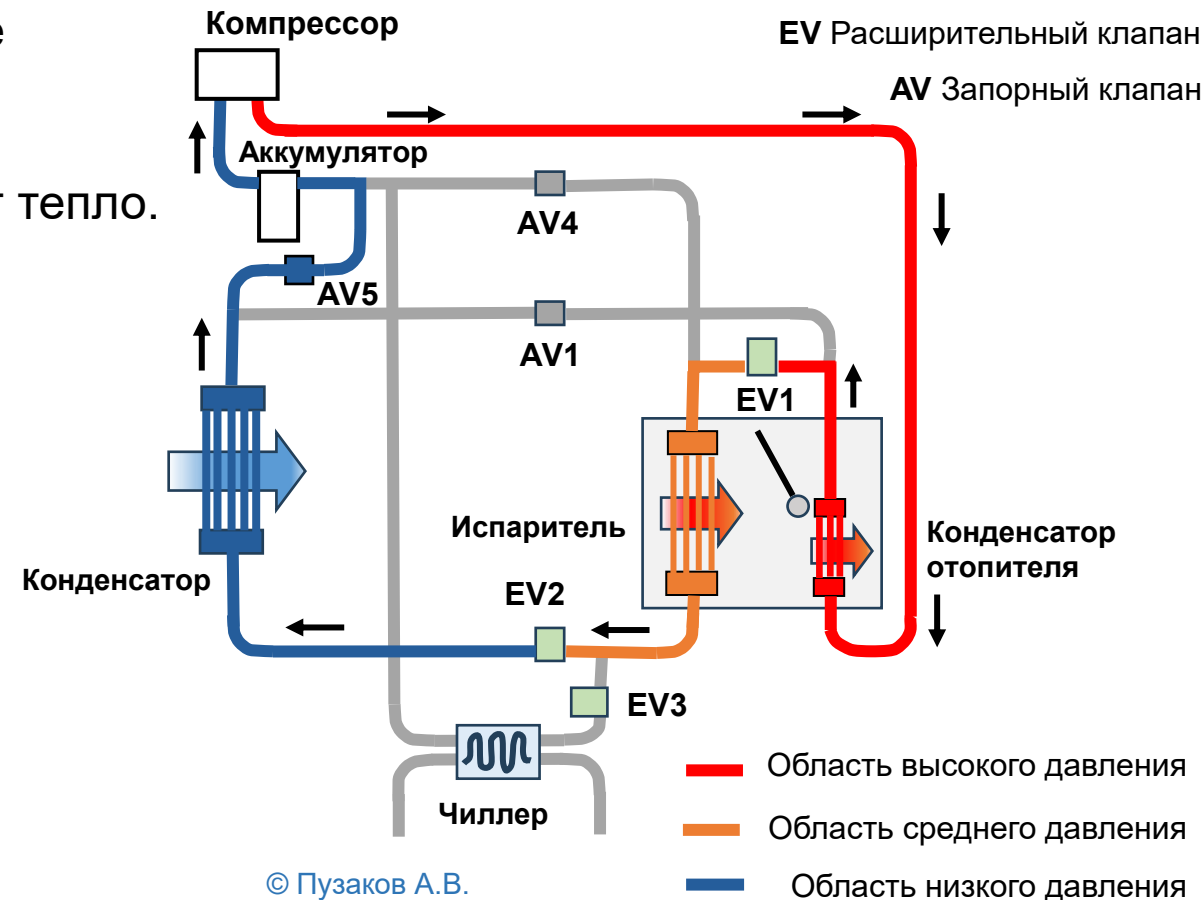
Тепловой насос

Видеофрагмент (https://youtu.be/oWqpd_7Rtpk)

Режим воздушного обогрева

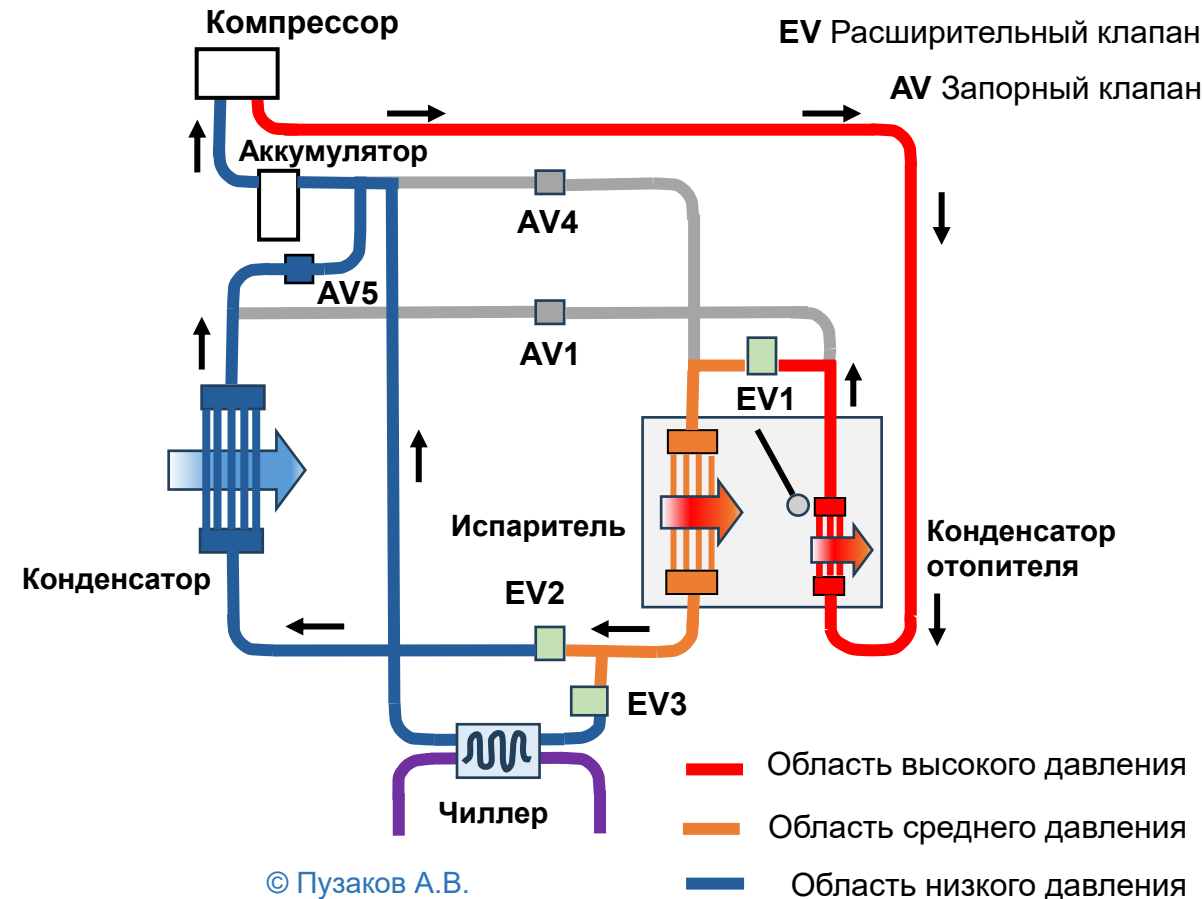
При активации этой функции для обогрева салона используется только тепло наружного воздуха.

1. Высоковольтный компрессор климатической установки сжимает хладагент. Газообразный хладагент находится под большим давлением и имеет высокую температуру.
2. В конденсаторе отопителя хладагент отдаёт тепловую энергию воздуху и начинает конденсироваться. Нагретый воздух поступает в салон автомобиля для обогрева.
3. При прохождении расширительного клапана 1 давление и температура жидкого хладагента снижаются.
4. Теперь испаритель работает как конденсатор. Поступающий в него хладагент конденсируется и отдаёт тепло. Подогретый таким образом воздух направляется к конденсатору отопителя.



