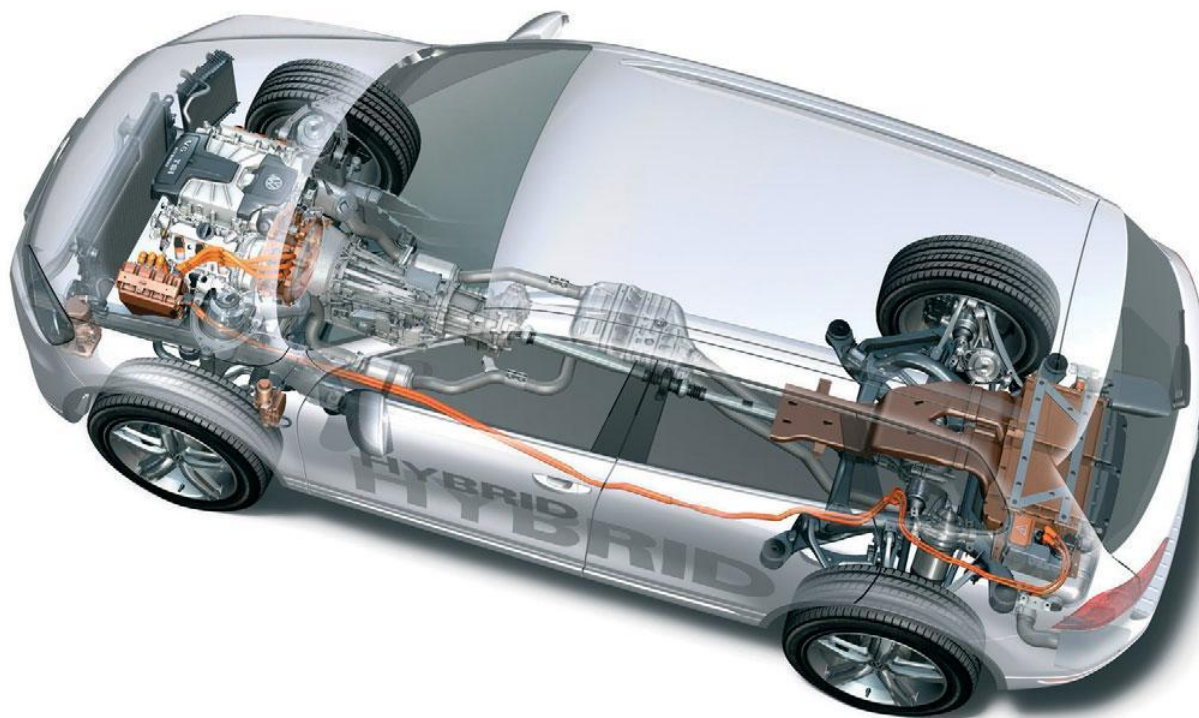


Volkswagen Touareg Hybrid

Принцип работы гибридной
силовой установки



Концепция гибридного привода Volkswagen

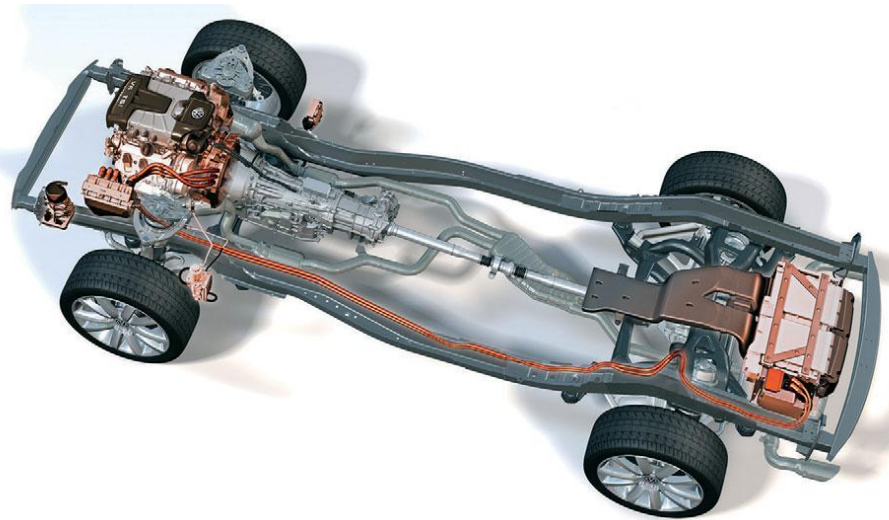
Разработанная концерном Volkswagen концепция гибридного привода, которая впервые применяется в Touareg, основана на принципе параллельного гибридного привода. Электродвигатель-генератор и двигатель внутреннего сгорания через общую трансмиссию приводят автомобиль в движение. Оба двигателя располагаются на одной оси. Благодаря этому концепция гибридного привода Volkswagen обходится значительно меньшим количеством гибридных компонентов, чем раздельная или последовательная системы гибридного силового агрегата.

Возможность применения электродвигателя-генератора в качестве тягового электродвигателя, генератора и стартера позволила отказаться от использования стартера и генератора, а также поликлинового ремня. Движение на электрической тяге с помощью электродвигателя-генератора привело к необходимости оснащения электрическим приводом компонентов, которые у обычного автомобиля приводятся от двигателя внутреннего сгорания.

К ним относятся:

- электрические насосы системы охлаждения,
- электрический усилитель рулевого управления,
- электрический вакуумный насос усилителя тормозов,
- электрический компрессор климатической установки

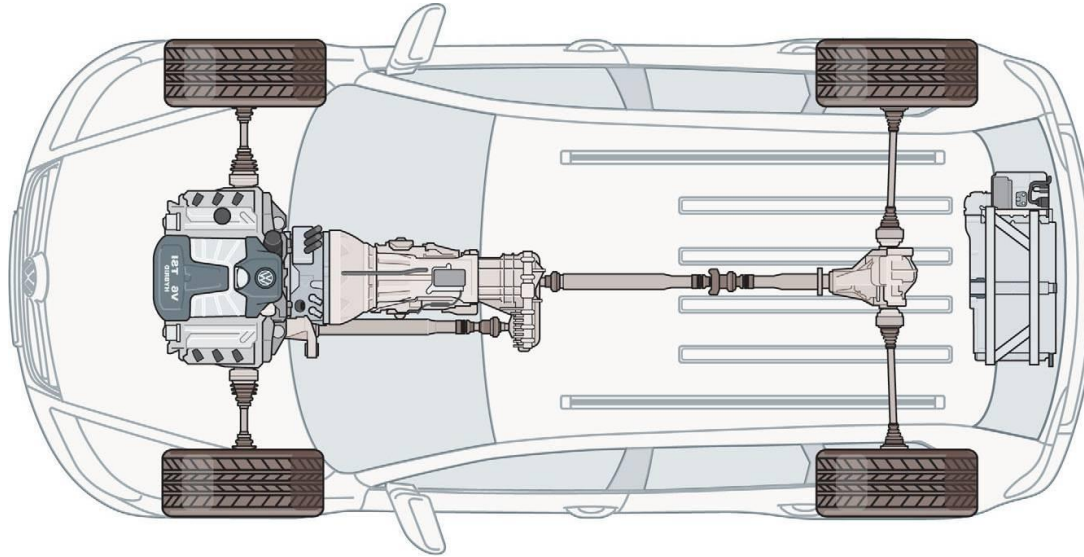
электрический масляный насос для создания давления масла в АКП. Двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель-генератор отделены друг от друга однодисковым сухим сцеплением с гидравлическим приводом. Режимы автомобиля с гибридным приводом, и таким образом приведением сцепления в действие, управляет система гибридного привода. Водитель не оказывает прямого влияния на работу однодискового сухого сцепления. Оно управляется электрическим приводом сцепления. Сцепление замкнуто, когда двигатель внутреннего сгорания работает. Сцепление разомкнуто, когда двигатель внутреннего сгорания не работает.



