

ELECTRICAL  
VEHICLE

ВРОПЕЙСКИЕ  
РАЗРЕШЕНИЯ И  
ПРЕДПИСАНИЯ

4

РЕКУПЕРАТИВНАЯ  
ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

15

▼ В ТОМ ЧИСЛЕ

ВВЕДЕНИЕ

2

ОБЩАЯ  
АРХИТЕКТУРА  
ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

5

СИСТЕМА  
КОНТРОЛЯ  
КЛИМАТА

16

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ  
ФАКТОРЫ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО  
ТРАНСПОРТНОГО  
СРЕДСТВА

2

ОСНОВНЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
ПРИВОДНОЙ СИСТЕМЫ

6

ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ

18

## ВВЕДЕНИЕ

За прошедшие годы в автомобильном секторе наблюдался ряд технологических достижений, однако нет никаких сомнений в том, что одним из наиболее значительных является выход на рынок электрических транспортных средств.

Первые поколения электромобилей были представлены еще в 1839 году автопроизводителем Робертом Андерсоном. Электрическая энергия хранилась в неаккумуляторных батареях. С изобретением аккумуляторных батарей в 1880 году электромобили стали производиться в массовом порядке еще до транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания.

В 1899 году рекорд скорости был побит электромобилем под названием "La Jamais Contente" (рус.: "Всегда недовольная"), который достиг скорости 105 км/ч благодаря железо-никелевым аккумуляторам Томаса Эдисона. На пике, 90% продаж принадлежали электрическим автомобилям.

Тем не менее производство этих автотранспортных средств прекратилось, поскольку они имели относительно низкий запас хода и эксплуатационные характеристики. С другой стороны, транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания развивались быстрее, главным образом в результате прогресса в разработке авиационных двигателей.

В настоящее время, благодаря разработке БТИЗ-транзисторов и аккумуляторов с более высокой емкостью, многие производители сталкиваются с растущей необходимостью инвестировать в электромобили. Основная цель заключается в более эффективном использовании энергии и, как следствие, сокращении выбросов ископаемого топлива.

В краткосрочной перспективе, инфраструктура зарядки батарей не позволяет электрическим транспортным средствам заменить собой автомобили с двигателями внутреннего сгорания, а многие модели ограничены сроками работы аккумуляторной батареи и количеством циклов зарядки. Эти факторы сдерживают повсеместное завоевание рынка электромобилем.

Тем не менее, большинство электромобилей в настоящее время проезжает менее 60 км в день и, как правило, в городских районах, поэтому данное расстояние большинство этих транспортных средств может проехать без каких-либо проблем.

Кроме того, разработка более быстрых зарядных систем (постоянного тока) и литий-ионных аккумуляторных батарей нового поколения сулит электромобилям более успешное будущее.

## ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

### Энергоснабжение

Сегодняшнее общество, независимо от уровня благосостояния, не может функционировать и прожить без адекватного и регулярного энергоснабжения, а это означает, что весь процесс энергетического цикла (закупка, обработка и поставка) представляет собой значительную часть глобальной экономической системы.

На следующей диаграмме за 2013 год классифицировано потребление энергии на общемировом уровне в соответствии с ее источником. Из всех известных источников энергии некоторые являются более загрязняющими и экономичными, чем другие.

