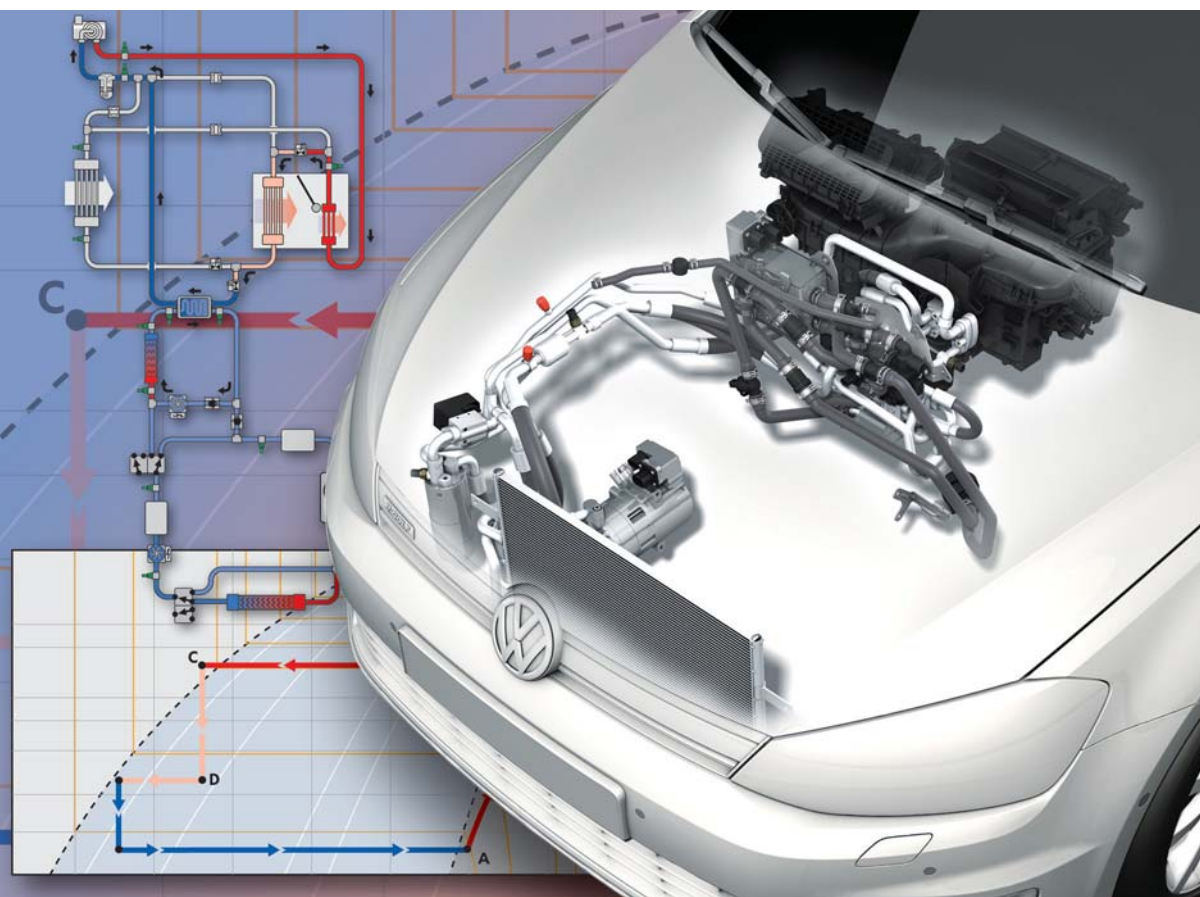




Программа самообучения 532

Тепловой насос Volkswagen

Устройство и принцип действия



Технология тепловых насосов уже много лет известна в сфере бытовой техники. Марка Volkswagen впервые применяет эту эффективную технологию для генерирования тепла в модели e-Golf.

Система теплового насоса представляет собой контур циркуляции хладагента, состоящий из многих компонентов. Далее для краткости она будет называться тепловым насосом.

В автомобиле с двигателем внутреннего сгорания можно использовать тепло, отводимое от двигателя. Однако у автомобиля с электрическим приводом количество отводимого тепла не так велико, чтобы его можно было применять хотя бы для обогрева салона автомобиля. Установка теплового насоса позволяет использовать тепловую энергию наружного воздуха, а также тепло, отводимое от компонентов привода, для обогрева салона. Благодаря этому на работу высоковольтного нагревательного элемента расходуется меньшее количество энергии высоковольтной батареи. Расход энергии снижается. Запас хода автомобиля e-Golf с тепловым насосом по сравнению с e-Golf без теплового насоса увеличивается более чем на 30 %.



s532_006



Основные сведения о климатических установках можно найти в программе самообучения 208 «Климатические установки в автомобиле». Важные указания содержит также программа самообучения 530 «e-Golf: введение».

Программа самообучения содержит информацию о новинках конструкции автомобиля!
Программа самообучения не актуализируется.

Для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо использовать соответствующую техническую документацию.



Внимание
Указание

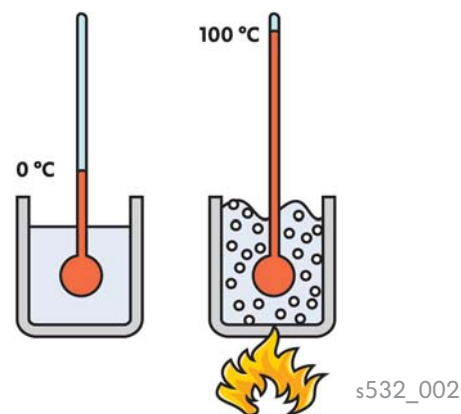
Содержание

Введение	4
Основополагающий принцип действия теплового насоса	7
Тепловой насос в e-Golf	9
Компоненты	12
Принцип действия теплового насоса	22
Общая схема системы	28
Техническое обслуживание	29
Контрольные вопросы	30

Закономерности

Что представляет собой теплота?

Теплота (условное обозначение в формулах — Q , единица измерения — джоуль) представляет собой форму энергии, которая передаётся между двумя системами из-за разницы температур. Тепловая энергия при этом переходит из места с высокой температурой к месту с более низкой температурой. Перенос тепла может осуществляться за счёт теплопроводности, теплового излучения или путём конвекции.



Изменение агрегатного состояния

Существует три классических агрегатных состояния вещества, которые могут преобразовываться одно в другое в результате изменения температуры или давления: твёрдое, жидкое и газообразное.

Для изменения агрегатного состояния тело должно либо получить, либо отдать тепловую энергию:

- **Плавление:** переход из твёрдого агрегатного состояния в жидкое. При этом тепловая энергия поглощается.
- **Испарение:** переход из жидкого агрегатного состояния в газообразное. При этом тепловая энергия поглощается.
- **Конденсация:** переход из газообразного агрегатного состояния в жидкое. При этом тепловая энергия выделяется.
- **Кристаллизация:** переход из жидкого агрегатного состояния в твёрдое. При этом тепловая энергия выделяется.

Агрегатные состояния воды



s532_001

Тепловой насос

Общие положения

Эти закономерности используются в тепловом насосе и реализуются в виде технического решения.

Воду, стекающую под уклон, подавать обратно вверх приходится с помощью насоса. То же самое происходит с тепловой энергией: она самопроизвольно «перетекает» в направлении из области с более высокой температурой в область с более низкой температурой. Тепловые насосы с помощью электрической энергии перекачивают тепловую энергию в направлении, противоположном естественному тепловому потоку: от более низкого температурного уровня к более высокому.

Назначение

Тепловые насосы переносят тепловую энергию из одного места в другое. Они уже давно используются в бытовой технике для обогрева жилых помещений. Небольшой расход энергии, низкая нагрузка на окружающую среду и незначительные эксплуатационные расходы являются преимуществами этой технологии обогрева.



При инверсии процесса этот принцип реализуется в холодильниках и климатических установках для охлаждения.



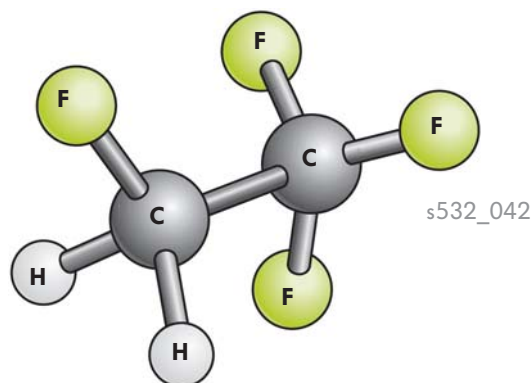
Дополнительную информацию по климатическим установкам см. в программе самообучения 208 «Климатические установки в автомобиле».

Хладагент

В тепловом насосе используется хладагент R134a. Он представляет собой фторуглерод (фреон), закипающий при низкой температуре. Хладагент R134a в газообразном состоянии невидим, в виде пара и жидкости бесцветен, как вода.

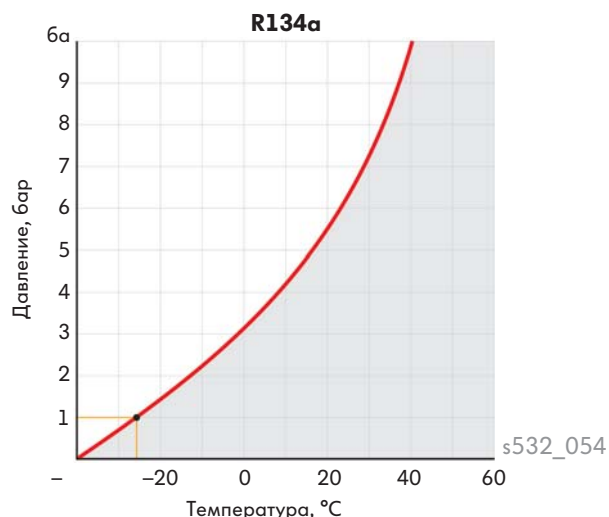
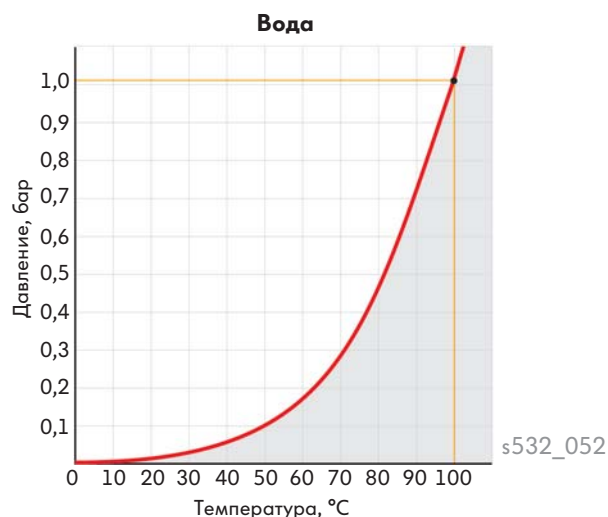
Характеристики

- Наименование: тетрафторэтан.
- Химическая формула: $\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$.
- Точка кипения при давлении прим. 1 бар: $-26,5^\circ\text{C}$.
- Температура замерзания: $-101,6^\circ\text{C}$.
- Критическая температура: $100,6^\circ\text{C}$.
- Критическое давление: 4,056 МПа (40,56 бар).