Технические характеристики

Двигатель внутреннего сгорания двигатель V6TSI 3,0 л, с приводным нагнетателем	двигатель V6TSI 3,0 л, с приводным нагнетателем
Мощность двигателя внутреннего сгорания	245 кВт
Электродвигатель-генератор	Электродвигатель-генератор трехфазного тока
Мощность электродвигателя-генератора	31 кВт в режиме генератора (электрическая мощность) 34 кВт в режиме тягового электродвигателя (механическая мощность)
Максимальная мощность в режиме электрического ускорителя EBoost	279 кВт
Максимальный крутящий момент в режиме EBoost	550 Нм
Напряжение высоковольтной батареи	288 В (2x144 В)
Ёмкость высоковольтной батареи	6,5 Ач, соответствует 1,87 кВт/ч
Максимальная скорость	240 км/ч
Разгон с 0 до 100 км/ч	6,6 секунды
Дополнительная масса компонентов гибридного привода	175 кг

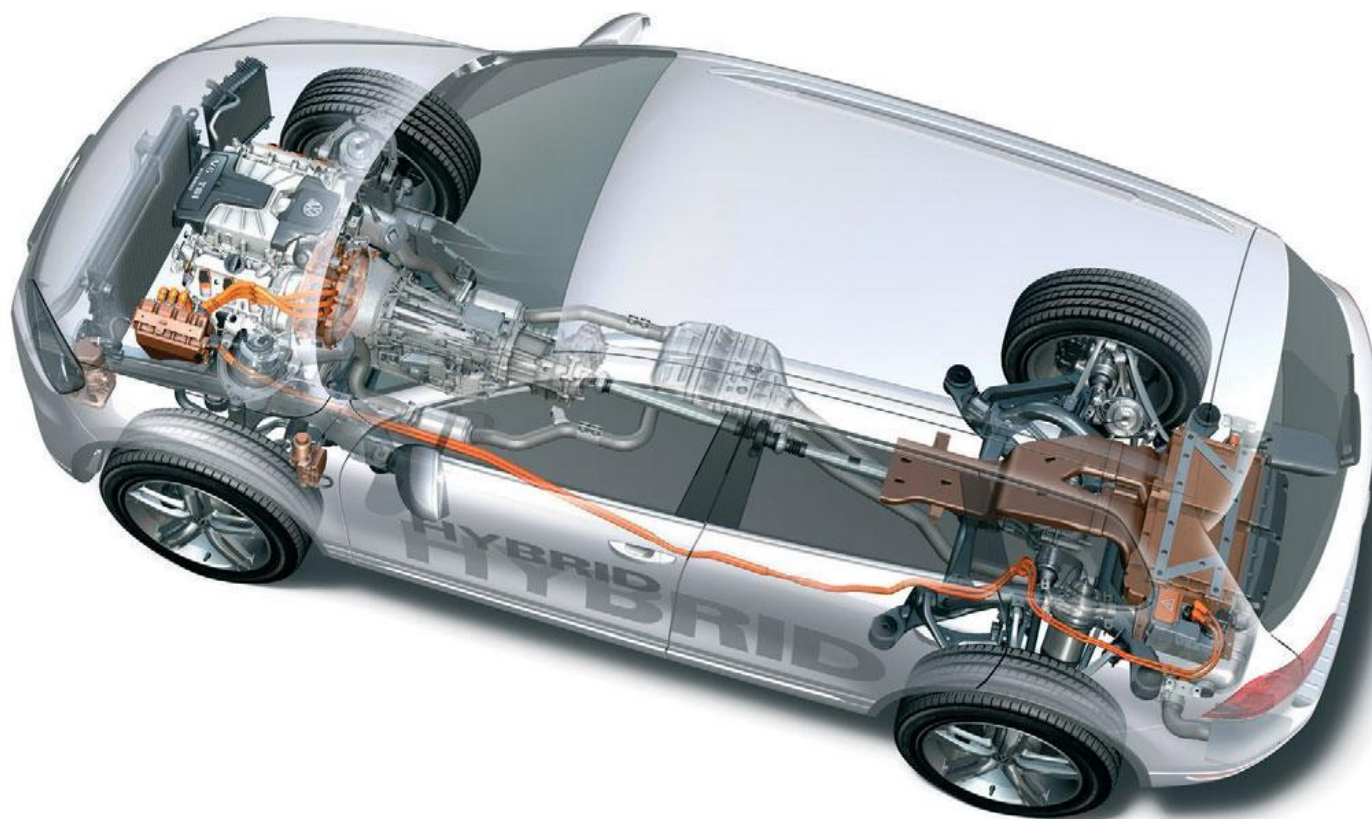
Обзор элементов трансмиссии



Трансмиссия Touareg с гибридным приводом состоит из:
двигателя TSI 3,0 л 245 кВт,
с приводным нагнетателем,
сцепление, размыкающего ДВС и
электродвигатель-генератор,
электродвигатель-генератора,
8ступенчатой АКП 0C8 фирмы Aisin,
приводных валов,
раздаточную коробку, распределяющей
крутящий момент между передней и задней осью,
дифференциала Torsen.

Двигатель внутреннего сгорания, сцепление, электродвигатель-генератор и АКП располагаются на одной общей оси. Это позволило сэкономить пространство и уменьшить массу при установке дополнительных гибридных компонентов. Адаптации тоннеля вала привода задней оси серийного Touareg не потребовалось.

Конструкция механической части



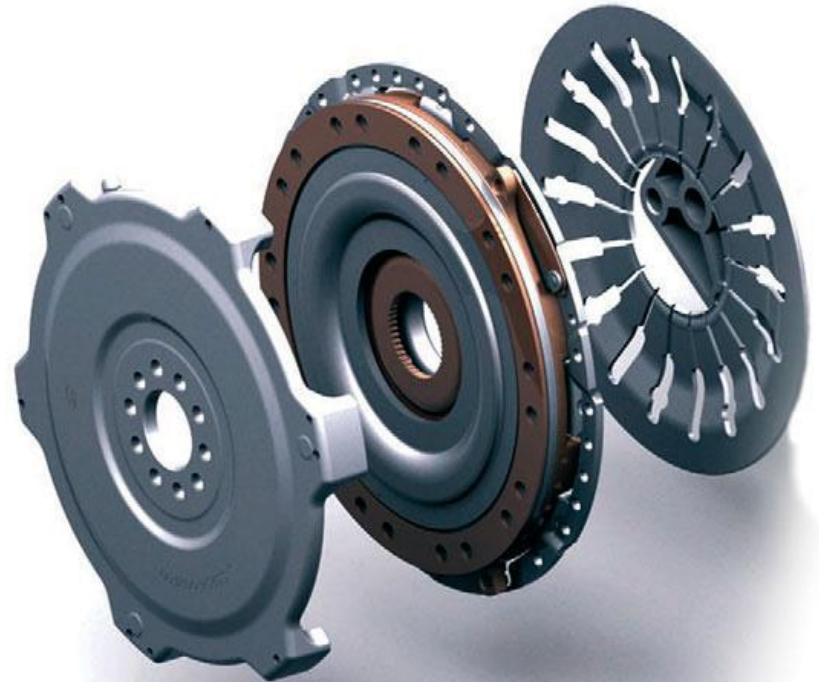
Двигатель TSI 3,0 л*245 кВт с приводным нагнетателем

Двигатель представляет собой V6 TSI с рабочим объёмом 3,0 л и приводным нагнетателем. Нагнетатель приводится ременной передачей. Вторая ременная передача на двигателе приводит регулируемый насос системы охлаждения. Насос является элементом системы терморегулирования всей трансмиссии. Благодаря использованию электродвигателя генератора стартер и генератор для 12 вольтовой бортовой сети не применяются. Таким образом двигатель TSI не имеет ремня для привода генератора.



Разделительное сцепление K0 к двигателю внутреннего сгорания

Специальное однодисковое сухое сцепление установлено между двигателем внутреннего сгорания и электродвигателем-генератором. За передним левым подкрылком находится исполнительный механизм привода разделительного сцепления (регулятор давления разделительного сцепления N511) для этого сцепления. Он управляется системой гибридного привода. Водитель не оказывает прямого влияния на работу этого сцепления. Для привода используется гидравлическая жидкость из бачка с тормозной жидкостью. Когда двигатель внутреннего сгорания работает, сцепление замкнуто. Когда автомобиль движется на электрической тяге, находится в режиме рекуперации, или в неподвижном состоянии, двигатель внутреннего сгорания отключен и сцепление разомкнуто. При высокой степени разряженности высоковольтной батареи система гибридного привода может запустить двигатель внутреннего сгорания для зарядки высоковольтной батареи. В этом случае сцепление замкнуто.



Электродвигатель-генератор

Ключевым элементом гибридного привода является Электродвигатель-генератор. В системе гибридного привода он берет на себя выполнение трёх важнейших задач:

1. Стартер для двигателя внутреннего сгорания,
2. Генератор для зарядки высоковольтной батареи,
3. Тяговый электродвигатель для движения автомобиля.

Ротор вращается внутри статора бесконтактно.

В режиме генератора мощность электродвигателя генератора составляет 38 кВт. В режиме тягового

электродвигателя электродвигатель-генератор

развивает мощность 34 кВт. Разница приходится на мощность потерь, которая конструктивно присуща каждой

электромашине.