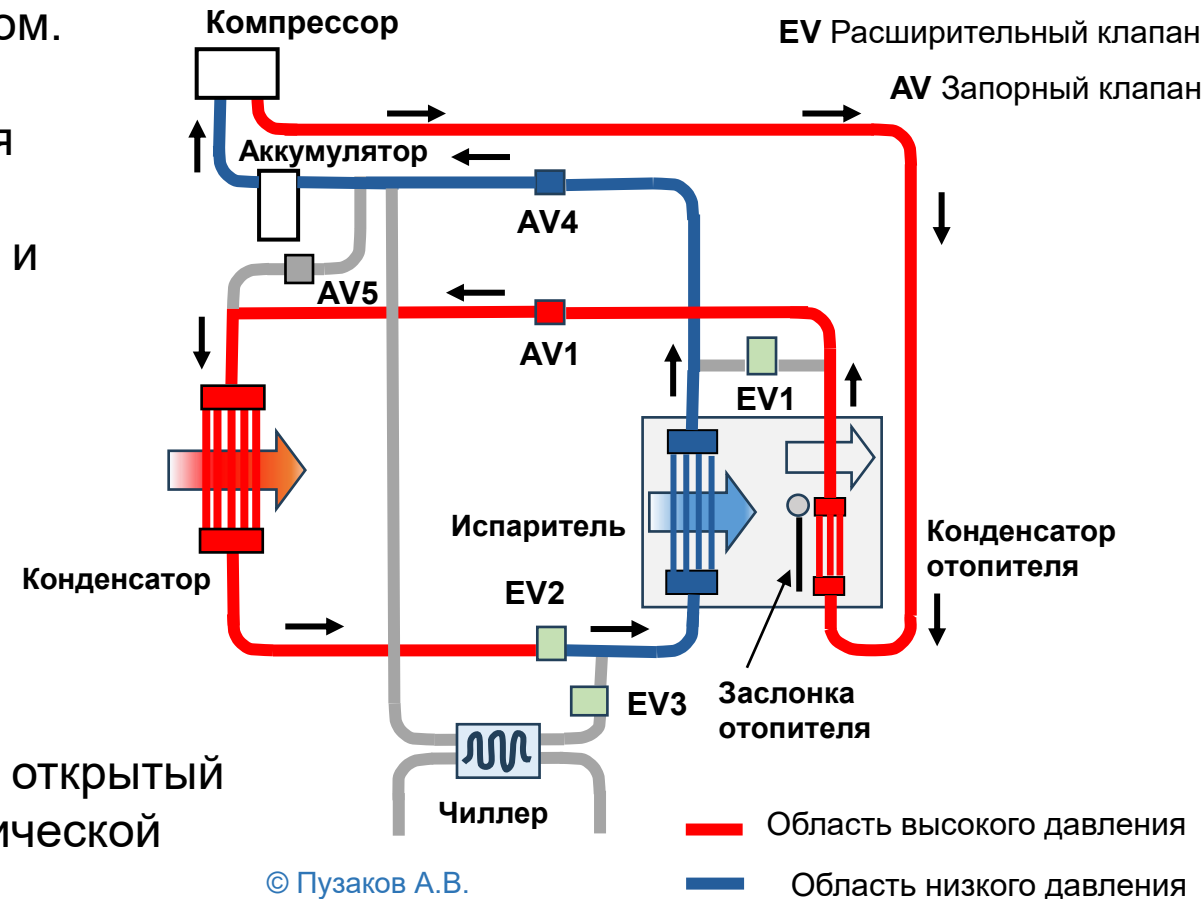
Режим воздушного обогрева с использованием тепла воздуха и ОЖ

В теплообменнике для конденсатора отопителя (чиллере) в результате подвода тепла хладагент испаряется. Необходимая для этого теплота испарения забирается у более тёплой охлаждающей жидкости. Газообразный хладагент направляется к компрессору климатической установки



Режим охлаждения

1. Поскольку заслонка отопителя закрыта, холодный воздух не проходит через конденсатор отопителя. Хладагент здесь не конденсируется и, соответственно, не отдаёт тепло.
2. Расширительный клапан 1 перекрывает доступ к испарителю. Через открытый запорный клапан 1 хладагент направляется к конденсатору.
3. Конденсатор обдувается набегающим воздушным потоком. Хладагент отдаёт тепло воздуху и конденсируется. Температура хладагента понижается, давление остаётся неизменным.
4. При прохождении расширительного клапана 2 давление и температура жидкого хладагента снижаются. После расширения температура хладагента становится ниже температуры окружающей среды.
5. В испарителе хладагент полностью испаряется. Необходимое для этого процесса тепло (теплота испарения) забирается у наружного воздуха, который при этом охлаждается. Охлаждённый воздух поступает в салон автомобиля.
6. Газообразный хладагент выходит из испарителя и через открытый запорный клапан 4 направляется к компрессору климатической установки.



Тепловой насос



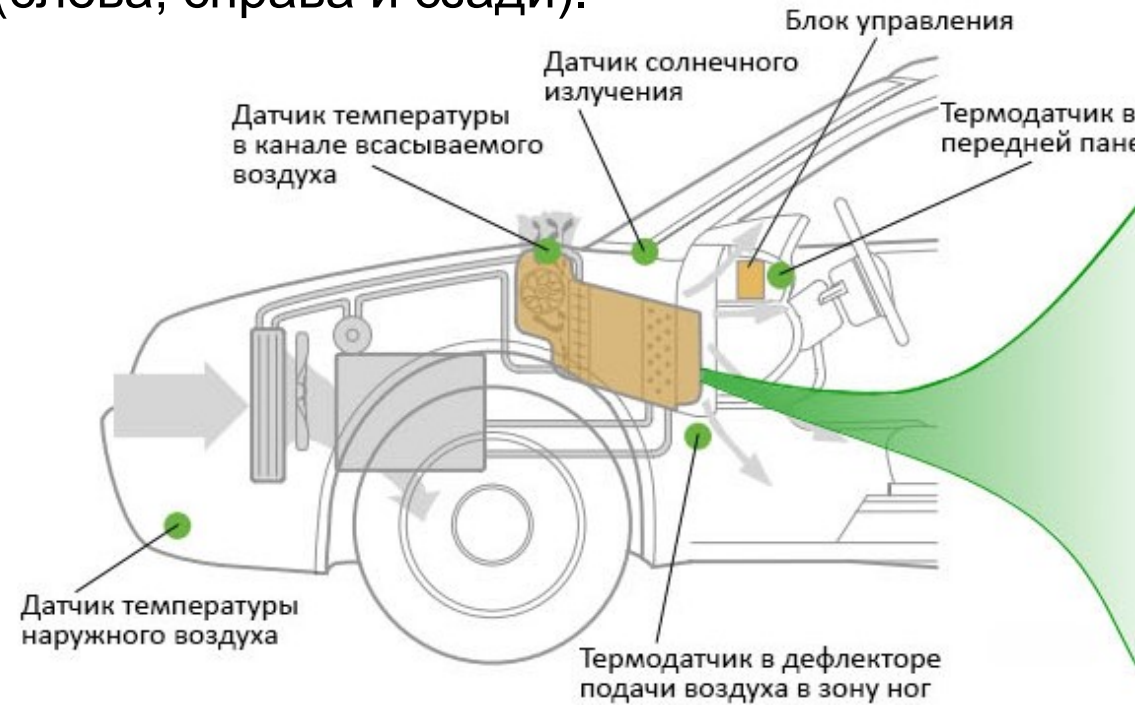
Видеофрагмент (<https://youtu.be/g0Ss5m2ksVY>)

Датчики системы климат-контроля

К входным датчикам системы управления относятся **датчики температуры** наружного воздуха, уровня **солнечного излучения** (фотодиод), **выходной температуры**, датчики положения заслонок, **температуры испарителя**, **давления** в системе кондиционирования.

Количество датчиков выходной температуры определяется конструкцией системы климат-контроля. К датчику выходной температуры может быть добавлен датчик выходной температуры в ножное пространство.