Давление и точка кипения

Точка кипения — это температура, при которой вещество переходит из жидкого агрегатного состояния в газообразное. Точка кипения вещества всегда указывается при нормальном атмосферном давлении (1,01325 бар). Температура кипения изменяется в зависимости от давления. Так, она понижается при низком давлении и повышается при более высоком. Эту характеристику можно отобразить на графике зависимости давления и температуры в виде кривой испарения. На приведённых далее графиках для сравнения показаны характеристики двух веществ: воды и хладагента R134a.



Эти физические свойства хладагента R134a используются в тепловом насосе. Путём целенаправленного изменения давления и температуры хладагенту придаются следующие свойства:

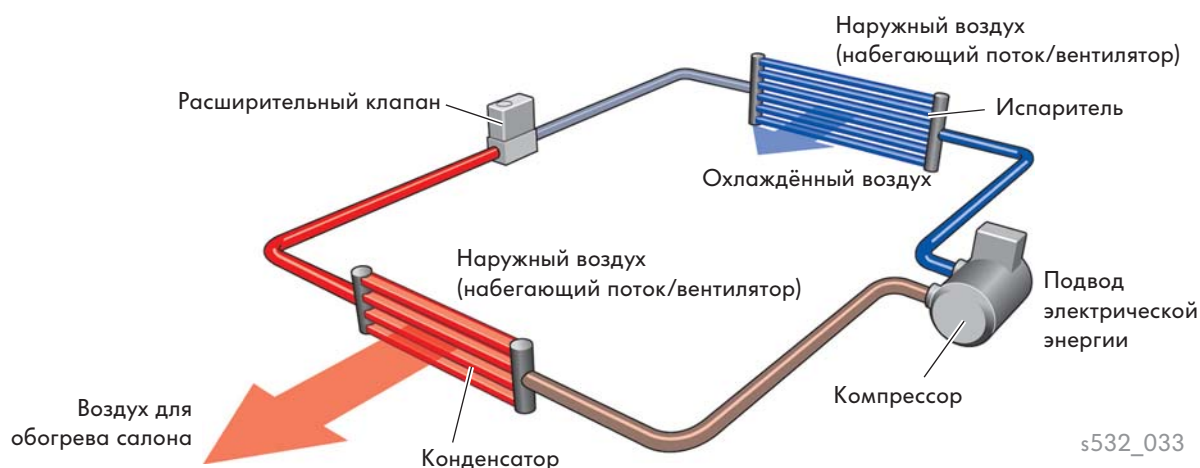
- испарение при температуре окружающей среды и поглощение тепла;
- или: конденсация при температуре окружающей среды и выделение тепла.

Основополагающий принцип действия теплового насоса

Схема контура циркуляции

Тепловой насос состоит из следующих основных компонентов: компрессор, испаритель, расширительный клапан и конденсатор.

Хладагент циркулирует в замкнутом контуре теплового насоса и при этом попеременно меняет своё агрегатное состояние с жидкого на газообразное и обратно. Он предназначен для передачи и переноса тепла. Давление в этом контуре циркуляции является избыточным по сравнению с атмосферным.



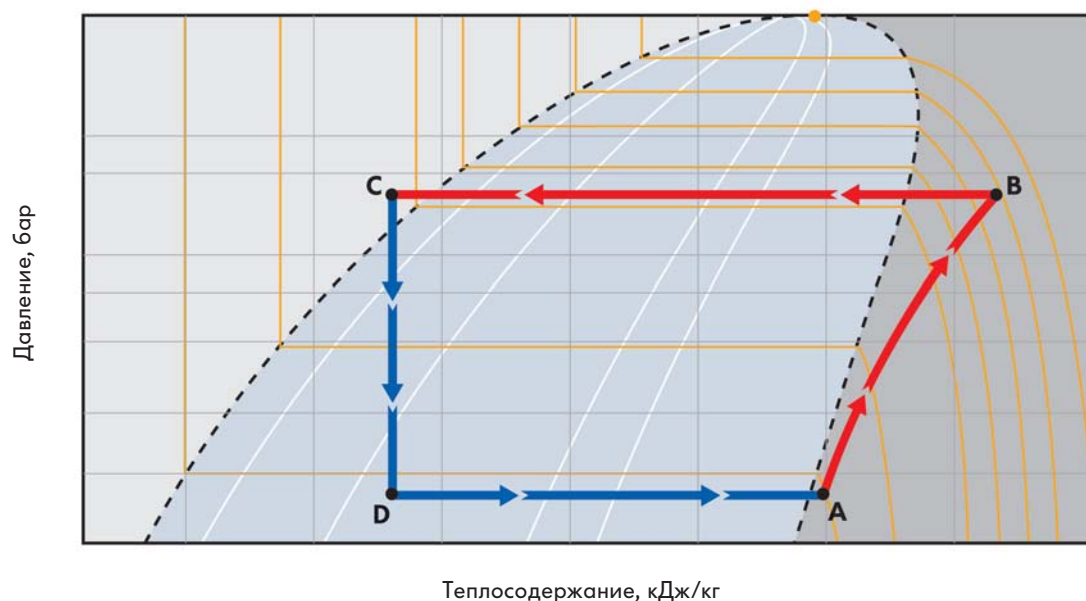
Принцип действия

- Компрессор всасывает холодный газообразный хладагент, имеющий низкое давление, и сжимает его под высоким давлением. При этом температура повышается. На этом этапе хладагент находится в газообразном состоянии, имеет высокое давление и высокую температуру.
- Через конденсатор течёт поток холодного воздуха (набегающий поток/поток от вентилятора). Хладагент отдаёт тепло воздуху и конденсируется. Подогретый воздух поступает в салон для обогрева. На этом этапе хладагент находится в жидком состоянии, имеет высокое давление и среднюю температуру.
- В расширительном клапане давление жидкого хладагента сильно снижается. Уменьшение давления приводит к частичному испарению хладагента. После расширения температура хладагента существенно ниже температуры окружающей среды.
- В испарителе давление распылённого хладагента продолжает снижаться, он испаряется. Необходимое для этого процесса тепло (теплота испарения) отбирается у более тёплого наружного воздуха, который при этом охлаждается. Перешедший в газообразное состояние хладагент выходит из испарителя.

Основополагающий принцип действия теплового насоса

Диаграмма агрегатных состояний хладагента R134a

Приведённый далее график демонстрирует фрагмент диаграммы агрегатных состояний хладагента R134a, на котором представлен контур циркуляции теплового насоса. Для каждого процесса на нём можно определить теплосодержание, давление, температуру, а также агрегатное состояние хладагента. В зависимости от температуры наружного воздуха и потребности в тепловой энергии в автомобиле абсолютные значения величин различаются.



s532_012

Условные обозначения

- Газообразный хладагент
- Область насыщенного пара хладагента
- Жидкий хладагент
- Линия раздела газовой/жидкой фазы

- Область высокого давления
- Область низкого давления
- Линия постоянной температуры (кривая температуры)

Пояснение

А–В: сжатие

Хладагент находится в газообразном состоянии, давление и температура повышаются.

В–С: конденсация

Хладагент переходит в жидкую фазу, температура понижается, давление остаётся неизменным.

С–D: расширение

Уменьшение давления приводит к частичному испарению хладагента, температура понижается.

D–A: испарение

Хладагент полностью переходит в газообразное состояние, температура незначительно повышается, давление остаётся неизменным.

К: критическая точка

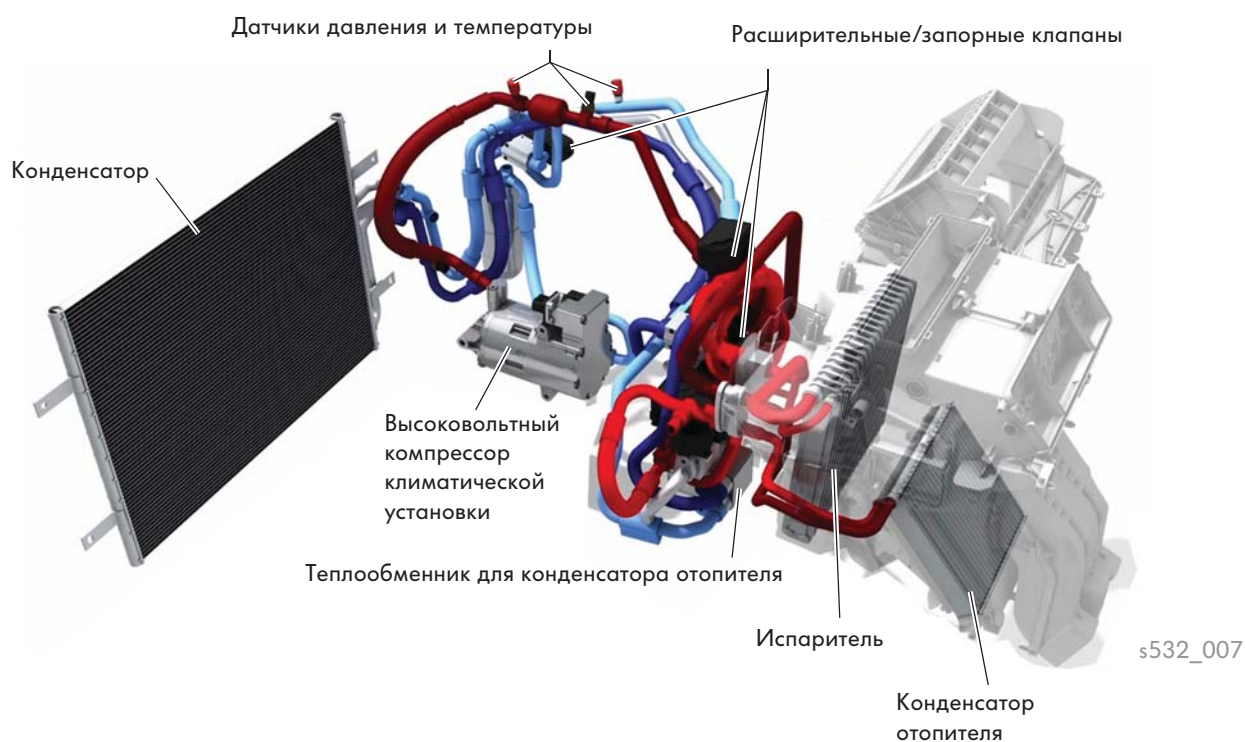
Слева от критической точки находится линия кипения, а справа — линия пара.