Движение только на электрической тяге по ровной поверхности для Touareg с гибридным двигателем возможно

до скорости примерно 50 км/ч.

Максимальная скорость движения зависит от сопротивления движению и степени зарядки высоковольтной

батареи. Специальное сцепление K0 располагается в корпусе электродвигателя-генератора

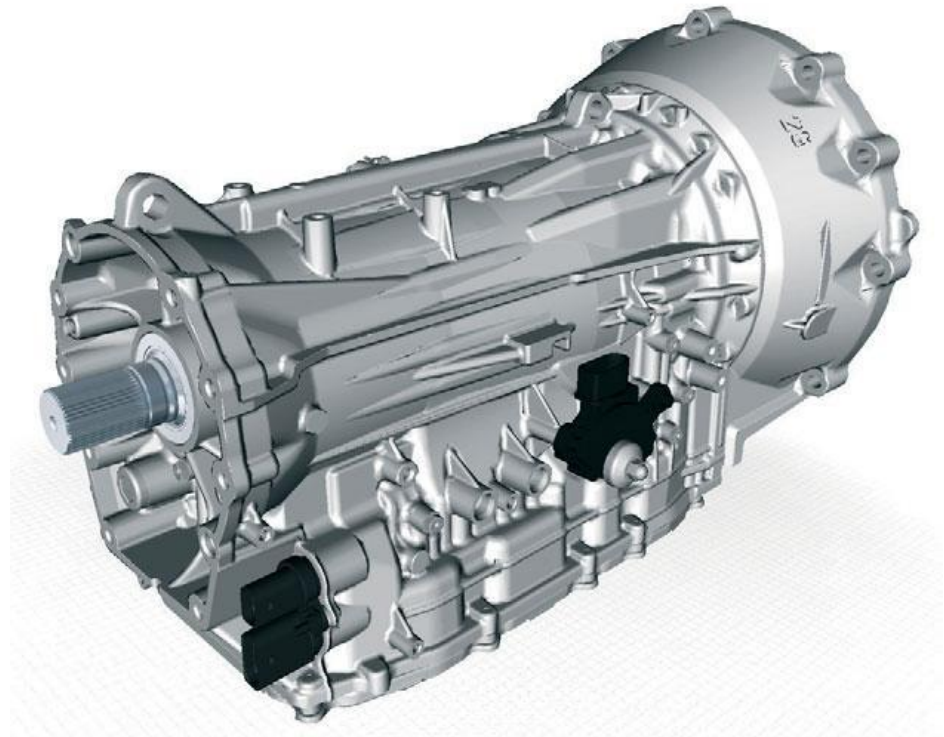


8-ступенчатая автоматическая коробка передач

Эта коробка передач в значительной степени соответствует уже представленной на рынке 6ступенчатой АКП 09D. Для реализации восьми ступеней передач используется дополнительный фрикционный элемент и клапан регулирования давления.

Коробка передач располагает электрическим масляным насосом, поддерживающим давление масла в то время, когда автомобиль неподвижен, или приводится в движение электрической тягой.

Для создания давления масла в режиме привода от двигателя внутреннего сгорания в АКП встроен механический масляный насос.



Дифференциал Torsen, межколёсные дифференциалы и валы привода

Эти узлы и детали заимствованы у Touareg. Они используются для гибридного привода без какихлибо изменений.

Touareg принципиально предлагается с двумя вариантами исполнения трансмиссии: «4motion» и «4Xmotion».

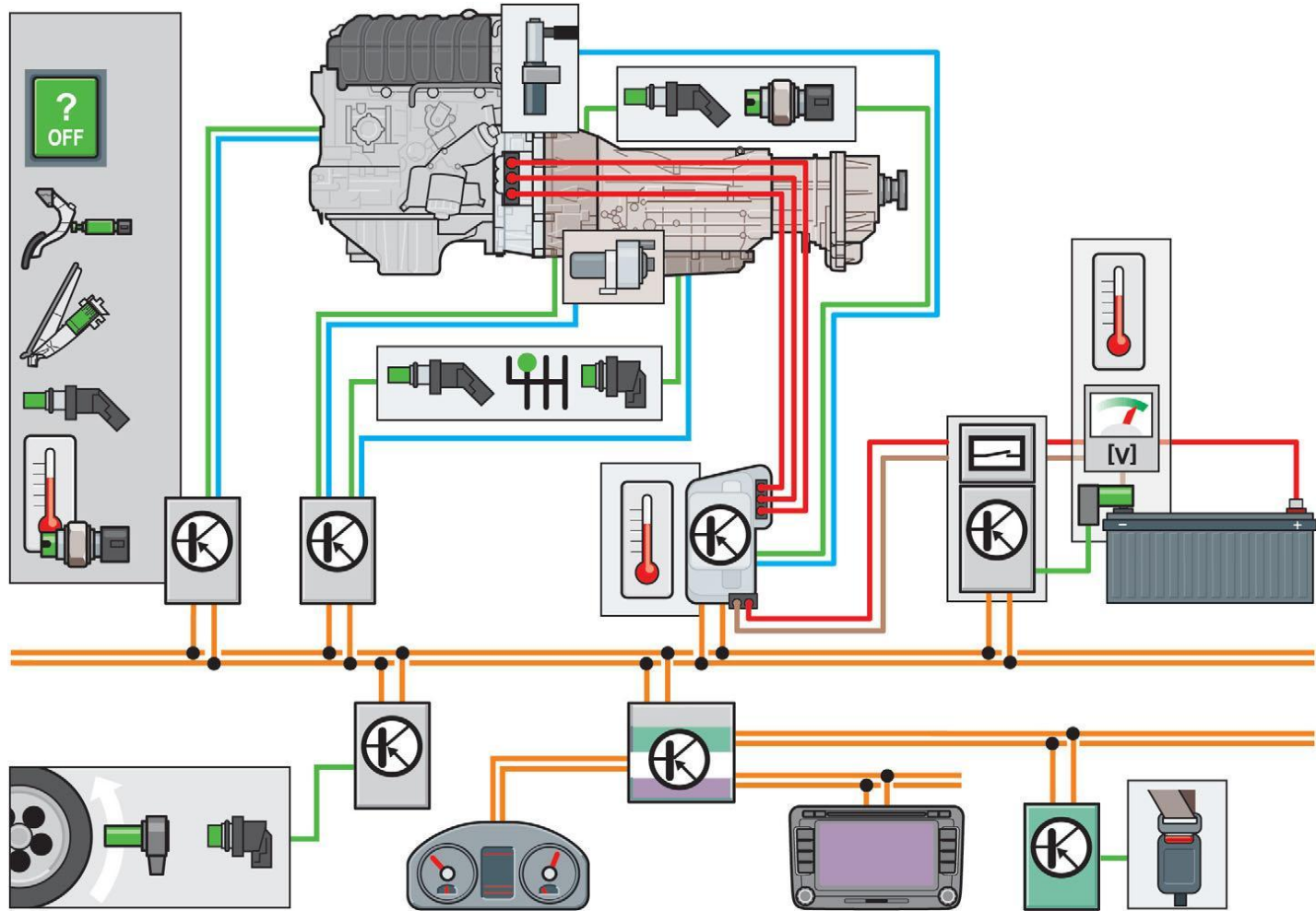
Touareg с гибридным силовым агрегатом доступен исключительно с трансмиссией «4motion».

Это означает, что он оснащен раздаточной коробкой с самоблокирующимся дифференциалом Torsen.