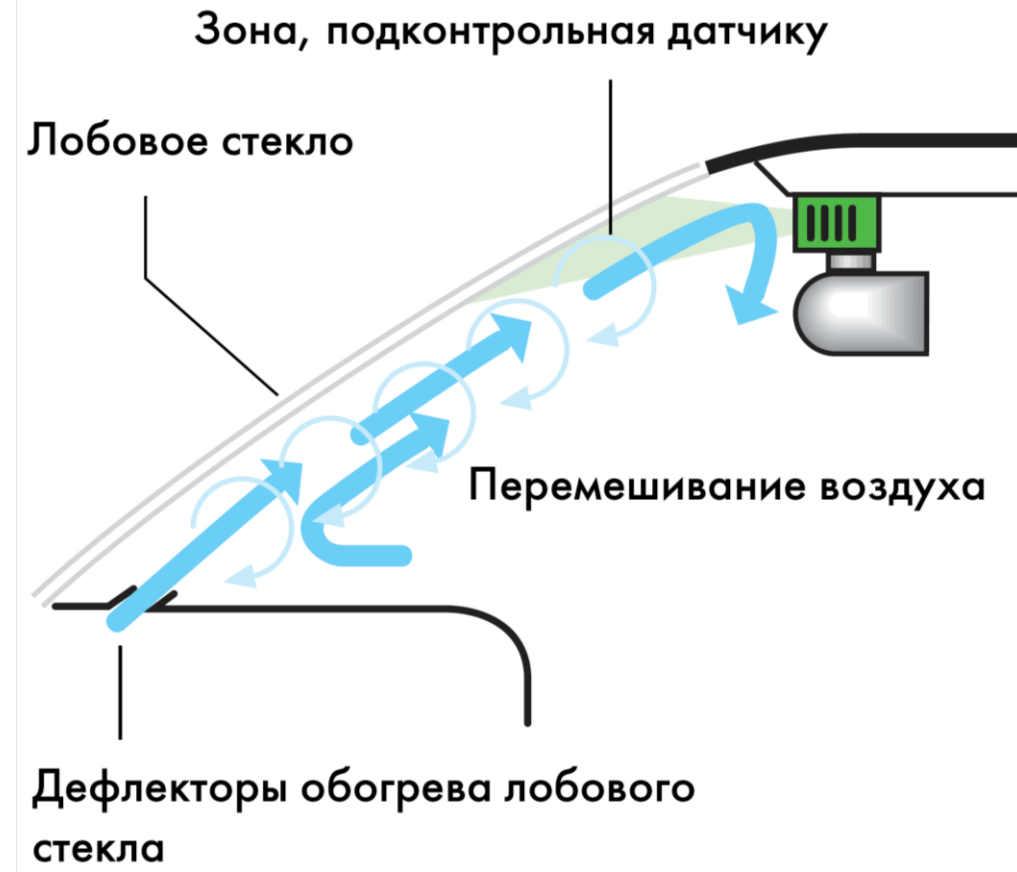
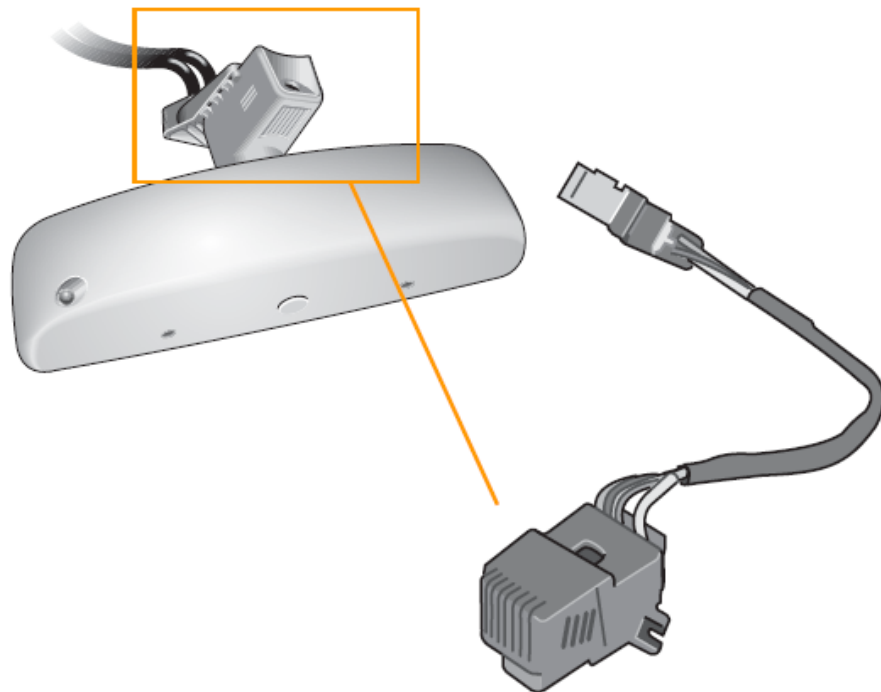
В двухзонной системе климат-контроля число датчиков выходной температуры удваивается (датчики слева и справа), а в трёхзонной – утраивается (слева, справа и сзади).



Психрометрический датчик

Отопитель и кондиционер обеспечивают как автоматический, так и принудительный обогрев стекол, что предотвращает запотевание стекол. Система управления микроклиматом непрерывно измеряет *температуру лобового стекла, влажность воздуха и температуру в точке установки*. По результатам измерений определяется возможность запотевания стекла.

Все три параметра измеряет **психрометрический датчик**. Он обычно устанавливается в основании салонного зеркала.

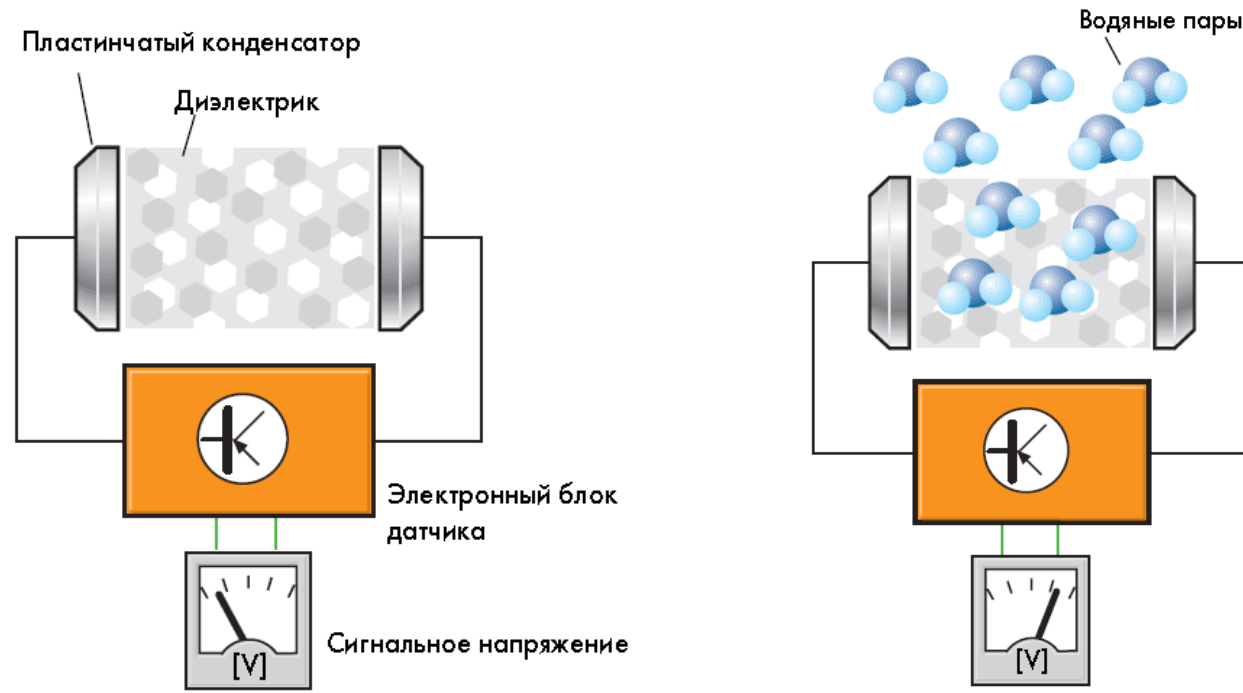


Психрометрический датчик

Ёмкость конденсатора, иначе говоря, его способность накапливать электрическую энергию, определяет площадь поверхности пластин, расстояние между ними и физические свойства наполнителя (диэлектрика), разделяющего две пластины.

Диэлектрик, используемый в рассматриваемом измерительном конденсаторе, способен поглощать водяные пары. При этом изменяются его электрические свойства, а значит, и ёмкость конденсатора.