Устройство системы

Для работы климатической установки e-Golf приводятся в действие такие компоненты, как электрический компрессор климатической установки, испаритель и конденсатор. Для реализации функции теплового насоса контур циркуляции хладагента климатической установки дополнен магистралями хладагента, электрическими расширительными клапанами, датчиками давления и температуры и конденсатором отопителя.

Так как система теплового насоса e-Golf использует также тепло, отводимое от электродвигателя и блока электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода, параллельно контуру теплового насоса установлен второй расширительный клапан и теплообменник для конденсатора отопителя.

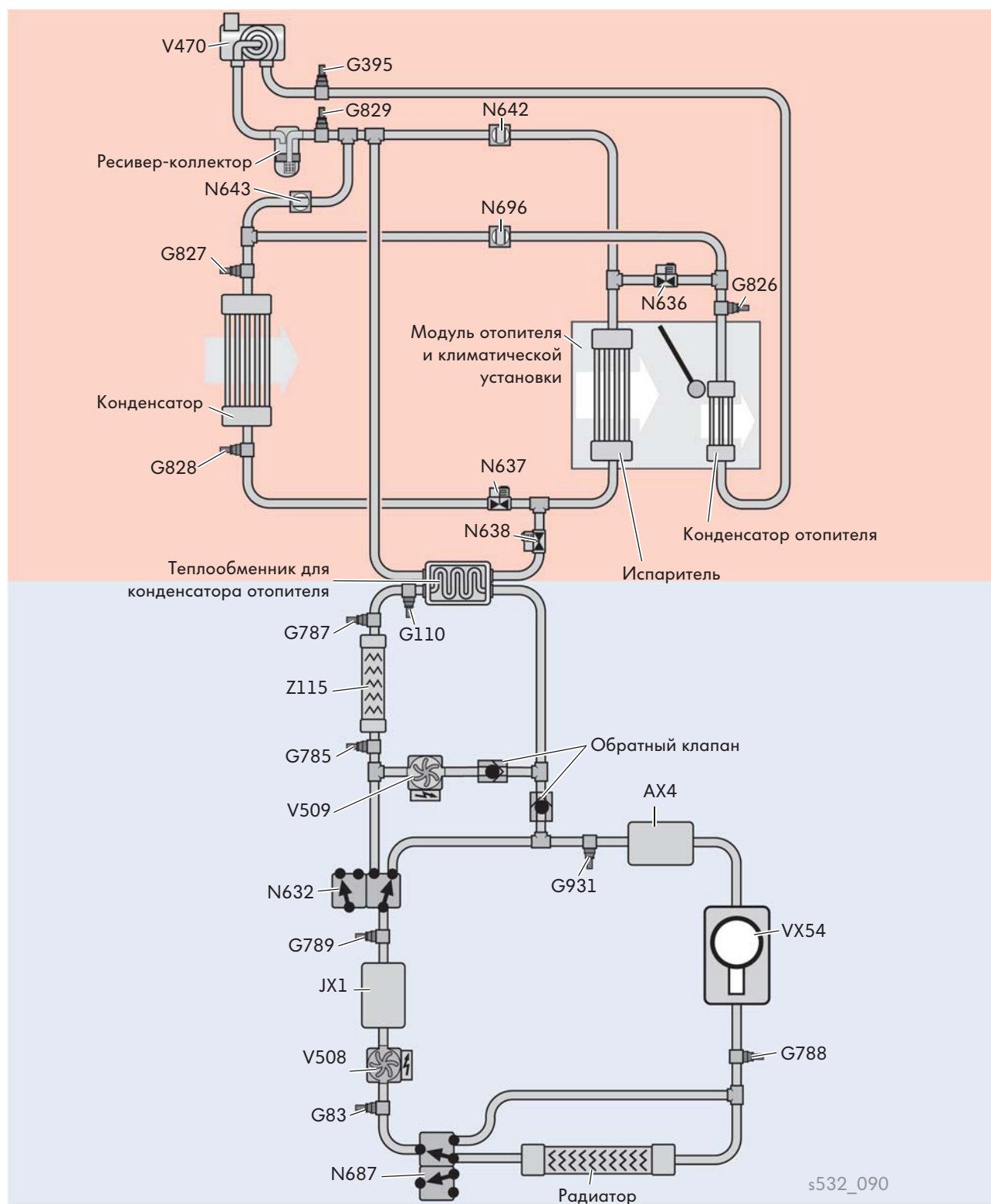
Контур циркуляции хладагента в автомобиле





Тепловой насос в e-Golf

Схема контура циркуляції хладагента

Эта схема контура циркуляции хладагента теплового насоса с контуром системы охлаждения является графической основой для последующего описания компонентов и отдельных функций теплового насоса.



Условные обозначения

AX4	Зарядное устройство 1 высоковольтной АКБ
G83	Датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе радиатора
G110	Датчик температуры охлаждающей жидкости для климатической установки
G395	Датчик давления и температуры хладагента
G785	Датчик температуры перед высоковольтным нагревательным элементом (PTC)
G787	Датчик температуры после теплообменника
G788	Датчик температуры после тягового двигателя электропривода
G789	Датчик температуры после блока электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода
G826	Датчик 2 давления и температуры хладагента
G827	Датчик 3 давления и температуры хладагента
G828	Датчик 4 давления и температуры хладагента
G829	Датчик 5 давления и температуры хладагента
G931	Датчик температуры перед зарядным устройством
JX1	Электроника управления электроприводом и силовыми цепями электропривода
N632	Переключающий клапан 1 ОЖ
N636	Расширительный клапан 1 хладагента
N637	Расширительный клапан 2 хладагента
N638	Расширительный клапан 3 хладагента
N642	Запорный клапан 4 хладагента
N643	Запорный клапан 5 хладагента
N687	Переключающий клапан перепускного канала радиатора
N696	Запорный клапан 1 хладагента
V470	Высоковольтный компрессор климатической установки
V508	Циркуляционный насос ОЖ перед блоком электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода
V509	Циркуляционный насос ОЖ перед высоковольтным нагревательным элементом (PTC)
VX54	Электропривод трёхфазного переменного тока
Z115	Высоковольтный нагревательный элемент (PTC)
	Контур циркуляции хладагента
	Контур системы охлаждения

В последующем для краткости и большей наглядности:

- расширительный клапан 1 хладагента N636 обозначается как расширительный клапан 1 (EV1);
- расширительный клапан 2 хладагента N637 обозначается как расширительный клапан 2 (EV2);
- расширительный клапан 3 хладагента N638 обозначается как расширительный клапан 3 (EV3);
- запорный клапан 1 хладагента N696 обозначается как запорный клапан 1 (AV1);
- запорный клапан 4 хладагента N642 обозначается как запорный клапан 4 (AV4);
- запорный клапан 5 хладагента N643 обозначается как запорный клапан 5 (AV5).

Высоковольтный компрессор климатической установки

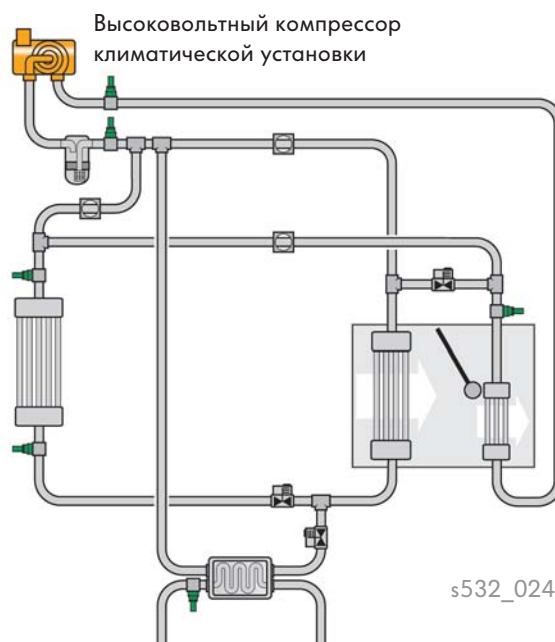
Место установки

Высоковольтный компрессор климатической установки V470 закреплён на электроприводе трёхфазного тока VX54.

Конструкция

В e-Golf с тепловым насосом применяется высоковольтный компрессор климатической установки, работающий по принципу спирального компрессора.

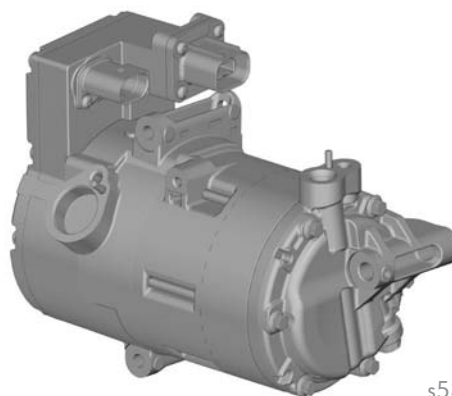
По конструкции он идентичен компрессору климатической установки, установленному в e-Golf без теплового насоса.



Принцип действия

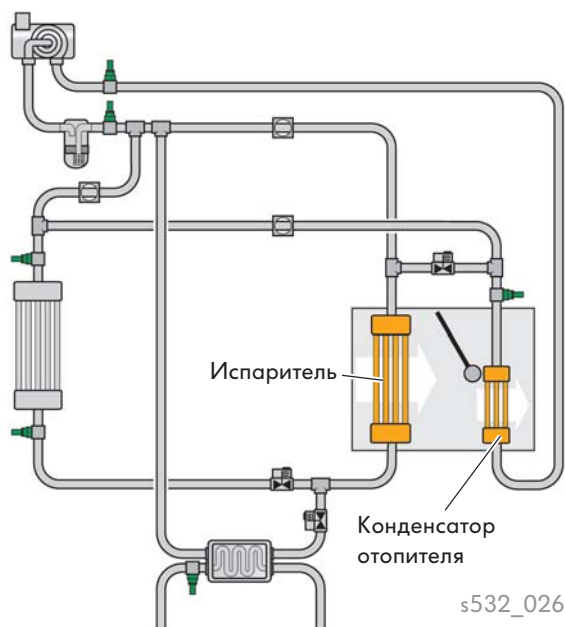
Высоковольтный компрессор климатической установки всасывает газообразный хладагент с низким давлением. В этом компрессоре хладагент сжимается. Давление повышается, температура хладагента тоже увеличивается.