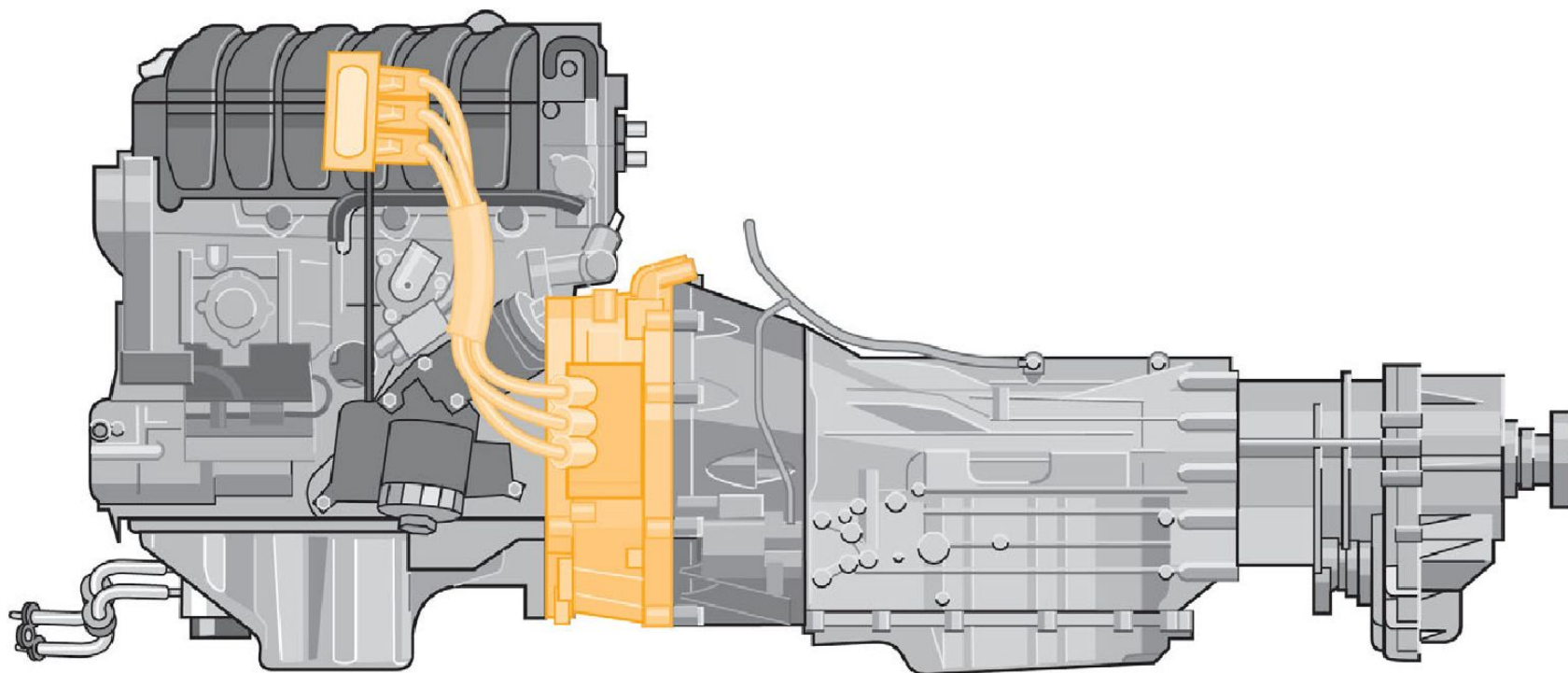
Приводные валы оптимизированы по массе и имеют со стороны коробки передач разъёмное соединение.

Шлицы приводных валов для передачи крутящего момента самоцентрирующиеся.

Электрооборудование

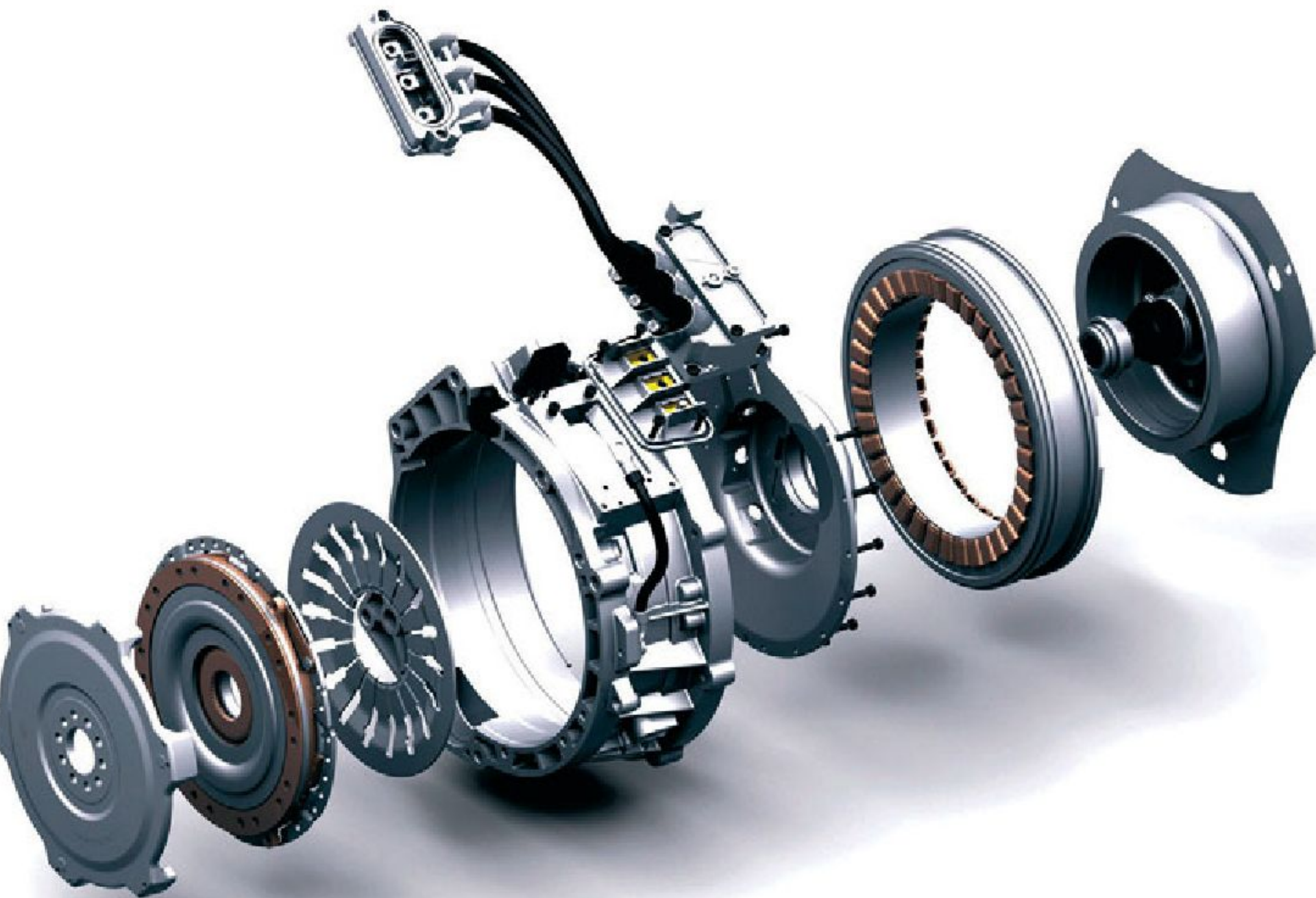


Электродвигатель-генератор



Электродвигатель-генератор размещён между двигателем внутреннего сгорания и АКП. Он представляет собой синхронный двигатель трёхфазного тока. С помощью силового электронного модуля постоянное напряжение 288 В преобразуется в трёхфазное переменное напряжение. Три фазы напряжения создают в электродвигателе-генераторе трёхфазное электромагнитное поле.

В сервисной документации электродвигатель-генератор обозначается как «тяговый электродвигатель для электрического привода V141».



Назначение

В зависимости от условий и режима движения электродвигатель-генератор выполняет различные задачи. При переходе от электрического привода к приводу от двигателя внутреннего сгорания электродвигатель генератор работает как стартер двигателя внутреннего сгорания. В последующем режиме привода от двигателя внутреннего сгорания электродвигатель-генератор переключается системой гибридного привода в режим генератора.

Вырабатываемая при этом электрическая энергия через преобразователь напряжения используется для зарядки

высоковольтной батареи (288 В) и 12 вольтовой АКБ бортовой сети.

При торможении автомобиля электродвигатель-генератор с помощью рекуперации вырабатывает электрическую энергию для высоковольтной батареи, и таким образом преобразует часть избыточной кинетической энергии обратно в электрическую энергию.

На педали тормоза находится датчик хода педали тормоза. Если распознаётся лёгкое торможение, система гибридного привода переключает электродвигатель-генератор, чтобы он заряжал высоковольтную батарею как генератор.

Энергия, которая в обычной тормозной системе с гидравлическим приводом превращающаяся в тепло, может накапливаться в высоковольтной батарее.

В последующем эта энергия используется для привода автомобиля. В процессе рекуперации преобразуется как минимум такое количество энергии, которое требуется для работы 12 вольтовой бортовой сети. Во время этого процесса двигатель внутреннего сгорания отключен. Таким образом электродвигатель-генератор реализует функцию системы Стартстоп в системе гибридного привода.

В режиме электрического привода функция электродвигателя-генератора меняется с функции генератора на функцию тягового электродвигателя.