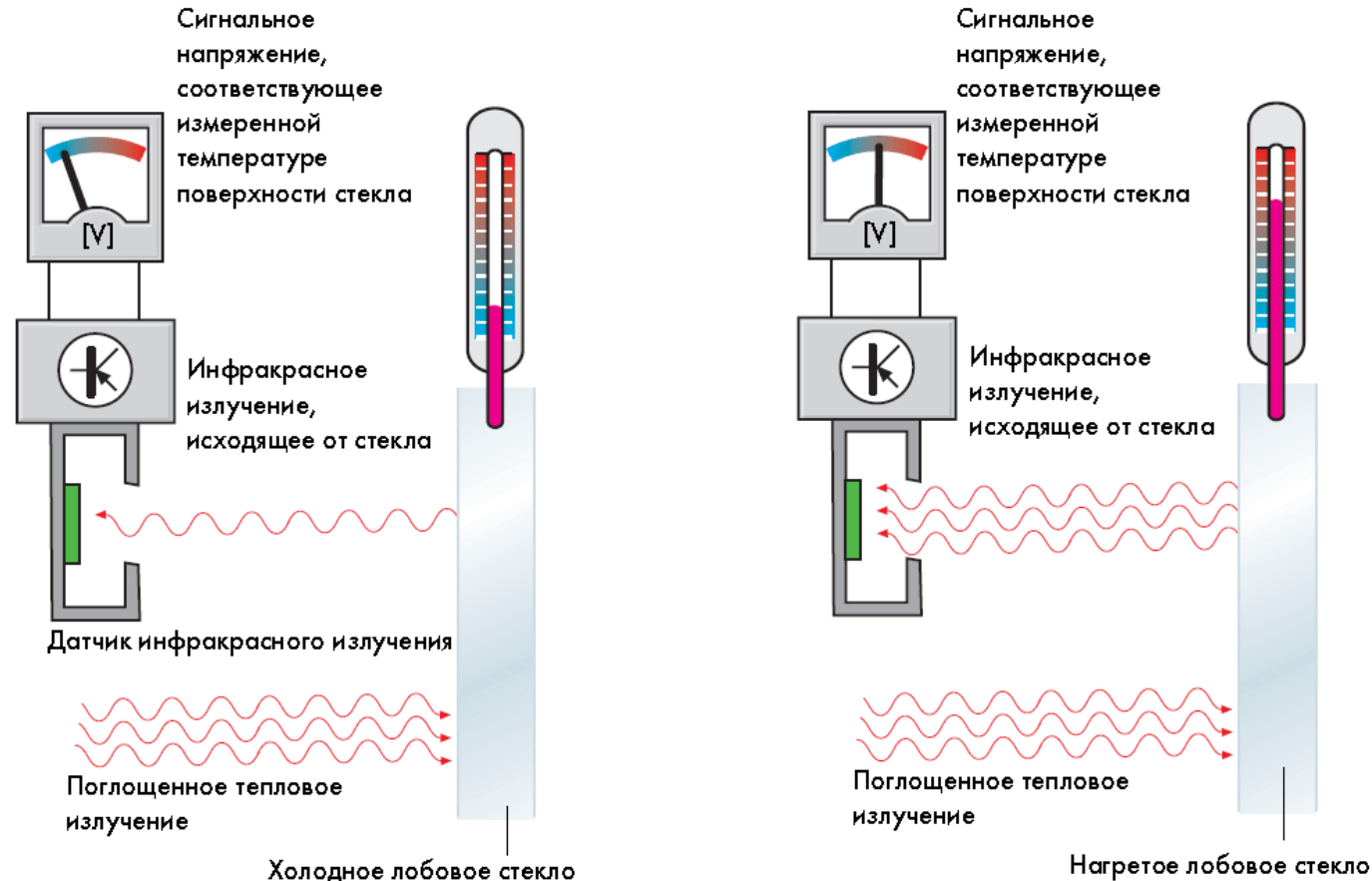
Измеряя ёмкость конденсатора, можно получить информацию о влажности воздуха. Электронный блок датчика преобразует измеренную электрическую ёмкость в сигнальное напряжение.



Датчик инфракрасного излучения

Для измерения температуры лобового стекла используются **инфракрасные датчики**.

Интенсивность инфракрасного излучения, исходящего от лобового стекла, измеряет предназначенный для этого высокочувствительный датчик. Вместе с температурой стекла изменяется и доля инфракрасных лучей в составе теплового излучения, исходящего от стекла. Датчик реагирует на такое изменение.



Датчик солнечной радиации

Датчик наличия солнечного света управляет регулировкой температуры системы кондиционирования. Он регистрирует попадание прямых солнечных лучей на передних пассажиров и отдельно для левой и правой сторон автомобиля.

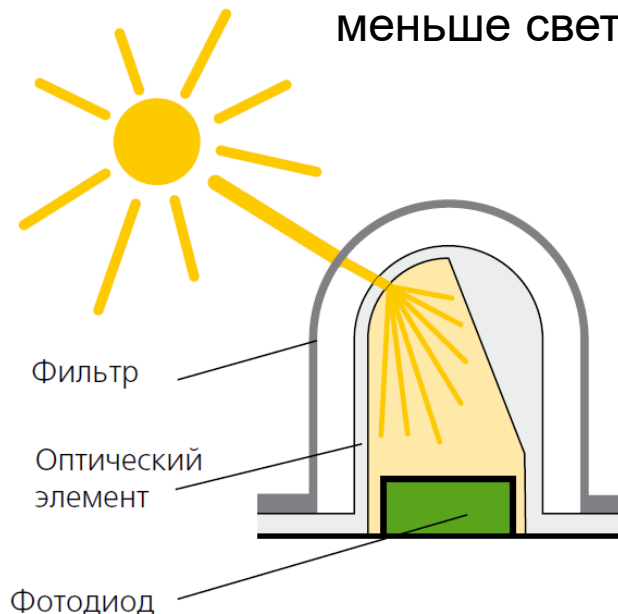
В зависимости от направления падения солнечных лучей, та сторона, которая освещена более интенсивно, охлаждается больше. Солнечный свет через фильтр и оптический фотоэлемент попадает на два фотодиода. Фильтр защищает оптический элемент от УФ-излучения.

Ощущение тепла пассажирами особенно увеличивается, когда солнечные лучи проникают в автомобиль через ветровое стекло под острым углом и попадают на пассажиров.

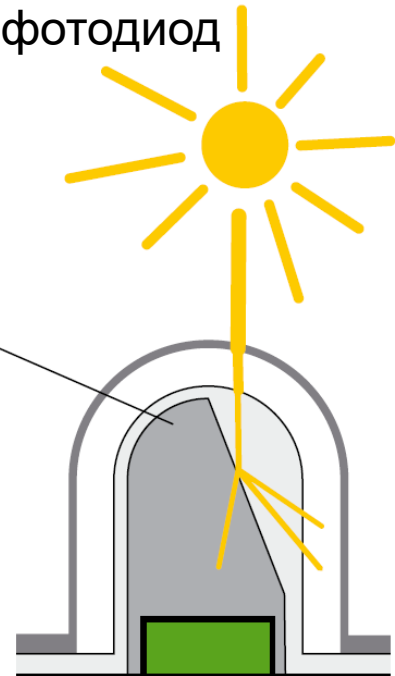
Оптический элемент направляет большую часть солнечных лучей в фотодиод, когда лучи проникают в автомобиль под углом.

Мощность охлаждения климатической установки увеличивается, чтобы компенсировать нагревание кузова автомобиля

Когда солнечные лучи падают на автомобиль под прямым углом, крыша автомобиля служит экраном. Оптический элемент направляет на фотодиод меньше света.



оптический элемент усиливает защитный эффект, когда солнечные лучи падают вертикально.