Высоковольтный компрессор нагнетает хладагент, имеющий вид горячего газа, в конденсатор. Таким образом, этот компрессор является местом разграничения стороны низкого давления и стороны высокого давления контура циркуляции хладагента.



Дополнительную информацию по устройству и принципу действия спирального компрессора можно найти в программе самообучения 525 «Jetta Hybrid: введение».

Конденсатор отопителя и испаритель



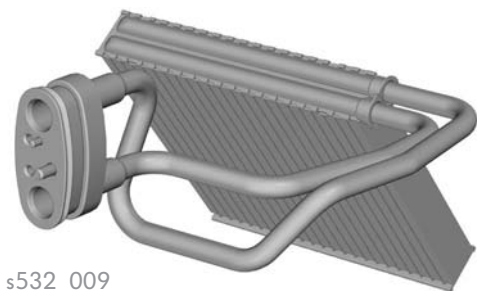
Место установки конденсатора отопителя/испарителя

Тепловой насос в e-Golf имеет один конденсатор отопителя и один испаритель. Оба компонента установлены в модуле отопителя и климатической установки.

Устройство конденсатора отопителя

Конденсатор отопителя состоит из изогнутой змейкой трубки, которая прочно соединена с пластинами. Так обеспечивается большая поверхность теплообмена с хорошей теплопередачей. Через конденсатор отопителя проходит поток воздуха, подаваемый вентилятором модуля отопителя и климатической установки.

Конденсатор отопителя



Принцип действия конденсатора отопителя

Под конденсацией подразумевается переход вещества из газообразного состояния в жидкое. Горячий газообразный хладагент попадает в конденсатор. Трубки и пластины конденсатора поглощают тепло. Холодный наружный воздух проходит через конденсатор. Он поглощает тепло и направляется в салон автомобиля. При этом газообразный хладагент в конденсаторе остывает, конденсируется и становится жидким.

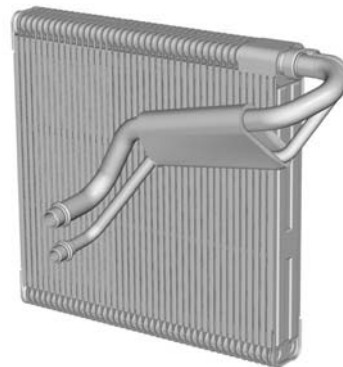
Устройство испарителя

В конструктивном плане испаритель аналогичен конденсатору отопителя, в нём течёт хладагент. Как и в случае конденсатора отопителя, через испаритель проходит поток воздуха модуля отопителя и климатической установки.

Принцип действия испарителя

В режиме теплового насоса (функция обогрева) испаритель работает как конденсатор. Это означает, что воздух, проходящий через испаритель, нагревается.

Испаритель



s532_025



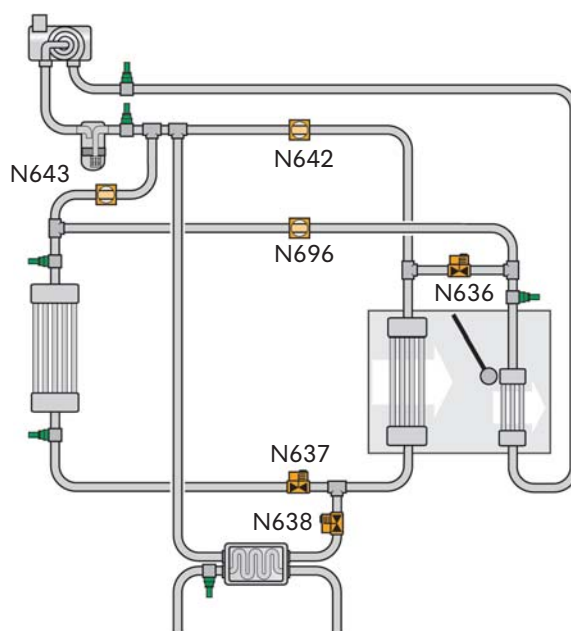
В режиме (функции) охлаждения испаритель работает как испаритель. Это означает, что воздух, проходящий через испаритель, охлаждается.

Расширительные и запорные клапаны

Места установки расширительных/запорных клапанов

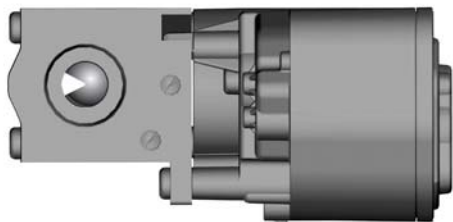
В контуре циркуляции хладагента теплового насоса находятся три расширительных клапана и три запорных клапана, а именно:

- расширительный клапан 1 хладагента N636 (EV1);
- расширительный клапан 2 хладагента N637 (EV2);
- расширительный клапан 3 хладагента N638 (EV3);
- запорный клапан 1 хладагента N696 (AV1);
- запорный клапан 4 хладагента N642 (AV4);
- запорный клапан 5 хладагента N643 (AV5).



s532_028

Расширительный клапан

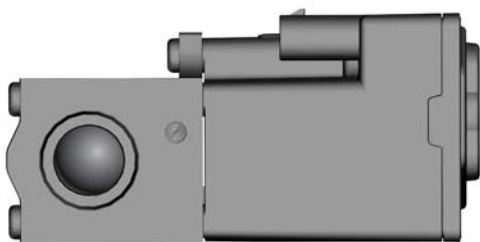


s532_011



В режиме (функции) обогрева хладагент течёт через расширительный клапан N637 от испарителя в направлении конденсатора. В режиме (функции) охлаждения хладагент течёт через расширительный клапан в обратном направлении.

Запорный клапан



s532_017



Расширительные и запорные клапаны соединены с блоком управления системы терморегулирования J1024 с помощью одной и той же шины LIN. Механическая кодировка осуществляется посредством изменения расположения контактов в компактном разъёме клапанов.

Устройство расширительного клапана

По своей конструкции все расширительные клапаны идентичны. С помощью V-образной управляющей кромки в шаровом клапане осуществляется необходимое плавное управление (0–100 %).

Принцип действия расширительного клапана

В расширительном клапане хладагент может расширяться, т. е. занять существенно большее пространство (увеличение объёма). При этом давление значительно уменьшается. Здесь жидкий хладагент частично испаряется. В результате этого снижается температура.

Устройство запорного клапана

Запорные клапаны выполнены в виде шаровых клапанов и находятся в полностью открытом или полностью закрытом положении.

Принцип действия запорного клапана

Запорные клапаны задают направление движения потока хладагента в контуре циркуляции.

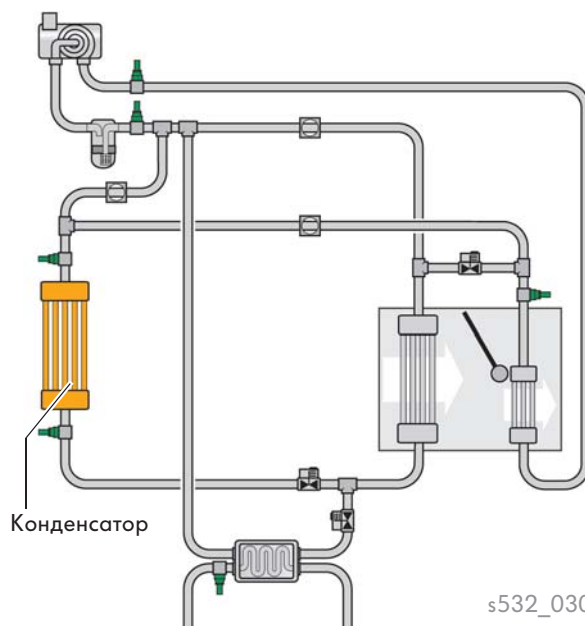
Конденсатор

Место установки

Конденсатор установлен между вентилятором радиатора и радиатором.

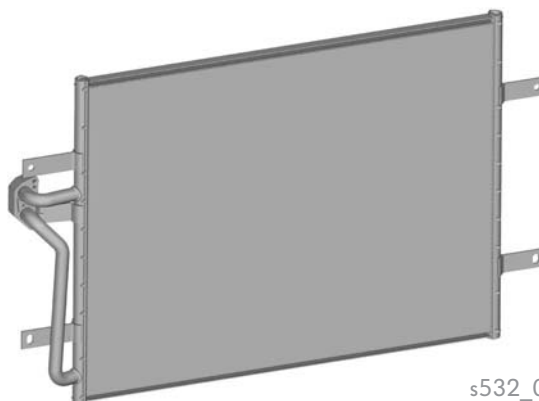
Конструкция

Конденсатор представляет собой обычный конденсатор климатической установки.



Принцип действия

В зависимости от режима работы/функции (охлаждение или обогрев) конденсатор используется как испаритель или как конденсатор. В качестве испарителя он работает в режиме теплового насоса, т. е. в функции обогрева. Под испарением подразумевается переход вещества из жидкого состояния в газообразное. В испарителе уже расширившийся и имеющий температуру ниже температуры наружного воздуха хладагент полностью испаряется. Необходимая для этого теплота забирается у наружного воздуха, проходящего между пластинами испарителя. Давление хладагента остаётся постоянным, температура незначительно повышается.



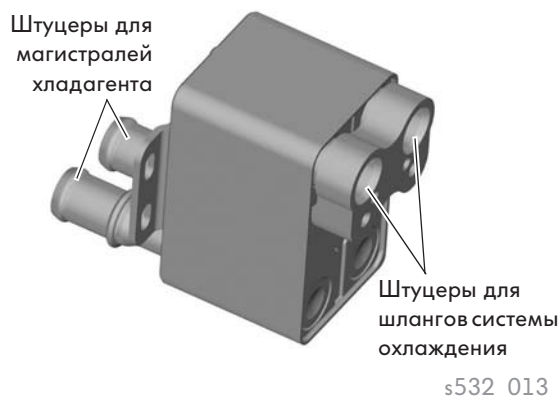
В режиме (функции) охлаждения испаритель работает как конденсатор.