При отсоединённом двигателе внутреннего сгорания электродвигатель-генератор теперь обеспечивает привод автомобиля. В зависимости от сопротивления движению (сопротивление воздуха, сопротивление качению, движение на подъём, сопротивление трения) электродвигатель-генератор в режиме тягового электродвигателя может разгонять автомобиль до скорости примерно 50 км/ч. Если же водителю требуется более высокая скорость, то мощности электродвигателя-генератора больше не достаточно, чтобы реализовать требование водителя. Поэтому система гибридного привода самостоятельно запускает двигатель внутреннего сгорания.

Электродвигатель-генератор питается от силового электронного модуля по трёхфазному электрическому кабелю.

Устройство электродвигателя-генератора

Электродвигатель-генератор состоит из:

алюминиевого корпуса, изготовленного литьём под давлением, внутреннего магнитного ротора, статора с катушками электромагнитов, проставки для подсоединения к гидротрансформатору АКП, коренного подшипника электродвигатель-генератора, трёхфазного высоковольтного разъёма.

Со стороны двигателя сцепление подсоединяется к двигателю внутреннего сгорания и маховику. Трёхфазные выводы подключены к катушкам электромагнитов таким образом, что три расположенных рядом катушки соединены с разными фазами.

Принцип работы

Электродвигатель-генератор имеет обмотку статора, которая в режиме двигателя создаёт вращающееся магнитное поле.

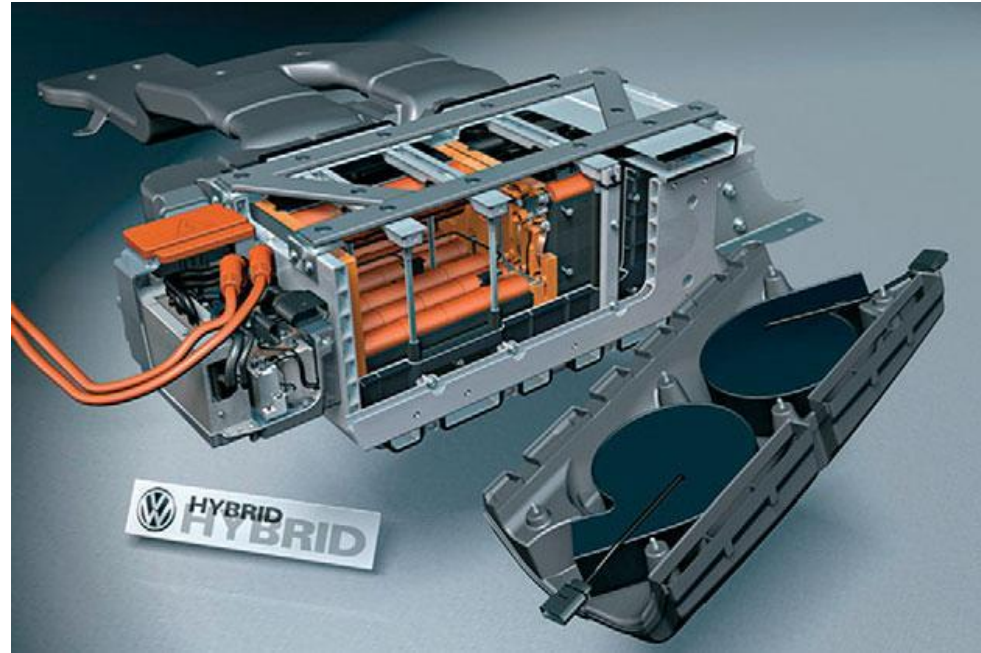
Если электродвигатель-генератор работает в режиме двигателя, то обмотка статора создаёт вращающееся магнитное поле.

Для создания магнитного поля на ротор установлены постоянные магниты. С помощью частоты подаваемого трехфазного переменного тока частота вращения синхронного двигателя точно регулируется. Для обеспечения плавной регулировки частоты вращения синхронного

двигателя применяется частотный преобразователь. Датчики положения ротора постоянно отслеживают положение ротора. По их сигналам электронный блок управления определяет фактическую частоту вращения. Когда электродвигатель-генератор работает в режиме генератора, ротор приводится в движение внешним усилием привода через коробку передач. Вследствие того, что магнитное поле ротора перемещается относительно катушек электромагнитов статора, в катушках для каждой фазы возникает напряжение. Через катушки последовательно проходит магнитное поле ротора. Силовой электронный модуль преобразует полученную электрическую энергию в постоянное зарядное напряжение 288 В для высоковольтной батареи.

Высоковольтная батарея

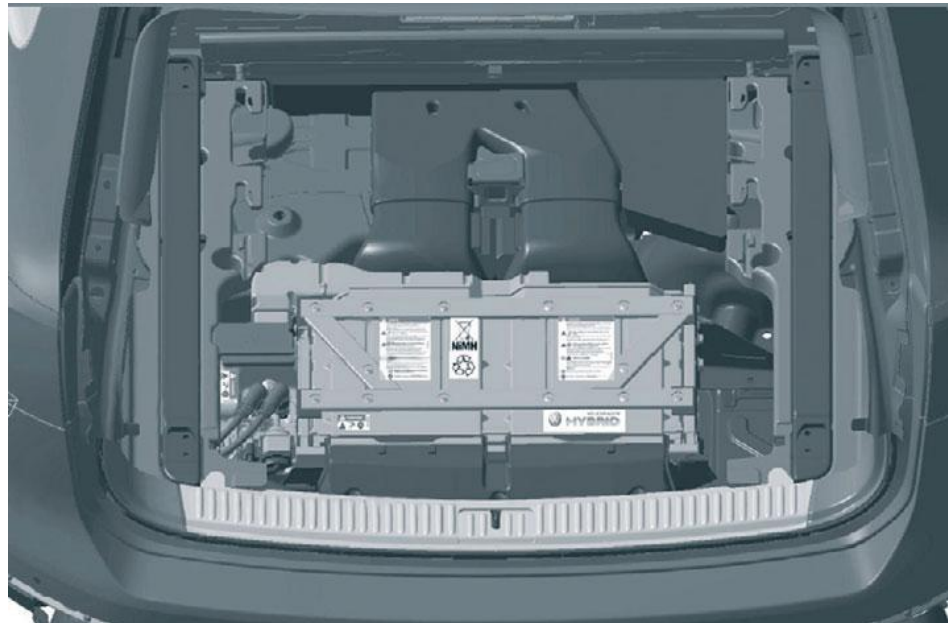
Доступ к высоковольтной батарее обеспечивается через напольное покрытие багажного отсека. Она выполнена в виде модуля и включает различные компоненты высоковольтной системы Touareg. Модуль высоковольтной батареи имеет массу 85 кг и может заменяться только в сборе. Высоковольтную батарею нельзя сравнивать с обычной аккумуляторной батареей с напряжением 12 В. В нормальном режиме эксплуатации высоковольтная батарея задействуется в свободном диапазоне уровня зарядки от 20% до 85%. Переносить такие нагрузки в течение длительного времени обычная 12 вольтная АКБ неспособна. Поэтому высоковольтную батарею следует рассматривать как оперативное устройство накопления энергии для электрического привода. Подобно конденсатору она может накапливать и снова отдавать электрическую энергию. В принципе, рекуперацию, регенерацию энергии, можно рассматривать как возможность заправки автомобиля энергией во время движения. Применение высоковольтной батареи в автомобиле с гибридным приводом отличается чередованием циклов зарядки (рекуперация) и разрядки (движение на электрическом приводе) высоковольтной батареи.



Устройство

Модуль высоковольтной батареи состоит из следующих элементов:

- высоковольтной батареи напряжением 288 В,
- каркаса батареи,
- коммутационного блока (EBox)
- каналов подвода и отвода воздуха,
- корпуса распределителя воздуха с двумя электрическими вентиляторами (12 В).



Высоковольтная батарея представляет собой никельметаллгидридный аккумулятор.

Электролит имеет форму геля. Даже в случае появления в корпусе батареи больших отверстий жидкость не вытекает.

Батарея состоит из двух модулей, каждый соответственно с напряжением 144 В. Оба модуля батареи соединены друг с другом через защитный выключатель и вместе выдают напряжение 288 В.

При уровне зарядки в 75% напряжение батареи составляет примерно 288 В.