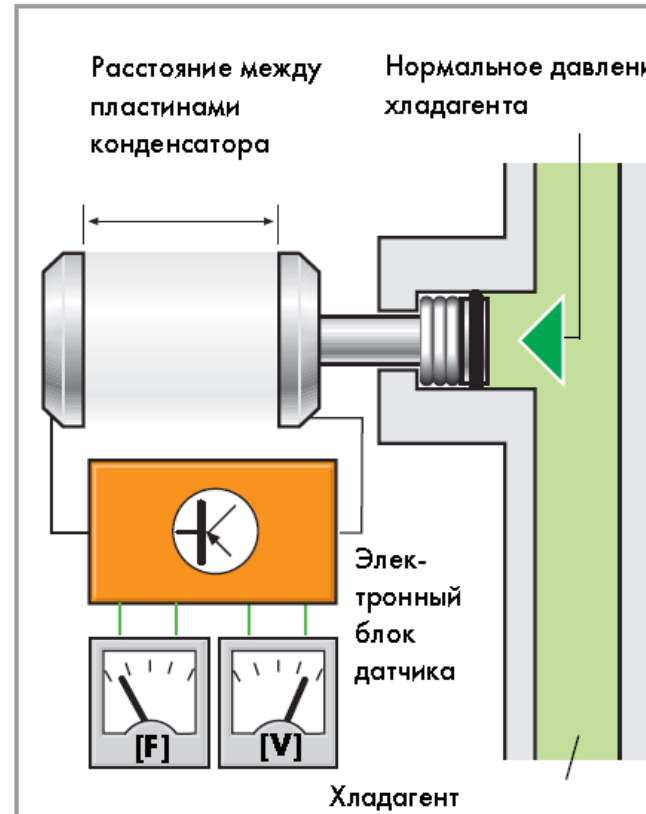
Датчик давления хладагента

Измерительный элемент датчика, определяющий давление, работает на принципе измерения электрической ёмкости.

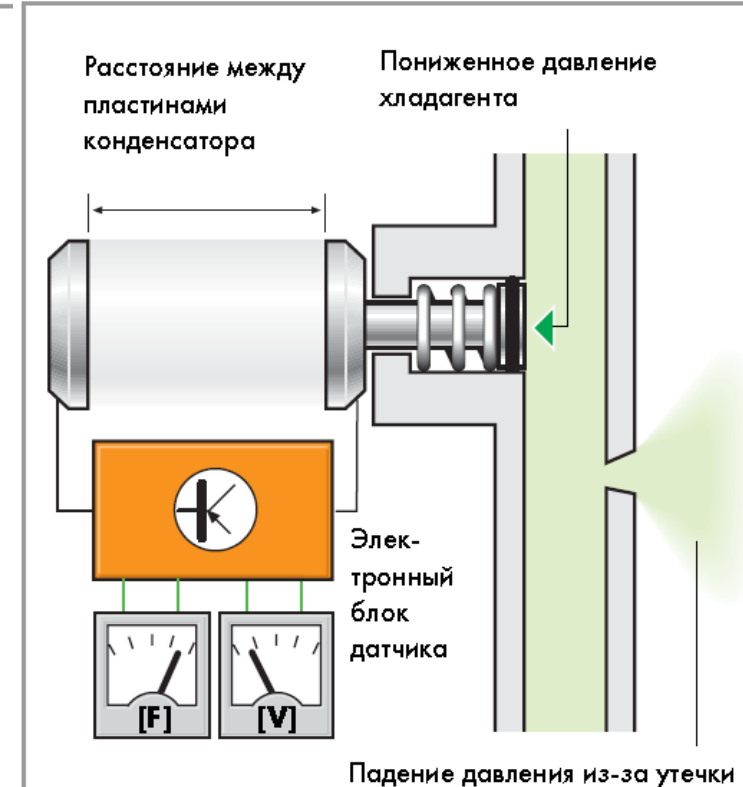
В упрощённом представлении этот принцип позволяет понять аналогию с электрическим пластинчатым конденсатором.

При изменении давления в контуре циркуляции хладагента меняется расстояние между пластинами конденсатора в датчике.

Сигнал датчика давления при нормальной работе холодильного контура



Сигнал датчика давления при полной потере хладагента из-за утечки



Датчик загрязнения воздуха

Концентрация вредных веществ определяется на принципе измерения сопротивления. Отклонение сопротивления от нормы блок управления воспринимает как факт загрязнения наружного воздуха и автоматически переключает кондиционер с проточной вентиляции на рециркуляцию.

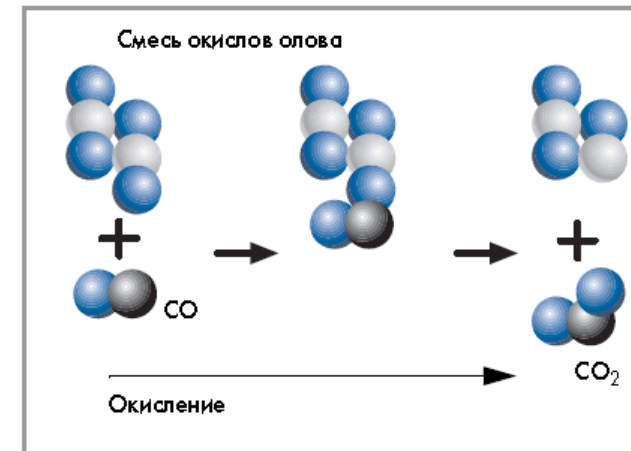
Активной основой датчика является смесь **окислов вольфрама или олова**. Эти соединения изменяют свои электрические свойства при контакте с окисляемыми или восстанавливаемыми газами.

Окисляемые газы стремятся поглотить кислород и соединиться с ним. Восстанавливаемые газы, напротив, отдают кислород другим элементам или соединениям.

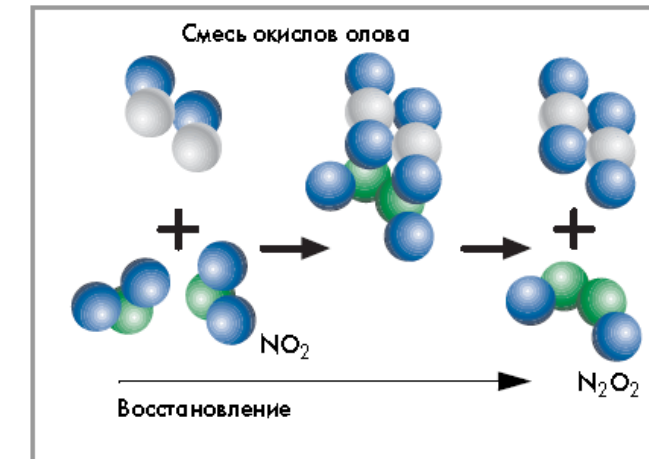
К окисляемым газам относятся окись углерода (CO), пары бензола и бензина, углеводороды, Несгоревшие остатки топлива.

Восстанавливаемыми газами являются окислы азота NOx

Реакция с окисляемыми газами



Реакция с восстанавливаемыми газами



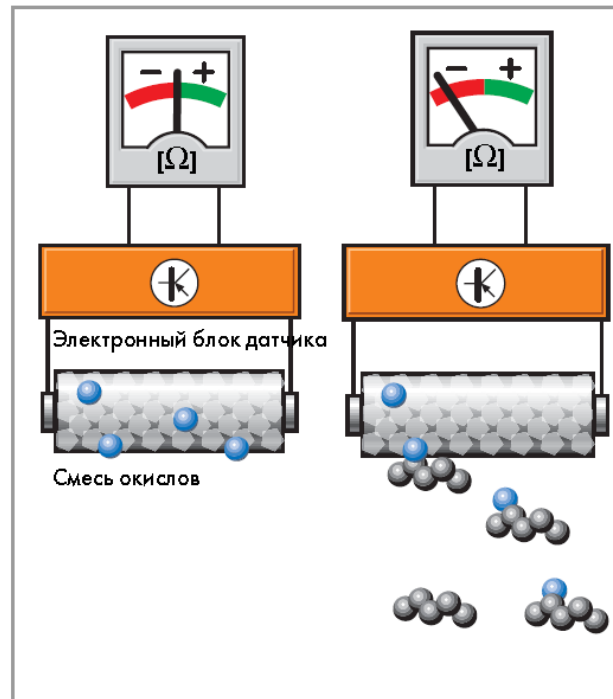
Датчик загрязнения воздуха

Благодаря физико-химическим свойствам смеси окислов датчик однозначно распознает также загрязнение воздуха, обусловленное одновременным присутствием окисляемых и восстанавливаемых газов.