Теплообменник для конденсатора отопителя



Условные обозначения

- Контур циркуляции хладагента
- Контур системы охлаждения



Место установки

Теплообменник для конденсатора отопителя установлен на подрамнике на перегородке моторного отсека. На нём размещена большая часть всех компонентов теплового насоса.

Конструкция

Теплообменник для конденсатора отопителя представляет собой обычный пластинчатый теплообменник, аналогичный тому, который используется для охлаждения масла, циркулирующего в контурах системы смазки, охлаждающей жидкостью. Контур системы охлаждения отделён от контура циркуляции хладагента. Теплообмен осуществляется без прямого контакта или смешивания жидкостей.

Принцип действия

В теплообменнике для конденсатора отопителя теплота охлаждающей жидкости передаётся хладагенту и хладагент испаряется. Для этого используется отводимое тепло электронных компонентов, например электропривода трёхфазного тока, блока электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода, а также зарядного устройства.

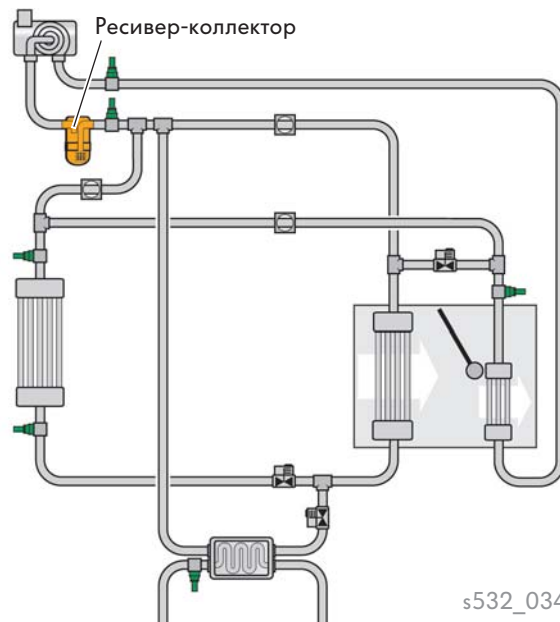
Ресивер-коллектор

Место установки

Ресивер-коллектор установлен перед высоковольтным компрессором климатической установки по направлению циркуляции потока хладагента. Он находится спереди справа в колёсной нише.

Конструкция

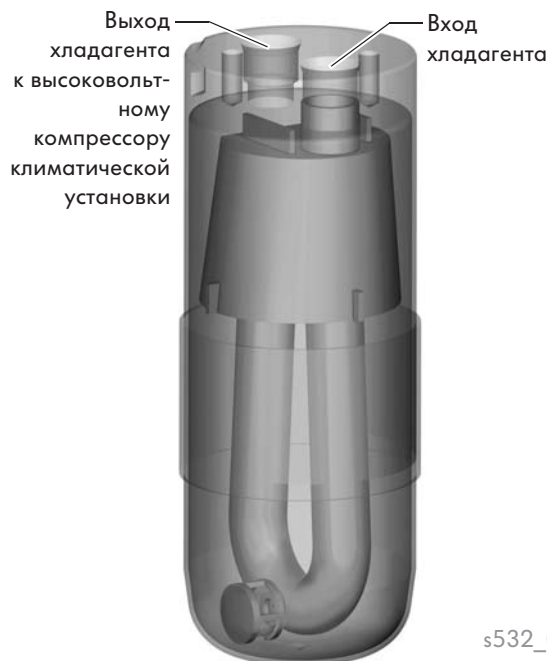
Ресивер-коллектор идентичен ресиверам-коллекторам, установленным в других автомобилях с климатической установкой.



s532_034

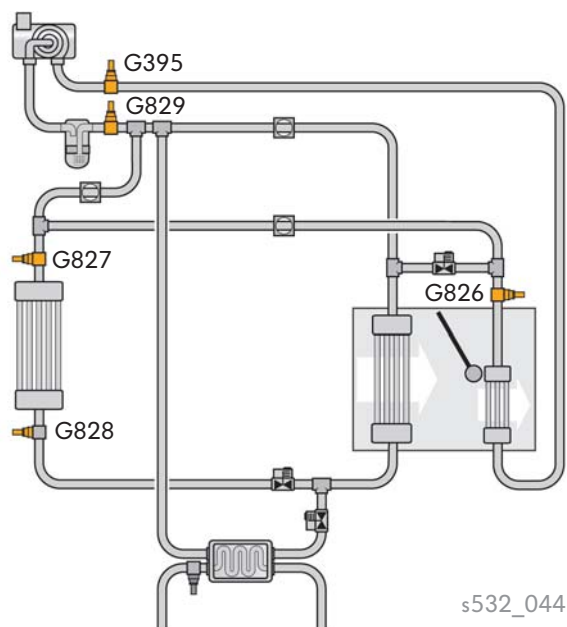
Принцип действия

В контуре циркуляции хладагента ресивер-коллектор служит в качестве компенсационного бачка и резервуара для запаса хладагента. При разных условиях эксплуатации, отличающихся термической нагрузкой на испаритель и конденсатор, частотой вращения высоковольтного компрессора климатической установки, в контур циркуляции нагнетается разное количество хладагента. Для компенсации этих колебаний в контур циркуляции встроен ресивер-коллектор.



s532_023

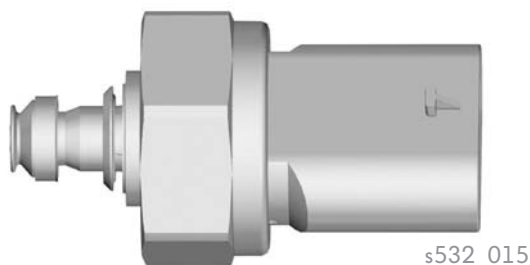
Датчики давления и температуры хладагента



Место установки

В контуре циркуляции хладагента теплового насоса в общей сложности имеется пять датчиков давления и температуры хладагента, которые находятся на подрамнике:

- датчик давления и температуры хладагента G395;
- датчик 2 давления и температуры хладагента G826;
- датчик 3 давления и температуры хладагента G827;
- датчик 4 давления и температуры хладагента G828;
- датчик 5 давления и температуры хладагента G829.



Принцип действия

Датчики давления и температуры хладагента измеряют давление и температуру хладагента, преобразуют эти данные в электрический сигнал и передают его блоку управления теплового насоса. Регистрируются следующие данные:

- давление хладагента от 0 до 36 бар;
- температура хладагента от -40°C до 150°C ;
- внутренний датчик температуры от -40°C до 140°C .



Замена датчиков давления и температуры хладагента возможна только после откачивания хладагента из контура циркуляции.

Последствия при выходе из строя

Если один или несколько датчиков выходят из строя, давление и температура хладагента определяются с помощью параметрического поля. Фаза прогрева салона увеличивается, а в регистраторе событий фиксируется событие.

Переключающий клапан 1 ОЖ N632

Место установки

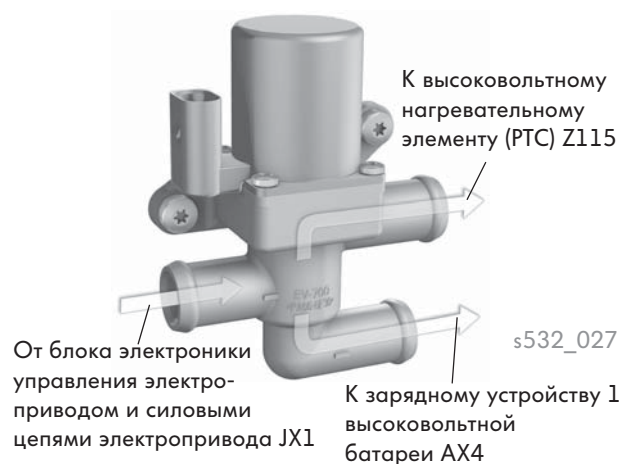
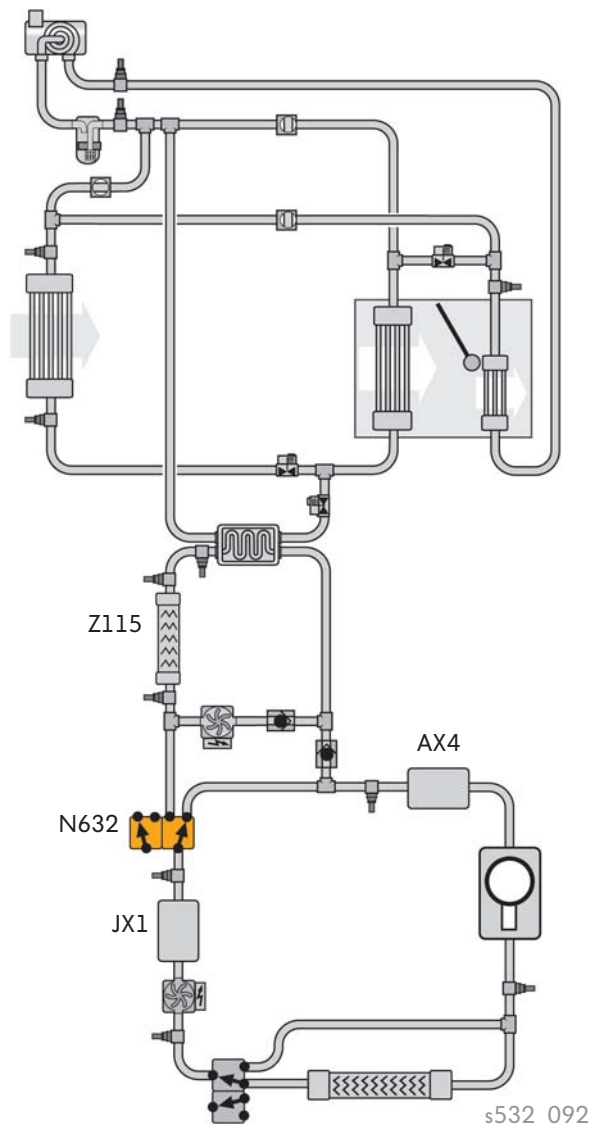
Переключающий клапан 1 ОЖ установлен в контуре системы охлаждения.