Электрическая ёмкость составляет примерно 6,5 Ач. Таким образом, количество заряженной энергии

в высоковольтной батарее равно 1,87 кВтч

Высоковольтная батарея имеет воздушное охлаждение. Два вентилятора забирают незначительную часть

воздуха для охлаждения из салона автомобиля. Отвод нагретого воздуха обеспечивается с помощью системы

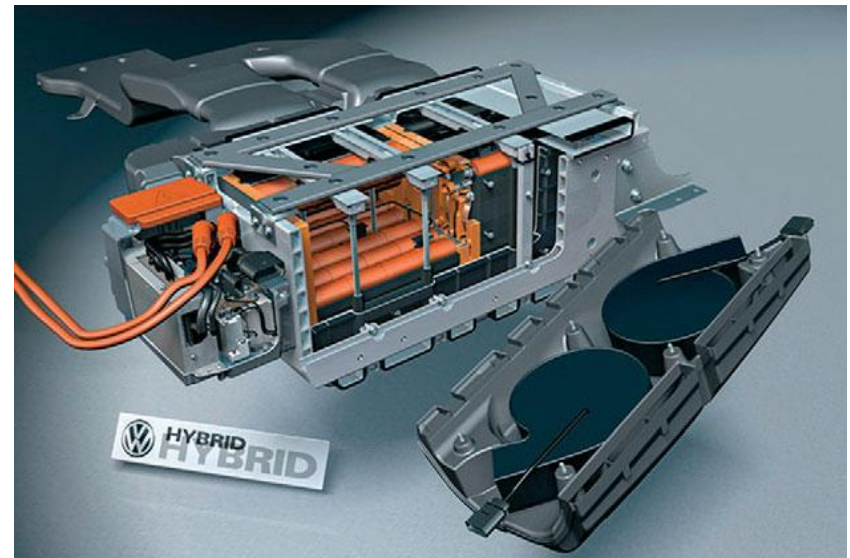
принудительной вентиляции в заднем бампере.

На высоковольтной батарее смонтирован коммутационный блок EBox.

Система охлаждения батареи

Назначение

При зарядке батареи химические процессы, спонтанно происходящие при разряде, заменяются обратными реакциями. В ходе этого принудительного термодинамического процесса выделяется тепло, что приводит к нагреву батареи. Если отвести тепло в окружающее пространство в достаточной степени не удастся, батарее будет грозить разрушение. Поскольку высоковольтная батарея Touareg постоянно подвергается разрядке и зарядке, и здесь может выделяться значительное количество тепла. При этом, помимо возможной опасности повреждения батареи, в первую очередь возникает такой негативный фактор, как повышенное электрическое сопротивление задействованных проводников, которое приводит к тому, что электрическая энергия превращается не в работу, а рассеивается в виде тепла. Поэтому высоковольтная батарея обладает собственной системой охлаждения с электрическими вентиляторами.



Система охлаждения батареи

Устройство

Ключевым элементом системы охлаждения являются два электрических вентилятора, управляемые блоком управления высоковольтной батареей. Оба вентилятора являются частью модуля высоковольтной батареи и прогоняют часть воздуха из салона автомобиля сквозь батарею. Они работают от бортовой сети с напряжением 12 вольт. Вентиляторы обозначаются в сервисной документации как:
вентилятор 1 АКБ гибридного привода V457 и
вентилятор 2 АКБ гибридного привода V458.

Принцип работы:

Если блок управления высоковольтной батареей с помощью комбинации датчиков на присоединительном полюсе батареи определит слишком высокую температуру батареи, он включает оба вентилятора системы охлаждения. Через подводящий канал забора воздуха, который находится под задним рядом сидений, воздух забирается из салона и подаётся к высоковольтной батарее. Элементы высоковольтной батареи разделены небольшими промежутками, через которые может протекать воздух. В завершение, оба вентилятора отводят нагретый воздух в багажное отделение соответственно на обе стороны от батареи.

Инновационная система регулирования температуры

С внедрением нового поколения блоков управления двигателя MED 17.1.6 с трёхпоточным процессором появилась возможность реализации инновационной системы регулирования температуры. Целью её внедрения является последовательное снижение расхода топлива и выбросов CO₂ путем оптимизации теплового баланса автомобиля. Оптимальный тепловой баланс означает необходимость поддержания температуры всех подвергающихся термической нагрузке и подсоединенных к системе охлаждения узлов и деталей, таких, как двигатель или коробка передач, в оптимальном для их эффективности диапазоне температур. В Touareg с гибридным приводом система охлаждения разделена на два контура циркуляции ОЖ, низкотемпературный и высокотемпературный. Помимо дополнительных электрических насосов системы охлаждения инновационная система регулирования температуры имеет регулируемый главный насос системы охлаждения, производительность которого можно регулировать для необходимой производительности охлаждения.

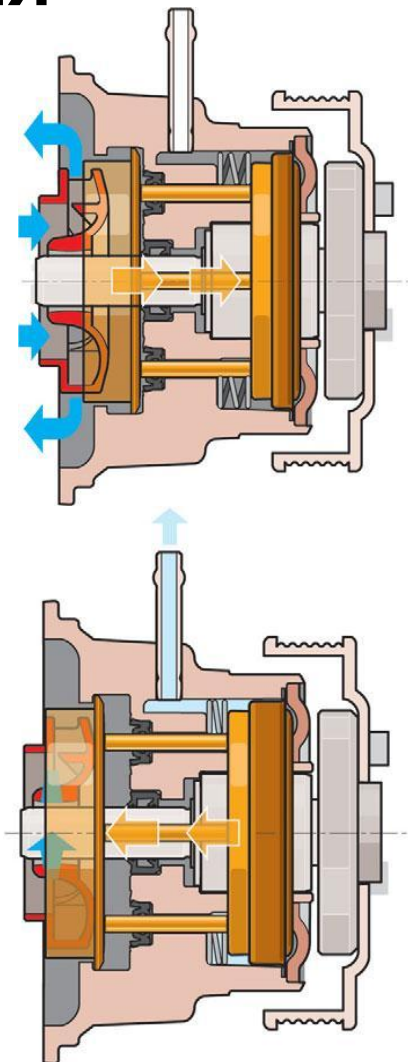
Регулируемый насос системы охлаждения на двигателе внутреннего сгорания

Назначение

С помощью регулируемого насоса системы охлаждения можно управлять циркуляцией потока охлаждающей жидкости в высокотемпературном контуре ОЖ независимо от частоты вращения двигателя внутреннего сгорания.

Устройство

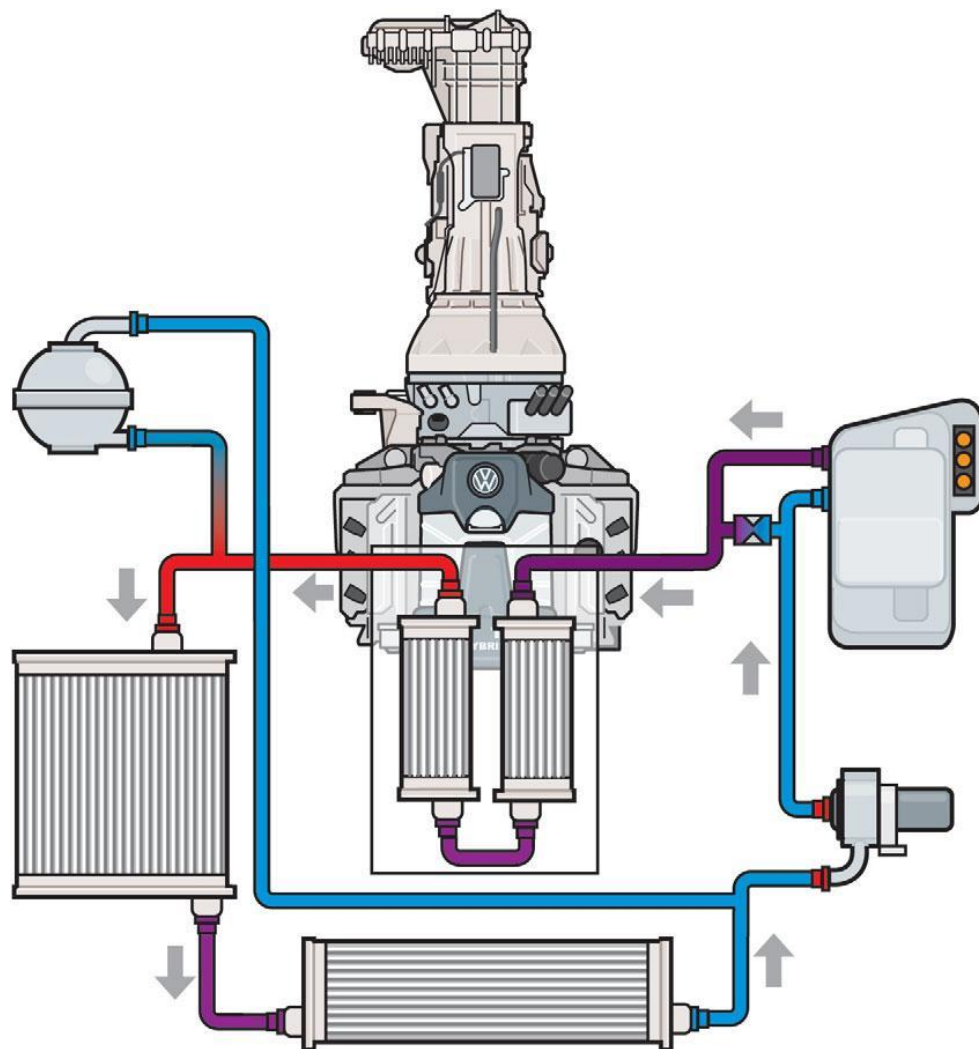
Регулируемый насос системы охлаждения отличается от нерегулируемого наличием диафрагмы, которая с помощью вакуумного исполнительного элемента может надвигаться на рабочее колесо насоса. Таким способом поток охлаждающей жидкости регулируется в зависимости от потребности. Объём потоков ОЖ в контуре циркуляции могут регулироваться. Диапазон: от неподвижной (не циркулирующей) охлаждающей жидкости и до максимальной производительности.