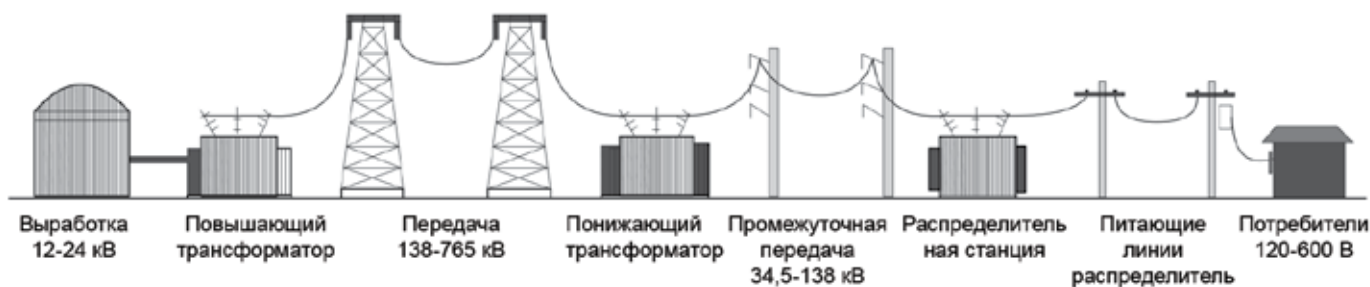


Для того чтобы электроэнергия давала преимущества в рациональном использовании природных ресурсов, она не должна производиться установками ядерного деления и атомными электростанциями, а должна получаться из возобновляемых источников энергии и на термоядерных электростанциях будущего.

Кроме того, прогнозы будущего спроса предсказывают увеличение, которое может поставить под угрозу рациональное использование природных ресурсов нынешней энергетической системы. По этой причине

не предпринимаются попытки освоения возобновляемых источников энергии и повышения эффективности распределения электроэнергии.

Для того чтобы транспортное средство стало массово доступно, в зависимости от страны, необходимо будет произвести глубокие изменения в нынешней энергетической системе, от производства до последнего этапа в цепи распределения.



В результате большая часть энергии должна потребляться в том же месте, где она создается.

## Энергоэффективность

Если проанализировать эксплуатационные характеристики транспортного средства, оснащенного двигателем внутреннего сгорания, «от топливного бака до колес», и проанализировать эксплуатационные характеристики нынешнего электромобиля «от аккумуляторных батарей до колес», мы увидим, что характеристики электрического

транспортного средства намного выше, чем у автомобиля с двигателем внутреннего сгорания (дизельный двигатель с функцией «старт-стоп», европейский экологический стандарт для топлива Euro V, рекуперативная тормозная система и другие усовершенствования в целях повышения эффективности).



**83%**

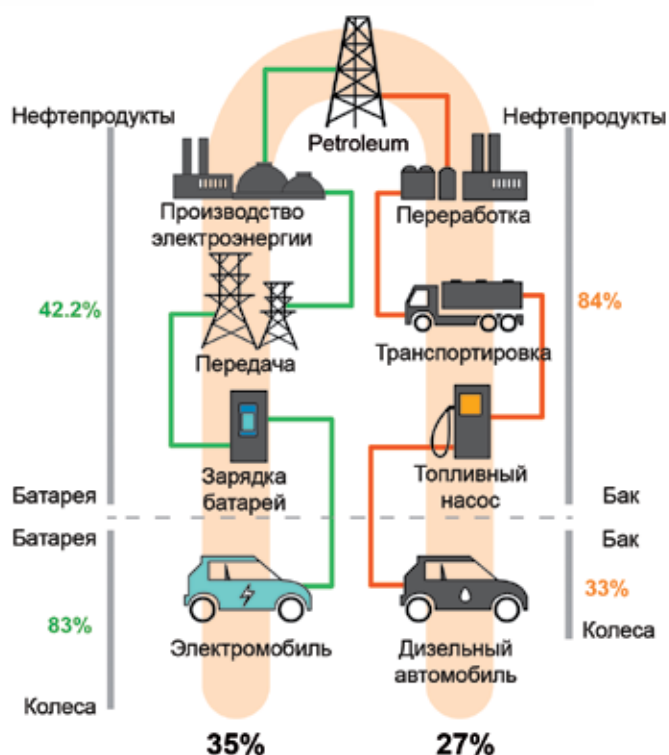


**33%**

Однако, исходя из сопоставления производства электроэнергии из топлива, если мы будем принимать во внимание результаты анализа полного цикла производства топлива (well-to-wheel), эффективность электрического транспортного средства не намного лучше, чем эффективность дизельного автомобиля.

Следовательно, электрическая энергия не должна получаться из источников углеводородов.

Кроме того, она, в максимально возможной степени, должна вырабатываться в самой точке потребления.





## Воздействие на окружающую среду

Основное преимущество электрического транспортного средства заключается в том, что оно не выделяет загрязняющих газов, где бы оно ни действовало. Имеются исследования, свидетельствующие о том, что, с появлением в городе 1 000 электромобилей, за год прекращается выброс в атмосферу 30 000 кг загрязняющих газов и более двух тонн CO<sub>2</sub>.