Загрязнение воздуха выявляется по следующим признакам:

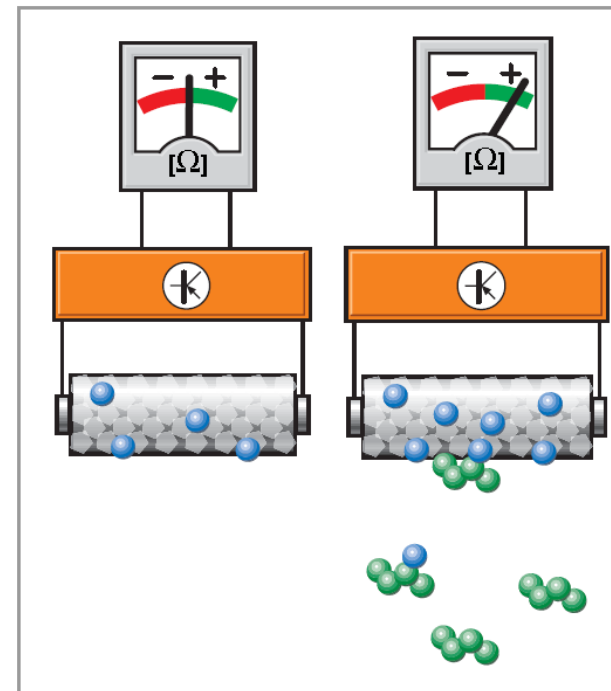
- Если сопротивление датчика увеличивается, то это свидетельствует о наличии окисляемых газов.
- Падение сопротивления означает, что в воздухе присутствуют окисляемые газы.

Измерение концентрации вредных веществ при загрязнении воздуха окисляемыми газами



● Кислород
● Окисляемый газ

Измерение концентрации вредных веществ при загрязнении воздуха восстанавливаемыми газами



● Кислород
● Восстанавливаемый газ

Источники CO₂ в салоне автомобиля

Дыхание человека: При дыхании выделяется CO₂. Так, когда в машине находятся пассажиры, их выдыхаемый воздух увеличивает концентрацию CO₂. Чем больше пассажиров, тем выше может стать концентрация CO₂.

Утечка хладагента R744. Риск утечки хладагента R744 выше, а требования к объёму утечки более строгие. Это требует поиска эффективных методов точного измерения объема утечки систем тепловых насосов с углекислым газом.

Внешнее загрязнение воздуха: В районах с интенсивным движением транспорта или высоким уровнем загрязнения может наблюдаться повышенное содержание CO₂ в окружающей среде. Он может проникнуть в автомобиль, особенно если окна открыты или система вентиляции неэффективно фильтрует наружный воздух.



Датчики углекислого газа

Существует несколько различных способов измерения уровня CO_2 . Наиболее распространенные типы датчиков CO_2

Датчики с термопроводником

Датчики CO_2 с термопроводником измеряют концентрацию CO_2 на основе взаимосвязи между теплопроводностью газа CO_2 и его концентрацией. Датчик включает в себя терморезистор, одна часть которого нагревается и поддерживается при постоянной температуре, а другая часть служит опорной температурой. Когда газ CO_2 проходит через датчик, он уносит тепло от нагретой части, что приводит к разнице температур. Датчик измеряет эту разницу температур и преобразует ее в показания концентрации CO_2 .

Полупроводниковый датчик

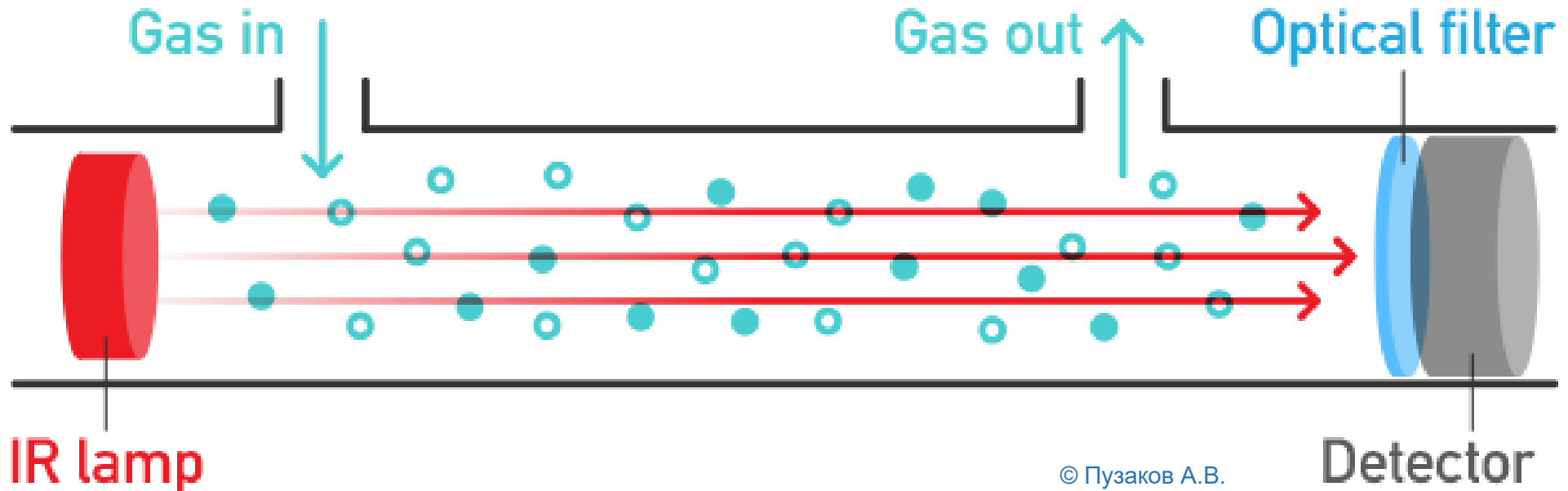
Полупроводниковые датчики CO_2 используют электрические характеристики оксидных полупроводниковых материалов для измерения концентрации CO_2 . В этих датчиках часто используются газочувствительные материалы на основе оксидов металлов, такие как диоксид олова (SnO_2). Когда газ CO_2 вступает в контакт с оксидным материалом, на поверхности материала происходит химическая реакция, вызывающая изменение его электрического сопротивления. Это изменение сопротивления пропорционально концентрации CO_2 , и датчик измеряет это изменение сопротивления для определения концентрации CO_2 .

Датчики углекислого газа

Датчики NDIR (Недисперсионные инфракрасные датчики)

Датчики CO₂ NDIR используют свойства поглощения инфракрасного излучения для измерения концентрации CO₂. Эти датчики состоят из **источника инфракрасного света** (обычно инфракрасной лампы), **оптической камеры** и **инфракрасного детектора**.

Источник света излучает инфракрасное излучение определенной длины волны, которое проходит через оптическую камеру. Когда свет проходит через камеру, молекулы CO₂ поглощают определенные длины волн инфракрасного света. Инфракрасный детектор измеряет интенсивность света, проходящего через камеру, и на основе поглощения CO₂ на определенных длинах волн рассчитывает и выдает концентрацию CO₂.