Конструкция

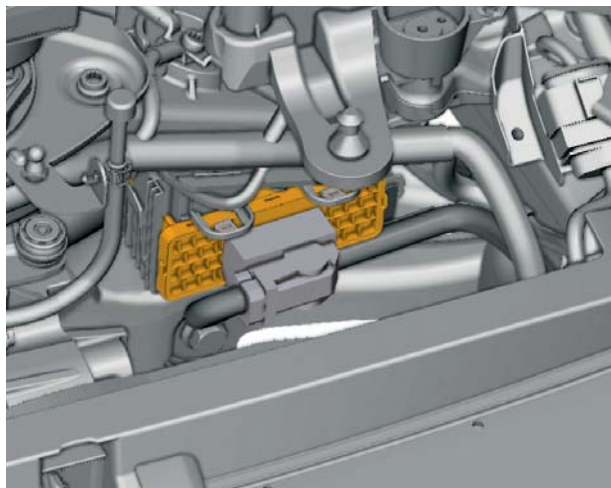
Переключающий клапан 1 ОЖ сконструирован как 3-ходовой/2-позиционный клапан (3/2).

Принцип действия

Клапан служит для переключения с большого контура циркуляции ОЖ на малый с высоковольтным нагревательным элементом (ПТС). При отсутствии питания он постоянно открыт и активен только большой контур циркуляции ОЖ. В этом случае фаза прогрева салона автомобиля увеличивается.



Блок управления системы терморегулирования J1024



s532_051

Место установки

Блок управления расположен в моторном отсеке под АКБ 12 В.

Через шину CAN Extended он соединён с диагностическим интерфейсом шин данных J533.

Принцип действия

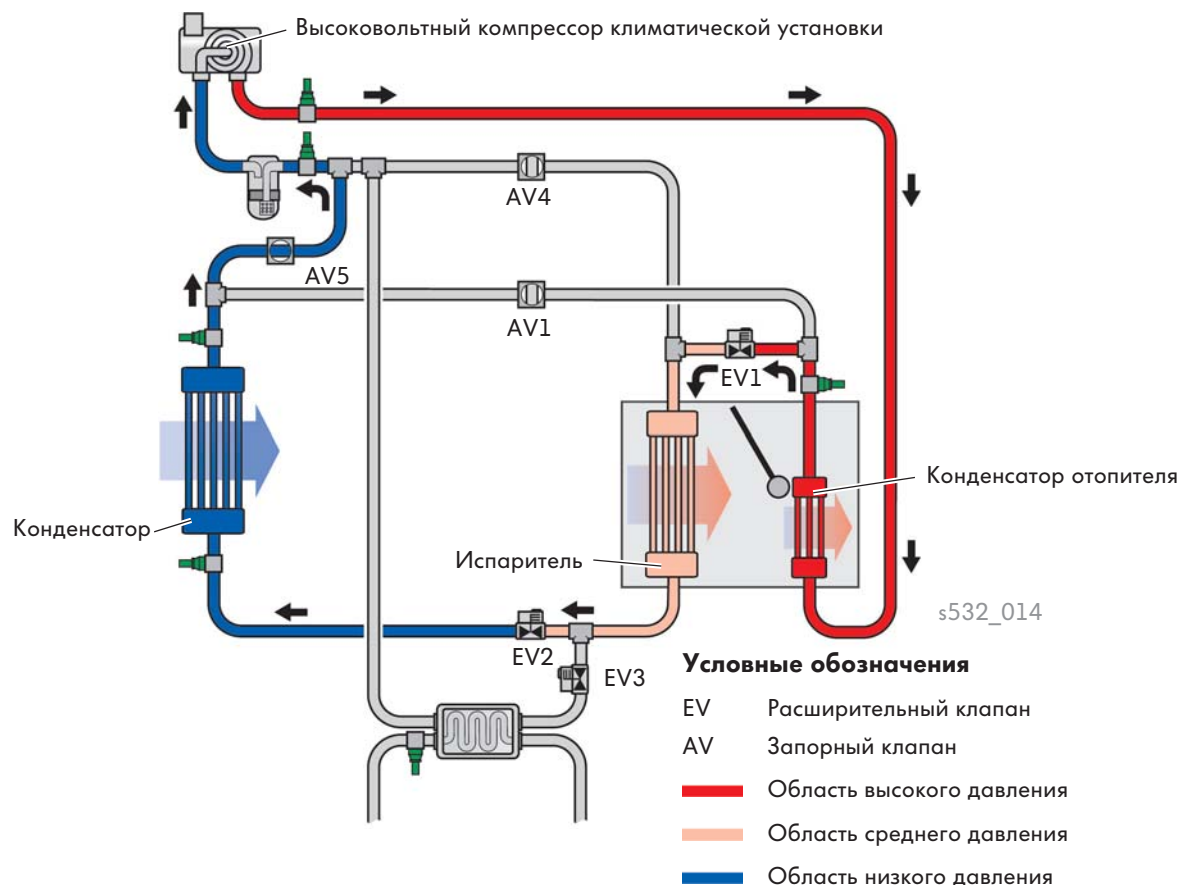
Блок управления системы терморегулирования J1024 выполняет все функции, связанные с управлением в контуре циркуляции хладагента.

Последствия при выходе из строя

При неисправности блока управления системы терморегулирования J1024 вся климатическая установка выходит из строя.

Принцип действия теплового насоса

Функция обогрева в режиме воздушного теплообмена

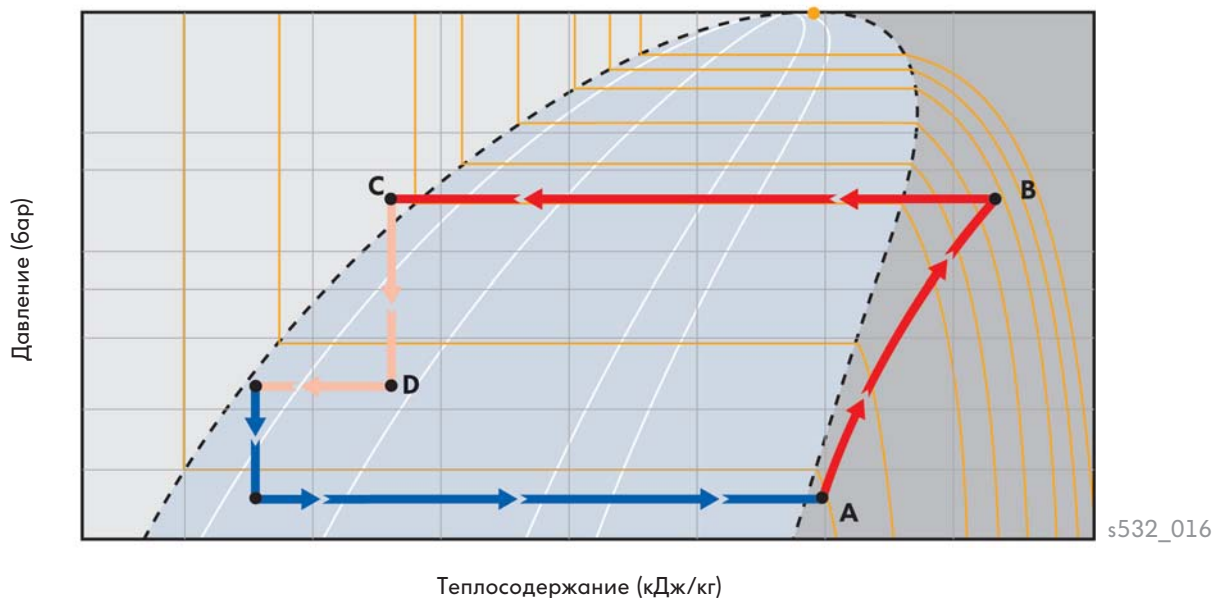


При активации этой функции для обогрева салона используется только тепло наружного воздуха.

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. Запорные клапаны 1 и 4 закрыты. 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.
5. Расширительный клапан 3 закрыт. При прохождении расширительного клапана 2 давление хладагента снижается до ещё более низкого уровня. При этом температура хладагента опускается ниже температуры окружающей среды.
6. Охлаждённый до температуры ниже температуры окружающей среды хладагент испаряется в конденсаторе. Необходимое для этого процесса тепло (теплота испарения) забирается у более тёплого наружного воздуха, который при этом охлаждается. Газообразный хладагент выходит из конденсатора и через открытый запорный клапан 5 движется в направлении компрессора климатической установки.

Диаграмма агрегатных состояний хладагента R134a

На следующем графике показаны агрегатные состояния хладагента R134a при реализации функции обогрева в режиме воздушного теплообмена.



Условные обозначения

	Газообразный хладагент		Область высокого давления
	Область насыщенного пара хладагента		Область среднего давления
	Жидкий хладагент		Область низкого давления
	Линия раздела газовой/жидкой фазы		Линия постоянной температуры (кривая температуры)

Пояснение

A–B: сжатие (высоковольтный компрессор климатической установки)

Хладагент находится в газообразном состоянии, давление и температура повышаются.

B–C: конденсация (конденсатор отопителя)

Хладагент переходит в жидкую фазу, температура понижается, давление остаётся неизменным.

C–D: расширение (расширительный клапан 1)

Давление уменьшается при прохождении хладагента через расширительный клапан 1. Это приводит к частичному испарению хладагента, температура понижается.

D–E: конденсация (испаритель)

Хладагент конденсируется, температура понижается, давление остаётся неизменным.

E–F: расширение (расширительный клапан 2)

Давление уменьшается при прохождении хладагента через расширительный клапан 2. Температура опускается ниже температуры окружающей среды.

F–A: испарение (конденсатор)

Хладагент полностью переходит в газообразное состояние, температура и давление не меняются.