Еще одним преимуществом электромобилей является то, что они

фактически не издают шума; электрические двигатели излучают очень мало децибелов звука. Ценным позитивным фактом является вождение тихого автомобиля без вибрации от двигателя внутреннего сгорания.

С другой стороны, отсутствие шума влияет на “слышимость” касательно безопасности пешеходов или велосипедистов на дороге.

## ЕВРОПЕЙСКИЕ РАЗРЕШЕНИЯ И ПРЕДПИСАНИЯ

Электрическое транспортное средство, движущееся по дороге, должно соответствовать набору правил официального утверждения, прежде всего в вопросах, касающихся безопасности и сохранности окружающей среды, в которых определены конкретные требования.

В Европе существует **Регламент ECE 100**, в котором содержатся конкретные требования к электрическим транспортным средствам в отношении их изготовления и эксплуатационной безопасности. **4 декабря 2010** года вступила в силу серия поправок 01 к указанному регламенту, которая приобрела обязательную силу спустя два года.

**Регламент ECE 100.00:** Применяется только к электрическим транспортным средствам и исключает гибриды и транспортные средства категорий M и N с максимальными скоростями, превышающими 25 км/ч. В настоящем регламенте излагаются требования в отношении конструкции (защита от электрических контактов, изоляционное и грузовое сопротивление), эксплуатационные требования и требования к выбросам водорода.

**Регламент ECE 100.01:** Является эволюцией предыдущего регламента. Этот регламент включает в себя гибридные транспортные средства в рамках сферы применения. Другие элементы регламента были добавлены или изменены, например, переопределение высоковольтного напряжения: от 60 В до 1500 В для постоянного тока, и от 30 В до 1000 В для переменного тока. Что касается безопасности, то требования устанавливаются для соединителей, изоляции линии с высоким напряжением, которая должна быть обозначена оранжевым цветом, и для процедур измерения, разделяющих цепи постоянного и переменного тока, модифицированных среди других точек.

Ниже перечислены другие общие статьи, непосредственно затрагивающие электромобили:

- **R10:** Определяет **электромагнитную совместимость** транспортных средств в отношении излучения электромагнитных волн и невосприимчивости к ним.
- **R13 и R13H:** Состоит из **торможения пассажирских и коммерческих** транспортных средств, в которых также учитывается рекуперативная система торможения электрических транспортных средств.

- **R79:** В отношении **систем рулевого управления** определяются конструкционные характеристики, максимальные силы, действующие на эти механизмы, и другие правила, регулирующие электронные системы контроля транспортного средства.
- **R85:** Определяет **мощность двигателей**. В одно приложение добавлен расчет мощности электроприводных двигателей при испытании на эффективную мощность, а в другое - при максимальной мощности в течение 30 минут.
- **R94 и R95:** Касается защиты водителей и пассажиров при лобовом и заднем столкновении транспортного средства.
- **R101:** Состоит из выбросов **CO<sub>2</sub>** и **потребления** топлива двигателями внутреннего сгорания или гибридными двигателями, а также потребления и запаса хода электромобилей.