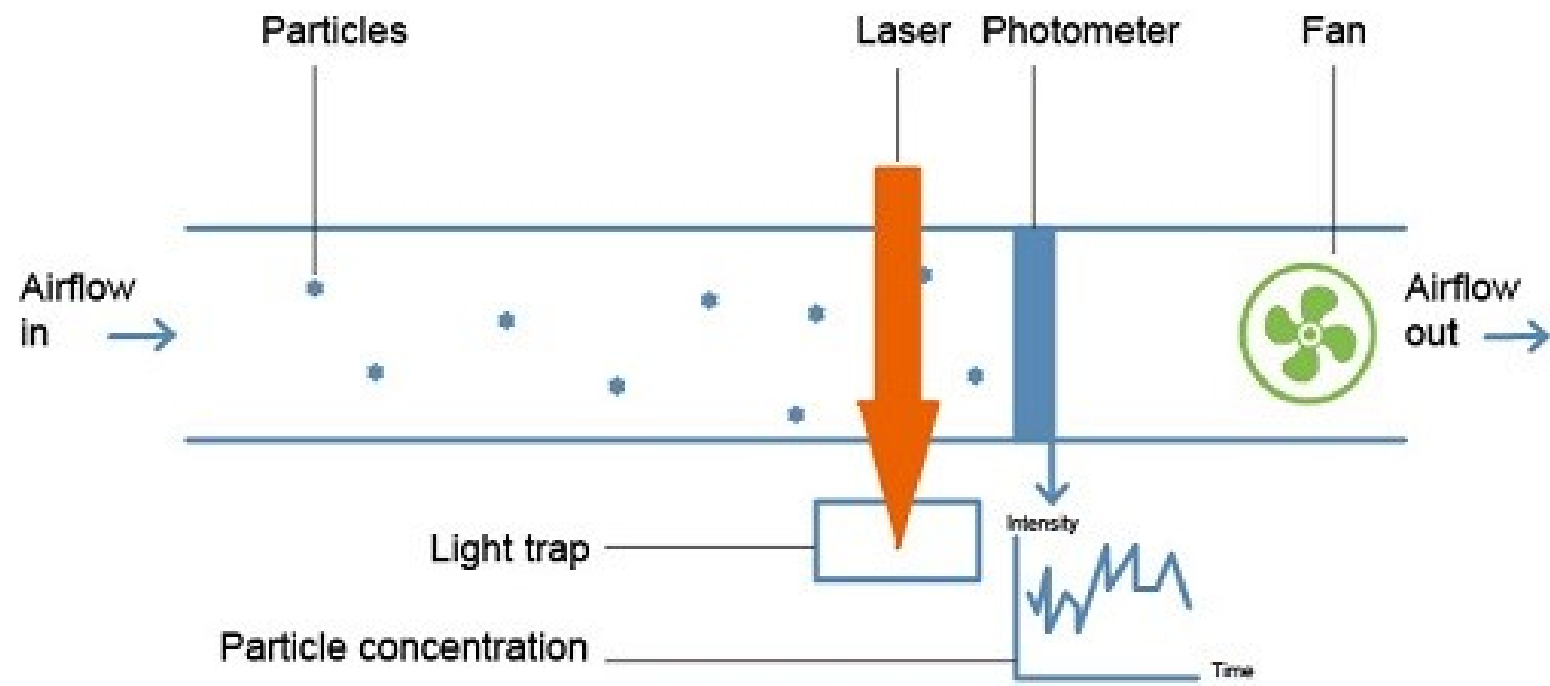
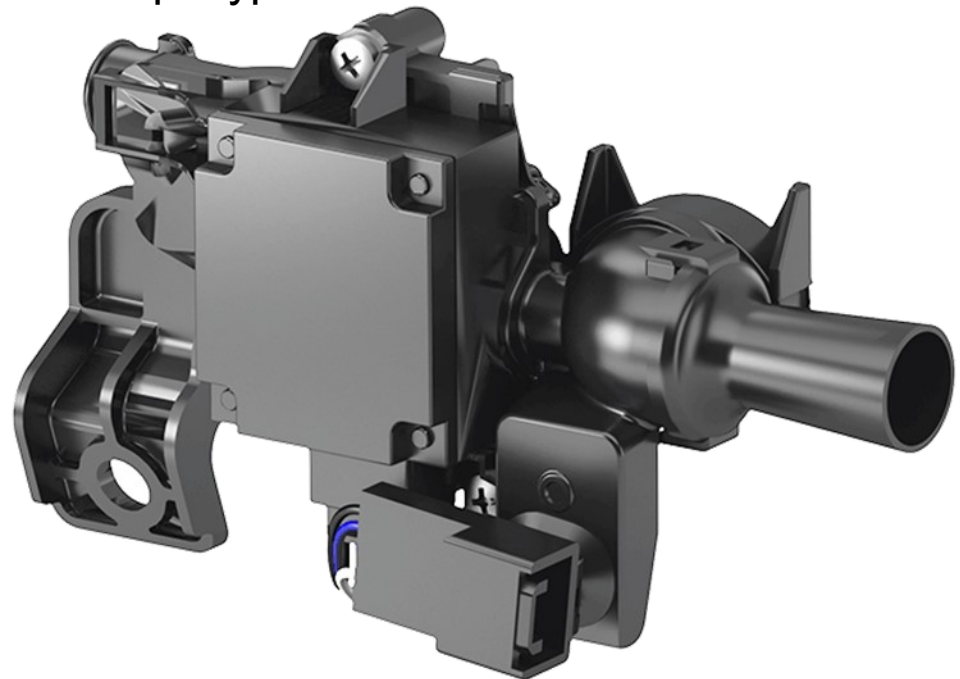


Датчик частиц PM2.5

Для измерения PM2.5 используется **светорассеивающий лазерный датчик**. Принцип его работы заключается в том, что в измерительной "камере" датчика лазерный луч света светит на частицы, и этот свет затем излучается во всех направлениях от этих частиц (рассеивается). Затем фотометрический детектор измеряет весь этот рассеянный свет, и на его основе датчик может рассчитать концентрацию частиц в камере.

Таким образом, датчик способен обнаруживать почти микроскопические частицы размером от 0,3 до 2,5 мкм. Датчик оснащен небольшим вентилятором для обеспечения постоянного потока воздуха через измерительную камеру.

Каждое показание датчика калибруется по специальному алгоритму, который учитывает внешние значения температуры и влажности.

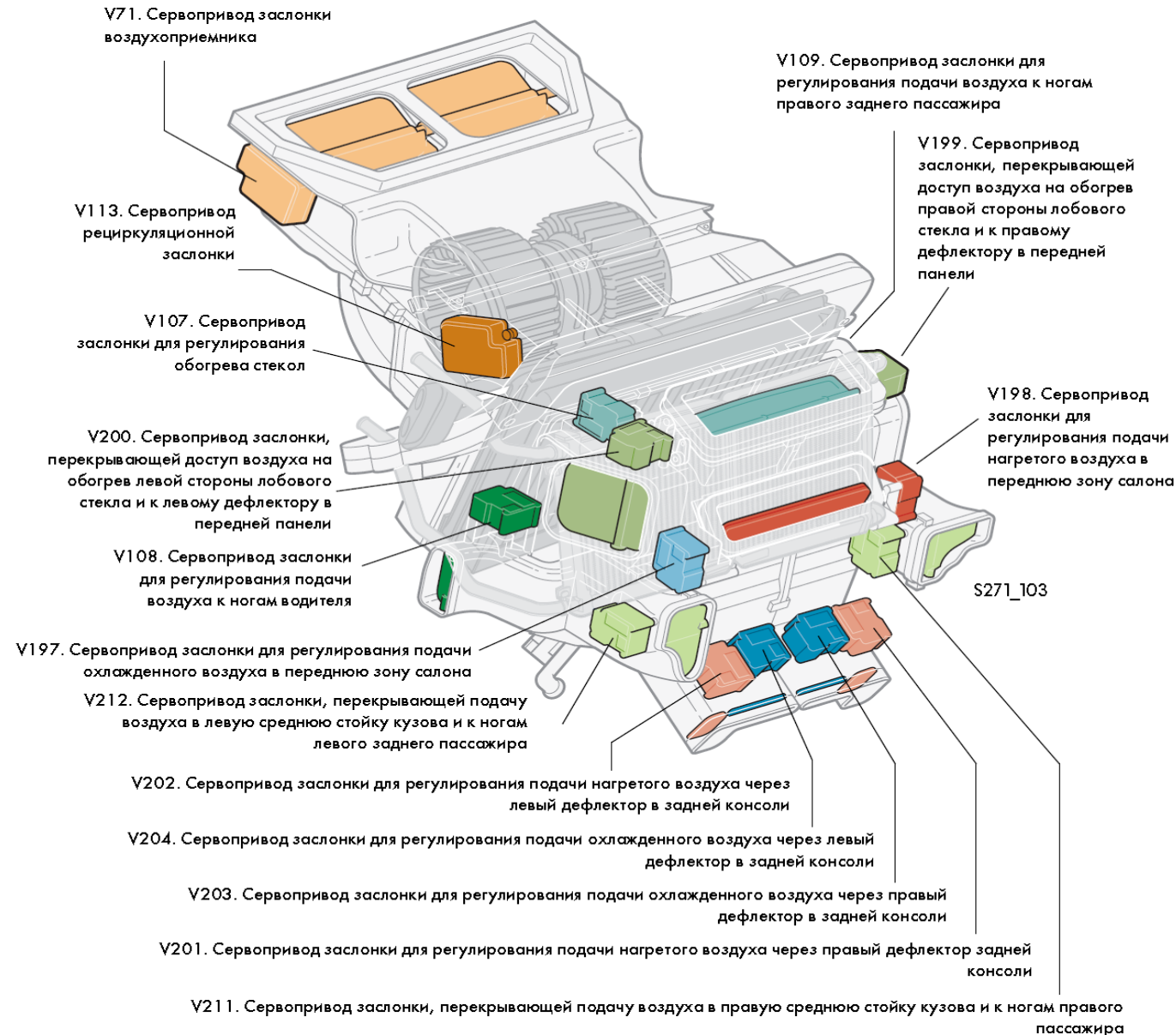


К исполнительным устройствам относятся приводы заслонок и электродвигатель вентилятора приточного воздуха, с помощью которых создается и поддерживается заданный температурный режим. Заслонки могут иметь механический или электрический привод.