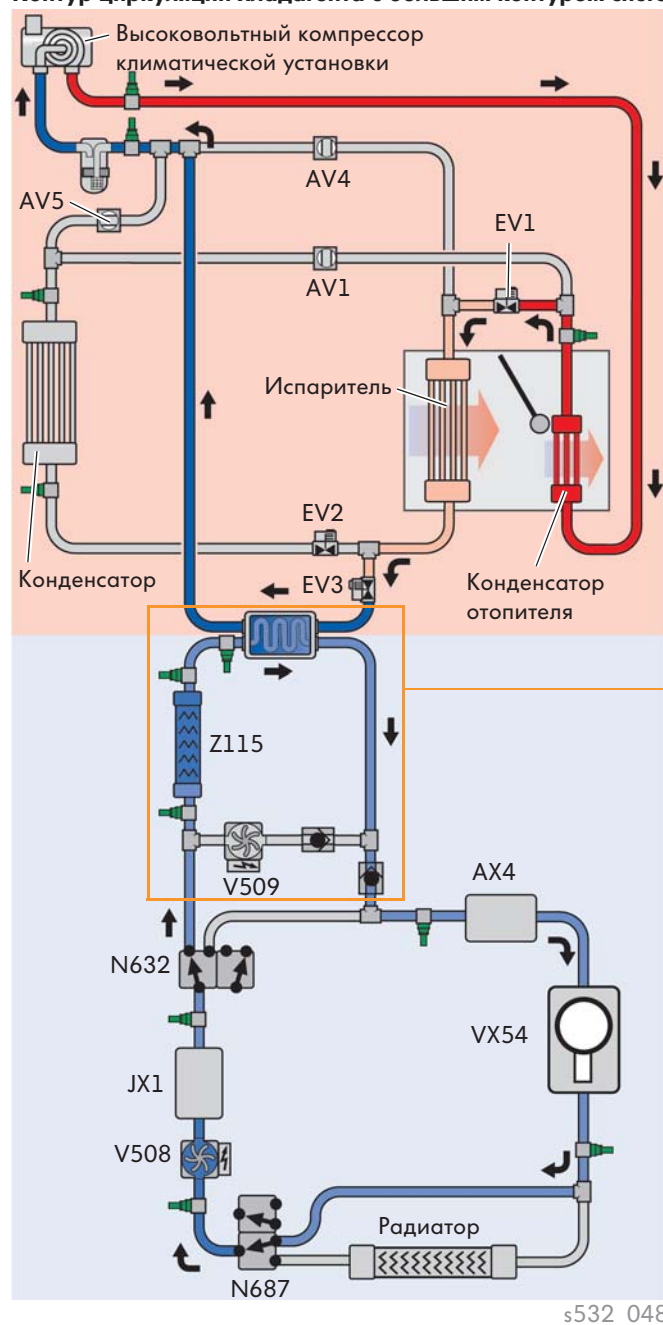
K: критическая точка

Слева от критической точки находится линия кипения, а справа — линия пара хладагента.

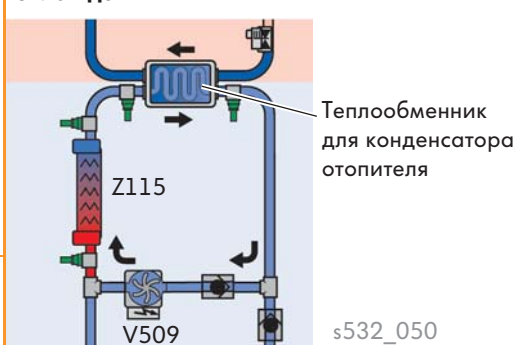
Принцип действия теплового насоса

Функция обогрева в режиме использования ОЖ

Контур циркуляции хладагента с большим контуром системы охлаждения



Фрагмент малого контура системы охлаждения



Условные обозначения

- | | |
|----------------|--|
| EV | Расширительный клапан |
| AV | Запорный клапан |
| AX4 | Зарядное устройство 1 высоковольтной АКБ |
| JX1 | Электроника управления электроприводом и силовыми цепями электропривода |
| N632 | Переключающий клапан 1 ОЖ |
| N687 | Переключающий клапан перепускного канала радиатора |
| V508 | Циркуляционный насос ОЖ перед блоком электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода |
| V509 | Циркуляционный насос ОЖ перед высоковольтным нагревательным элементом (PTC) |
| VX54 | Электропривод трёхфазного переменного тока |
| Z115 | Высоковольтный нагревательный элемент (PTC) |
| ■ (red) | Область высокого давления |
| ■ (orange) | Область среднего давления |
| ■ (blue) | Область низкого давления |
| ■ (light blue) | Охлаждающая жидкость |
| ■ (orange) | Контур циркуляции хладагента |
| ■ (light blue) | Контур системы охлаждения |

Контур циркуляции хладагента

При активации этой функции тепло охлаждающей жидкости, полученное от электропривода трёхфазного тока, блока электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода, а также зарядного устройства, используется для обогрева салона автомобиля.

1.–4. Процесс от сжатия хладагента в высоковольтном компрессоре климатической установки и до полной конденсации в испарителе идентичен функции обогрева в режиме воздушного теплообмена.

5. Расширительный клапан 2 закрыт. При прохождении через расширительный клапан 3 давление и температура жидкого хладагента снижаются.

6. В теплообменнике для конденсатора отопителя в результате подвода тепла хладагент испаряется.

Необходимая для этого теплота испарения забирается у более тёплой охлаждающей жидкости, которая при этом охлаждается.

Газообразный хладагент выходит из теплообменника для конденсатора отопителя и направляется к компрессору климатической установки.

Большой контур системы охлаждения

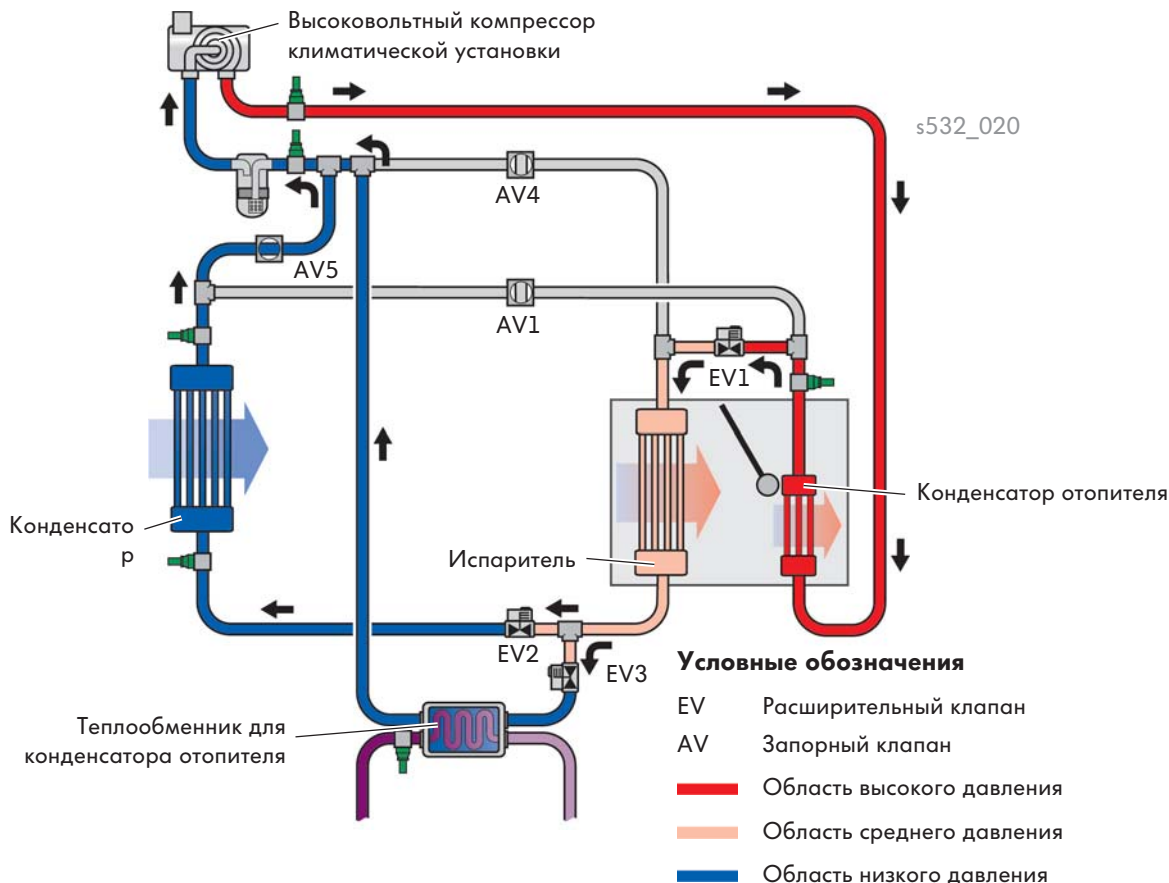
Чтобы использовать для обогрева салона автомобиля тепло, полученное охлаждающей жидкостью от привода трёхфазного тока, блока электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода, а также зарядного устройства, ОЖ циркулирует по большому контуру системы охлаждения. Циркуляцию ОЖ по этому контуру обеспечивает циркуляционный насос ОЖ перед блоком электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода V508. Для оптимального использования отводимого тепла ОЖ направляется в обход радиатора с помощью переключающего клапана перепускного канала радиатора N687.

Малый контур системы охлаждения

Если тепловой мощности большого контура системы охлаждения и наружного воздуха для испарения хладагента недостаточно, путём подключения высоковольтного нагревательного элемента (ПТС) в контур системы охлаждения подаётся дополнительная энергия и температура ОЖ повышается. Чтобы предупредить нагрев электропривода трёхфазного тока, электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода, а также зарядного устройства, большой контур циркуляции системы охлаждения отсоединяется от малого с помощью переключающего клапана 1 ОЖ N632. Работа малого контура системы охлаждения обеспечивается посредством подключения циркуляционного насоса ОЖ перед высоковольтным нагревательным элементом (ПТС) V509.

Принцип действия теплового насоса

Функция обогрева в комбинированном режиме с использованием тепла воздуха и ОЖ



Эта функция представляет собой комбинацию двух описанных ранее функций. Здесь для обогрева салона одновременно используется тепло наружного воздуха и тепло охлаждающей жидкости.