Низкотемпературный контур циркуляции ОЖ

Компоненты

- 1 Расширительный бачок ОЖ
- 2 Силовой электронный модуль
- 3 Интеркулер 1
- 4 Интеркулер 2
- 5 Низкотемпературный радиатор 1
- 6 Электрический насос низкотемпературного контура системы охлаждения
- 7 Низкотемпературный радиатор 2



Назначение, принцип работы, устройство

Назначение

Низкотемпературный контур циркуляции ОЖ охлаждает компоненты, не требующие высокой температуры для работы, или не выдерживающие высокую температуру.

Устройство

У Touareg с гибридным силовым агрегатом в этот контур циркуляции ОЖ включены оба интеркулера двигателя внутреннего сгорания и корпус силового электронного модуля высоковольтной системы 288 В. Отвод тепла в атмосферу осуществляется с помощью двух низкотемпературных радиаторов используемых в качестве теплообменников.

Принцип работы:

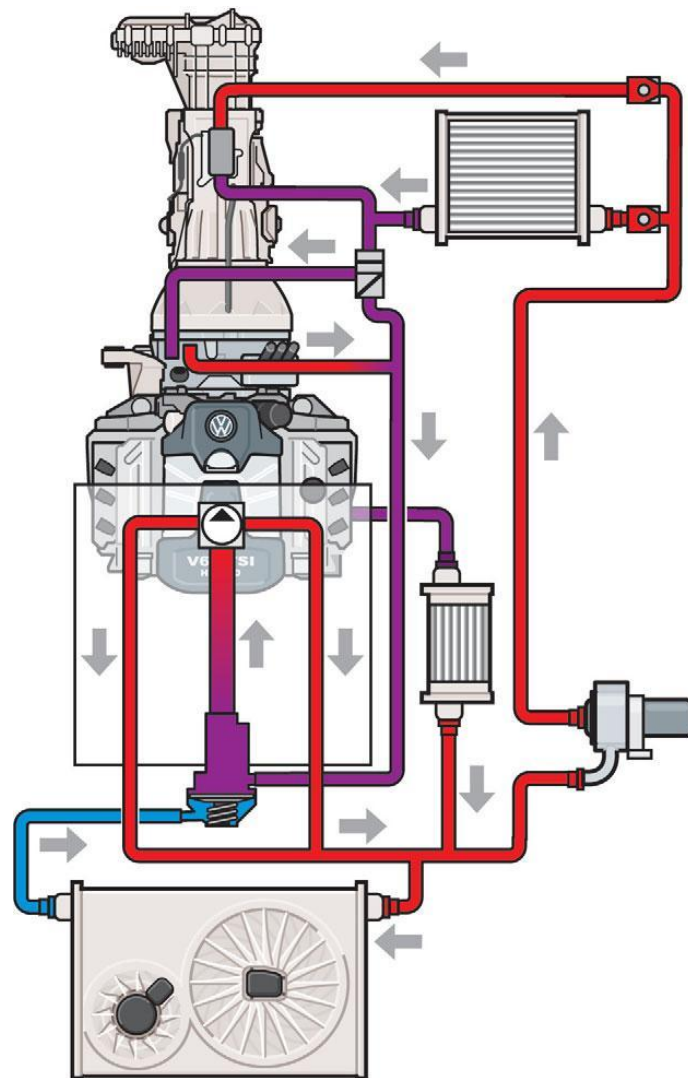
Регулирование температуры в этом контуре ОЖ тоже выполняется программой инновационной системы регулирования температуры в блоке управления двигателя. Однако оно осуществляется независимо от регулирования температуры в высокотемпературном контуре. Циркуляция ОЖ в этом контуре циркуляции поддерживается исключительно электрическим насосом низкотемпературного контура системы охлаждения. В низкотемпературном контуре циркуляции используется та же охлаждающая жидкость, что и в высокотемпературном контуре.

Высокотемпературный контур циркуляции ОЖ

Высокотемпературный контур циркуляции ОЖ включает охлаждение двигателя и АКП, охлаждение электродвигателя генератора, охлаждение моторного масла, а также теплообменник отопителя и климатической установки.

Компоненты

- 1 Подогрев АКП
- 2 Теплообменник (радиатор) отопителя
- 3 Переключающий клапан
- 4 Электродвигатель генератора
- 5 Регулируемый насос системы охлаждения
- 6 Радиатор машинного масла
- 7 Контур охлаждения двигателя
- 8 Термостат системы охлаждения
- 9 Электрический насос высокотемпературного контура циркуляции ОЖ
- 10 Радиатор ОЖ



Высокотемпературный контур циркуляции ОЖ

Устройство

Для обеспечения высокой функциональности инновационной системы управления температурой контура охлаждения, помимо регулируемого главного насоса системы охлаждения на двигателе внутреннего сгорания, включает дополнительный электрический насос и клапан переключения.

Принцип работы:

В зависимости от условий эксплуатации объёмный поток ОЖ уменьшается, чтобы, к примеру, добиться скорейшего прогрева головки блока цилиндров. В этом случае объёмный расход главного насоса системы охлаждения уменьшается до нуля. Если, напротив, требуется отвести большое количество тепла к радиатору, объёмный поток главного насоса системы охлаждения увеличивается за счёт подключения дополнительного электрического насоса. С помощью переключающего клапана электродвигатель-генератор, для достижения оптимальной рабочей температуры, отключается от контура циркуляции ОЖ, или подключается к нему. Может также возникнуть такая ситуация, что при отключенном главном насосе системы охлаждения вначале циркуляцию ОЖ обеспечивает только дополнительный насос, до момента превышения предельно допустимой температуры ОЖ, к примеру в ГБЦ. Только после этого главный насос системы охлаждения снова начинает поддерживать циркуляцию ОЖ. Таким образом, инновационная система управления температурой очень гибко реагирует на температурные требования и условия в автомобиле.

Режимы работы



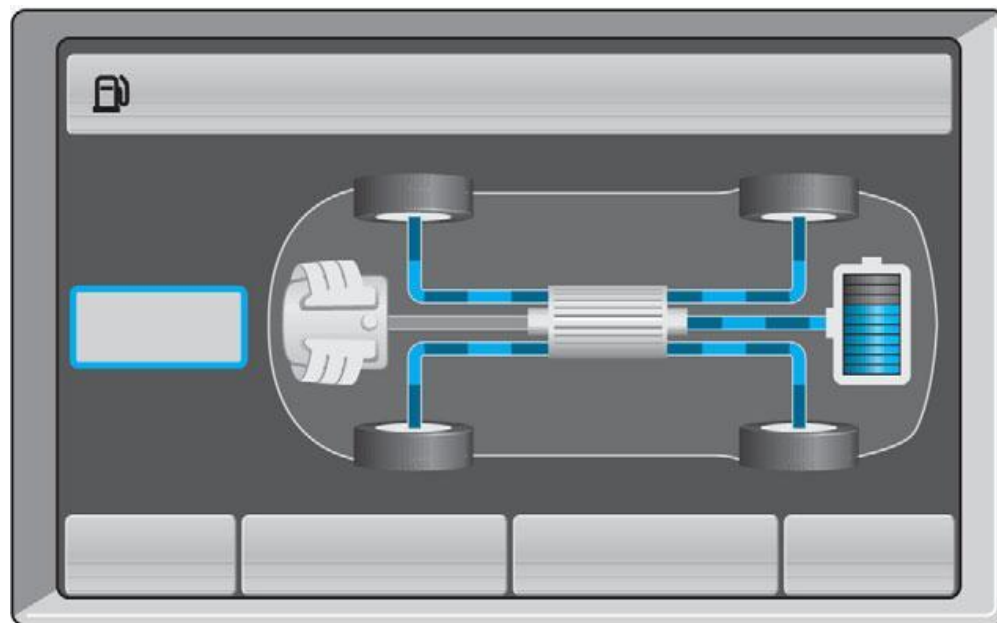
Движение только на электрической тяге (электродвигателе-генераторе)

Ситуация

Если высоковольтная батарея имеет достаточную степень заряженности, факторы сопротивления движению незначительны, и степень нажатия педали акселератора мала, автомобиль движется на электрическом приводе.