В конструкции климатической установки могут применяться следующие заслонки:

- заслонка приточного воздуха;
- центральная заслонка;
- заслонки температурного регулирования (в системах с 2-мя и более зонами регулирования);
- заслонка рециркуляции;
- заслонки для оттаивания стекол.

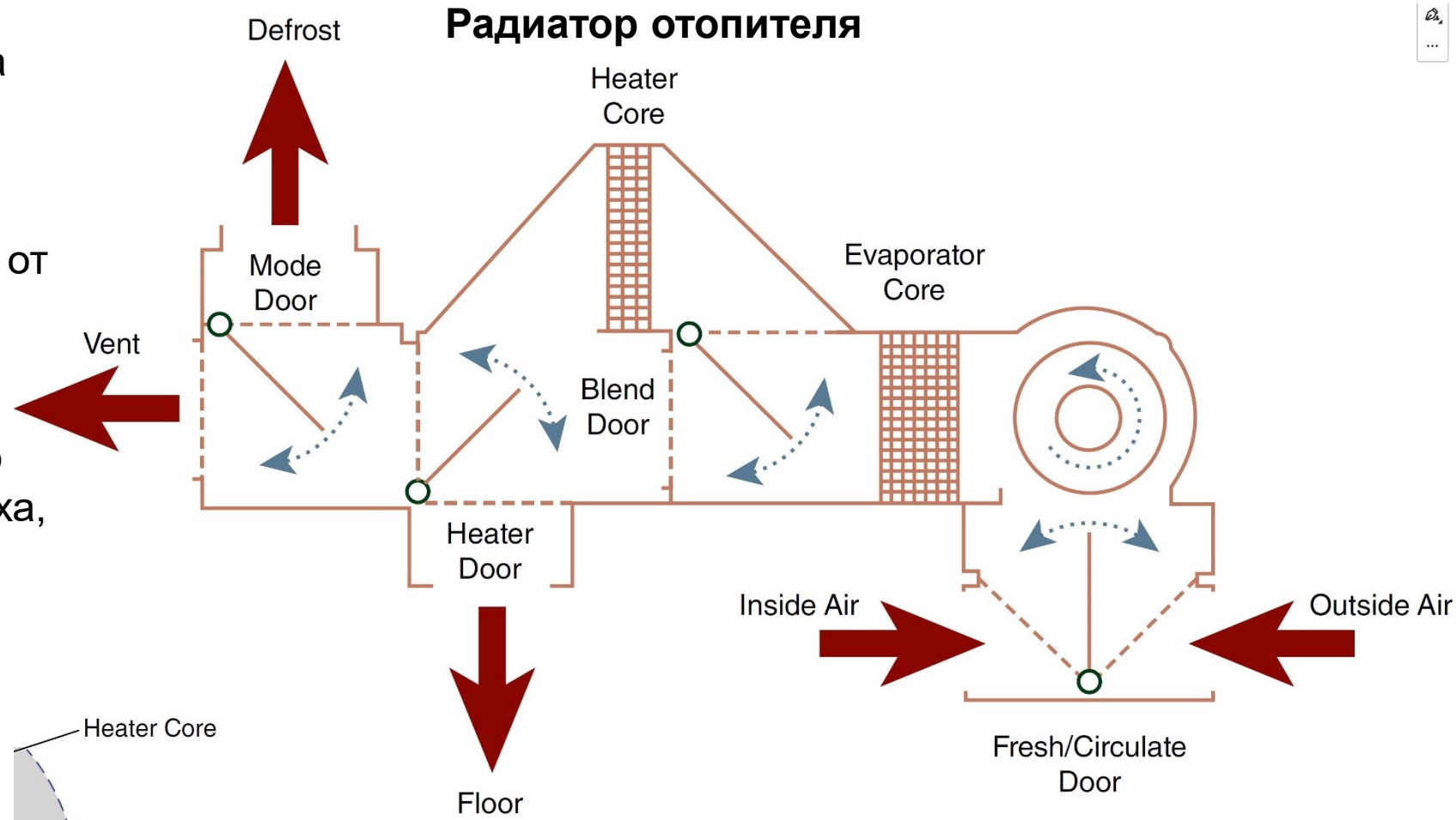
Система климат-контроля обеспечивает автоматическое регулирование температуры в салоне автомобиля в пределах 16-30°C.



Расположение заслонок климатической системы

Для обеспечения температурного режима, требуемого водителю и пассажирам, а также поддержания направления и интенсивности потоков кондиционированного воздуха, на автомобиле устанавливается система воздуховодов и заслонок.

Напорная заслонка регулирует количество свежего воздуха, поступающего в салон в зависимости от скорости движения автомобиля и степени засоренности фильтра. Заслонка рециркуляции позволяет исключать подачу свежего, наружного воздуха, и перейти к обработке воздуха, забираемого из салона автомобиля.



Заключение

Климат-контроль предназначен для создания и автоматического поддержания микроклимата в салоне автомобиля за счёт совместной работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Климатическая установка включает в себя радиатор отопления, вентилятор приточного воздуха и кондиционер, состоящий из испарителя, компрессора, конденсатора и ресивера. Принцип действия кондиционера основывается на поглощении или передаче хладагентом энергии при изменении его агрегатного состояния.

К входным датчикам системы управления климатической установкой относятся датчики температуры наружного воздуха, уровня солнечного излучения, влажности воздуха, выходной температуры, температуры испарителя, давления в системе кондиционирования.

К исполнительным устройствам относятся приводы заслонок и электродвигатель вентилятора приточного воздуха.

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего предназначена система климат-контроля? Сколько зон реализует климат-контроль современного автомобиля?
2. Что входит в состав климатической установки автомобиля? Объясните принцип действия кондиционера.
3. Какие требования предъявляются к холодильным агентам, используемым в автомобильных климатических установках? Какие холодильные агенты разрешены к применению в современных климатических установках?
4. Каково назначение кондиционера, компрессора и испарителя в климатической установке?
5. Каково назначение расширительного клапана в климатической установке?
6. Какие датчики входят в состав климатической установки?
7. Устройство и принцип действия датчиков солнечной радиации, качества воздуха, влажности воздуха, температуры лобового стекла.
8. Какие исполнительные устройства относятся к климатической установке? Принцип действия сервопривода заслонок.
9. Каким образом осуществляется силовая связь между компрессором и работающим двигателем?

1. **Автомобильная техника: введение в специальность:** учебник / Пер. с немецкого. – Астана: Фолиант, 2017. – 720 с.
2. **Автомобильный справочник.** Пер. с англ. ООО «СтарСПб» - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 1280 с.
3. **Палагута, К.А.** Сетевые и диагностические протоколы современного автомобиля [Электронный ресурс]: — Электрон. дан.— М.: МГИУ (Московский государственный индустриальный университет), 2009. — 170 с.
4. **Смирнов Ю.А., Муханов В.В.** Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 624 с.
5. **Соснин Д.А.** Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4): учебник для вузов /Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416 с.
6. **Захаров, Е.А.** Автомобильные климатические установки: учебное пособие / Е.А. Захаров, К.И. Лютин, Е.А. Федянов. – ВолгГТУ, Волгоград, 2013. – 95 с.
7. **Митин М.А., Пчелинцев Н.И.** Климатическая система в современном автомобиле — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. — 72 с.