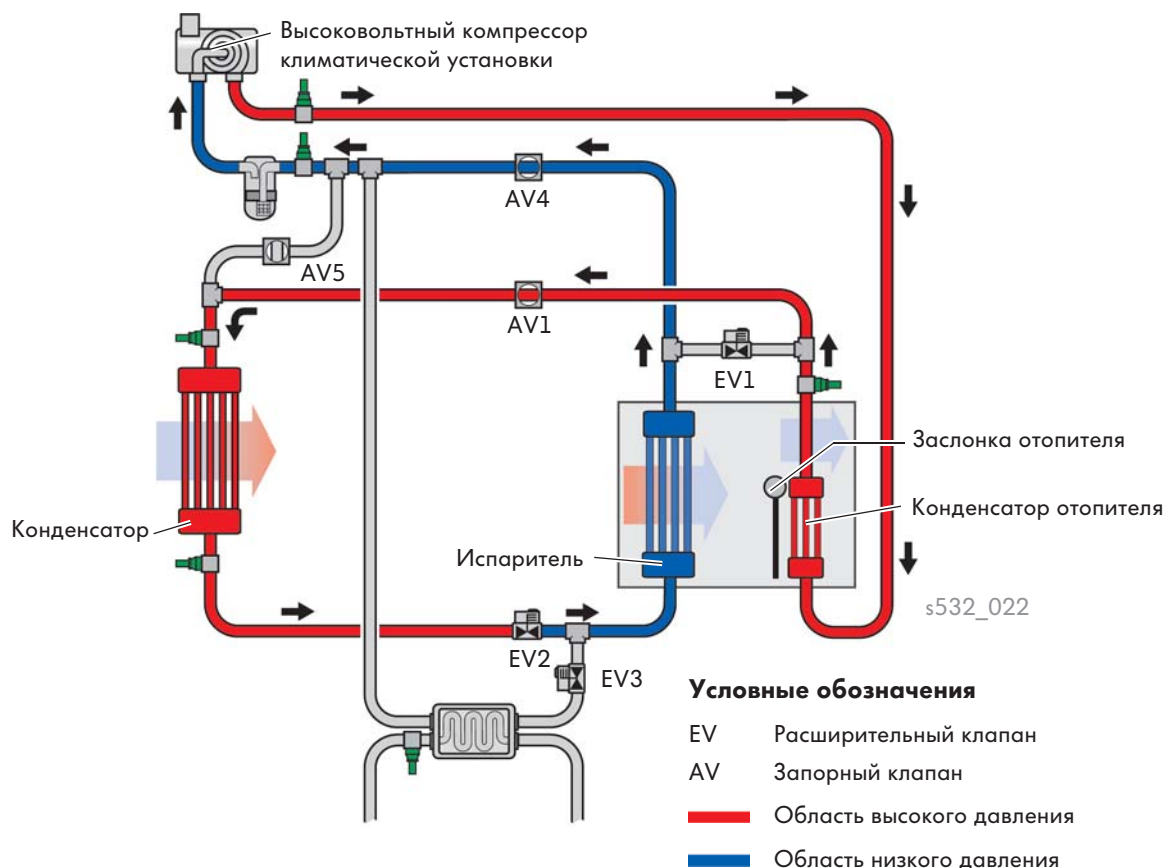
1.–4. Процесс от сжатия хладагента в высоковольтном компрессоре климатической установки и до полной конденсации в испарителе идентичен функции обогрева в режиме воздушного теплообмена.

5. При прохождении расширительных клапанов 2 и 3 давление и температура жидкого хладагента снижаются. После расширения температура хладагента становится ниже температуры окружающей среды. Блок управления теплового насоса регулирует количество хладагента, протекающего через оба расширительных клапана.

6. Охлаждённый до температуры ниже температуры окружающей среды хладагент испаряется в конденсаторе. Необходимое для этого процесса тепло (теплота испарения) забирается у более тёплого наружного воздуха, который при этом охлаждается. Газообразный хладагент выходит из испарителя и через открытый запорный клапан 5 направляется к компрессору климатической установки.

7. В теплообменнике для конденсатора отопителя в результате подвода тепла хладагент испаряется. Необходимая для этого теплота испарения забирается у более тёплой охлаждающей жидкости. Газообразный хладагент выходит из теплообменника для конденсатора отопителя и направляется к компрессору климатической установки.

Функция охлаждения



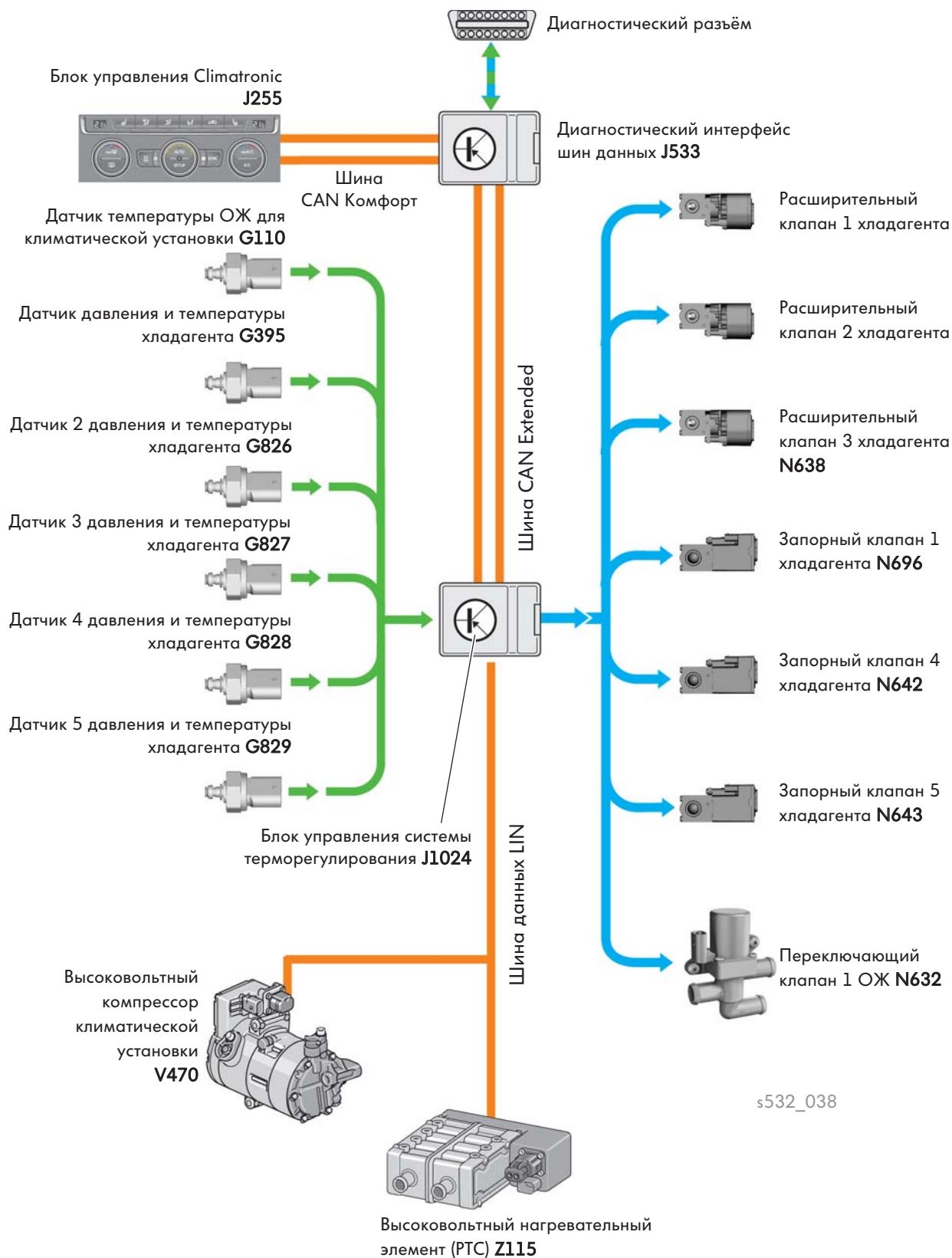
Охлаждение салона обеспечивается контуром циркуляции хладагента теплового насоса.

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

Общая схема системы

Датчики

Исполнительные механизмы



Система теплового насоса не требует технического обслуживания. При опорожнении и заправке системы необходимо строго следовать указаниям Руководства по ремонту. Специальные инструменты не требуются.

Проводить работы с системой теплового насоса разрешается только лицам, имеющим документ, который подтверждает их компетентность в вопросах обслуживания климатических установок.

При проведении работ по техническому обслуживанию системы теплового насоса необходимо соблюдать требования сервисной документации, оговаривающей случаи, в которых требуется обесточивание высоковольтной сети электротехником по высоковольтным цепям (HVT).

Контрольные вопросы

Какой из вариантов ответа правильный?

Среди приведённых вариантов ответов правильными могут быть один или несколько.

1. Какие высказывания относительно контура циркуляции хладагента теплового насоса являются верными?

- ☐ a) Ресивер-коллектор не установлен.
- ☐ b) Ресивер-коллектор установлен в контуре циркуляции низкого давления.
- ☐ b) Ресивер-коллектор установлен в контуре циркуляции высокого давления.
- ☐ d) Ресивер-коллектор требуется только при реализации функции охлаждения.
- ☐ e) Ресивер-коллектор находится в контуре циркуляции перед высоковольтным компрессором климатической установки.

2. Каким компонентом заменяется теплообменник?

- ☐ a) Конденсатором отопителя в модуле отопителя и климатической установки.
- ☐ b) Теплообменником перед конденсатором отопителя.
- ☐ c) Высоковольтным нагревательным элементом (ПТС).
- ☐ d) Дополнительным отопителем, работающим на топливе.

3. Датчики давления и температуры хладагента...

- ☐ a) ... с помощью аналоговой линии передачи данных соединены с блоком управления Climatronic J255.
- ☐ b) ... измеряют только давление хладагента. Температура хладагента определяется путём сравнения в таблице давления насыщенного пара для хладагента R134a.
- ☐ c) ... установлены в контуре циркуляции хладагента без клапана. Для замены датчика хладагент необходимо откачать.
- ☐ d) ... устанавливаются только на автомобили, дополнительно оборудованные тепловым насосом.

4. Для изменения агрегатного состояния жидкости с жидкого на парообразное необходимо...

- ☐ а) ... чтобы жидкость поглотила тепло.
- ☐ а) ... чтобы жидкость отдала тепло.
- ☐ с) ... повысить давление в жидкости.
- ☐ d) ... сконденсировать жидкость.

5. Каково назначение теплообменника для конденсатора отопителя?

- ☐ а) В теплообменнике для конденсатора отопителя ОЖ забирает тепло у хладагента, чтобы таким образом обеспечить обогрев электроники управления электроприводом и силовыми цепями электропривода при низких наружных температурах.
- ☐ b) В теплообменнике для конденсатора отопителя хладагент забирает тепло ОЖ, чтобы таким образом испарить хладагент.
- ☐ с) В теплообменнике для конденсатора отопителя хладагент забирает тепло ОЖ, чтобы таким образом конденсировать хладагент.
- ☐ d) Теплообменник для конденсатора отопителя поддерживает работу отопителя автомобиля при угрозе запотевания ветрового стекла — например, во время дождя.

Решение:

1. b), e); 2. a); 3. с); 4. а); 5. b)