Автомобиль приводится в движение только электродвигателем-генератором.

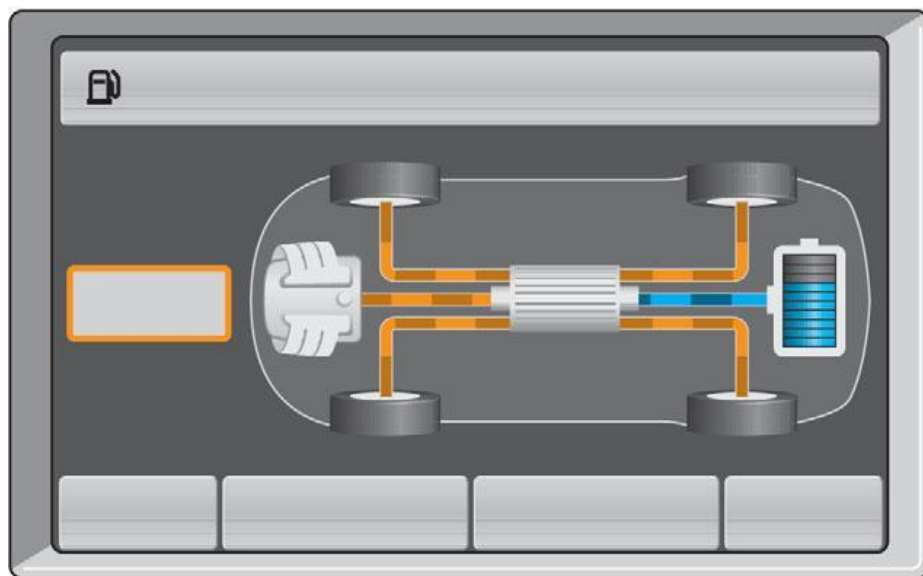
Двигатель внутреннего сгорания механически отсоединён от трансмиссии разделительным сцеплением.



Движение с приводом только от двигателя внутреннего сгорания

Ситуация

Если высоковольтная система распознаёт, что мощности 34 кВт электродвигателя-генератора недостаточно, чтобы удовлетворить желание водителя по ускорению автомобиля, двигатель внутреннего сгорания автоматически запускается. Привод осуществляется только исключительно двигателем внутреннего сгорания. Избыточный момент двигателя внутреннего сгорания используется для того, чтобы с помощью Электродвигателя-генератора, работающего теперь в режиме генератора, заряжать высоковольтную батарею.



Движение с приводом от электродвигателя и ДВС (режим E*Boost)

Ситуация

Водитель резко, до предела, нажимает
педаль

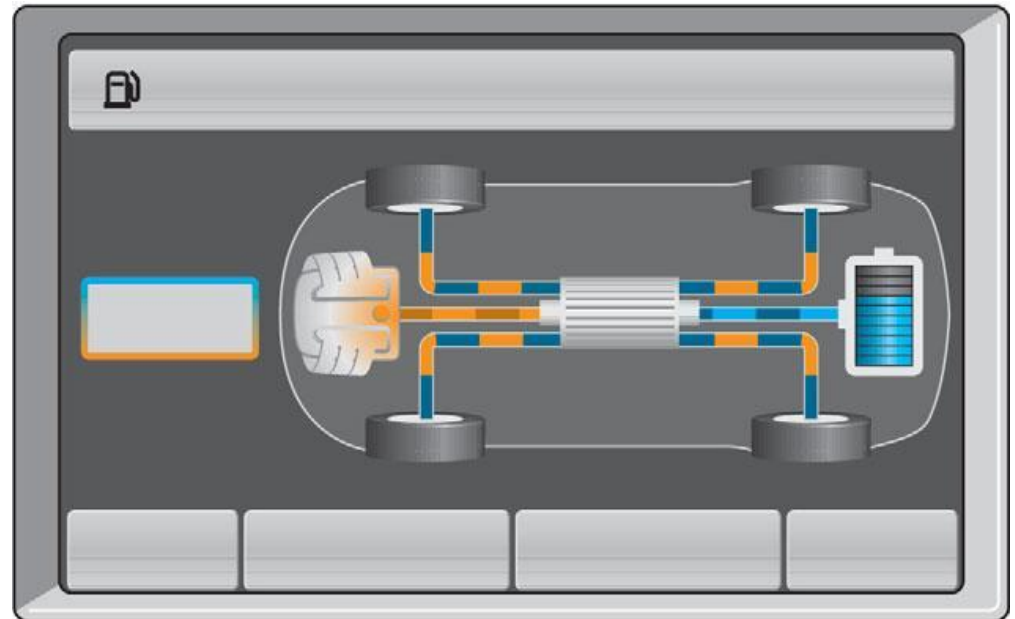
акселератора (Kickdown).

Двигатель внутреннего сгорания и
электродвигатель

генератор совместно используют
максимальные

индивидуальные мощности для
максимального

ускорения автомобиля.



Движение с приводом только от двигателя внутреннего сгорания без зарядки высоковольтной батареи

Ситуация

Если высоковольтная батарея полностью заряжена

и движение, к примеру, продолжается с постоянной

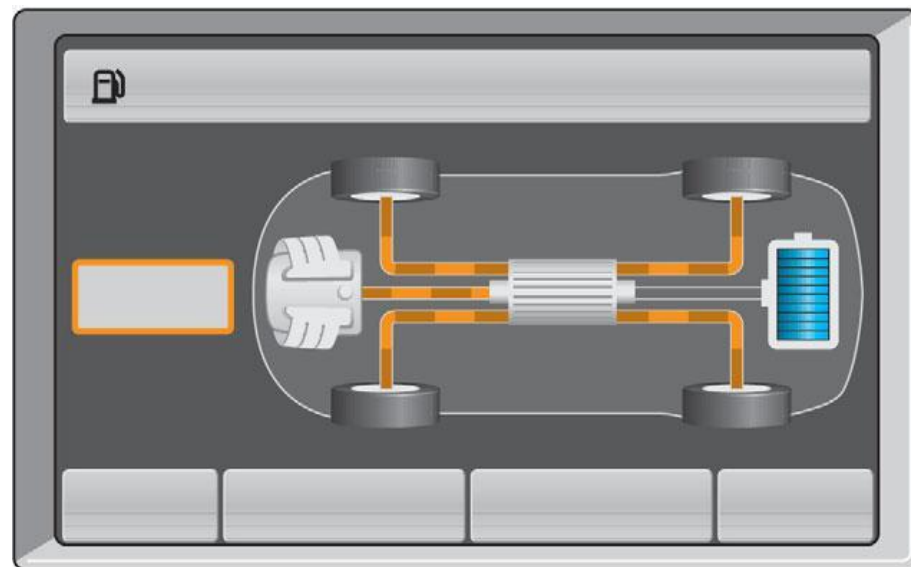
высокой скоростью, процесс зарядки прекращается.

Автомобиль приводится в движение только с помощью двигателя внутреннего сгорания.

Как только система гибридного привода распознает, что мощности 34 кВт электродвигателя

генератора достаточно для движения, двигатель

внутреннего сгорания снова отключается.



Рекуперация

Ситуация

Если система гибридного привода распознаёт движение в режиме принудительного холостого хода, то двигатель внутреннего сгорания отключается. В зависимости от степени нажатия педали тормоза электродвигатель-генератор, в режиме генератора, создаёт более мощное магнитное поле. Чтобы поддерживать это поле, Электродвигатель-генератор должен получить от АКП большее количество кинетической энергии. Таким способом автоматическая коробка передач, а значит и автомобиль, тормозится. Выработанное напряжение преобразуется AC/DC преобразователем в силовом электронном блоке и накапливается в высоковольтной батарее.