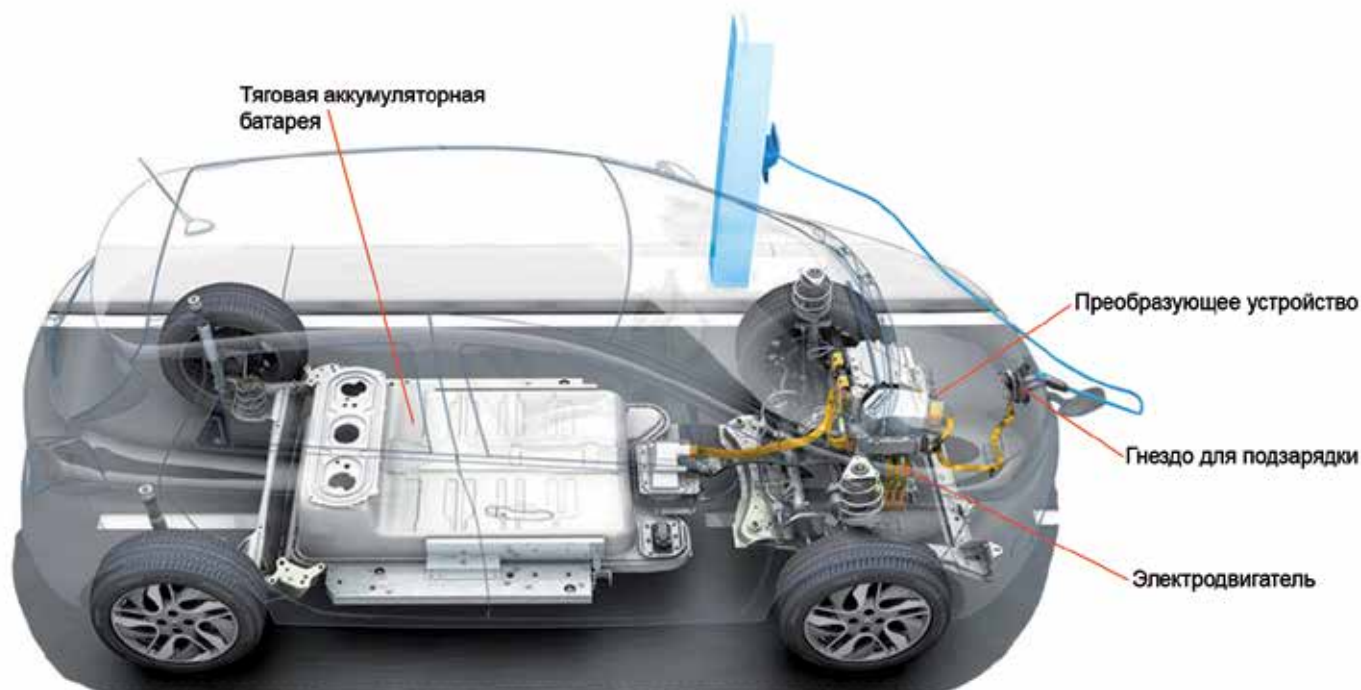
**Директива 2000/53** определяет конец срока эксплуатации транспортного средства, а **директива 2005/64** определяет официальное утверждение транспортного средства и его пригодность для повторного использования, переработки и оценки. Для электрического транспортного средства эти правила имеют больше значение, поскольку они должны быть спроектированы и изготовлены с учетом воздействия батарей на окружающую среду в плане их изготовления, использования и переработки.

За пределами Европы существуют **другие регламенты**, касающиеся электрических транспортных средств, такие как “Федеральные стандарты безопасности моторных транспортных средств” в США и японские “Приложения 110 и 111”. Эти глобальные державы являются пионерами в проектировании и изготовлении указанных транспортных средств.

На европейском уровне каждый завод-изготовитель обучает своих операторов проведению работ с высоковольтными линиями электрического транспортного средства. Следующие европейские регламенты регулируют работы с высоким напряжением: **EN 50110-1** и **EN 50110-2**. Они охватывают ряд разделов, таких как Директива **89/391/CEE**, в которой говорится об осуществлении мер по содействию улучшению охраны здоровья и безопасности трудящихся.

## ОБЩАЯ АРХИТЕКТУРА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В целом, большинство электрических транспортных средств используют очень схожие компоненты для своей работы. Ниже приведены самые важные электрические компоненты Renault ZOE.



### Тип сети

Как правило, в электрическом транспортном средстве задействована 12-вольтовая сеть, группа мультиплексных сетей для связи между различными блоками управления и высоковольтная сеть, работающая в диапазоне от 150 до 400 вольт.

**12-вольтовая сеть:** Функция этой сети совпадает с функцией сети обычного транспортного средства. Она используется во всех системах безопасности (активных и пассивных) и в зарядке 12-вольтовой аккумуляторной батареи, освещении, вспомогательных системах, питании электронных блоков и т. д.

**Мультиплексные сети:** Все системы электрического транспортного средства, в том числе предназначенные для высоковольтного управления, контролируются блоками управления, которые должны взаимодействовать друг с другом. Как и в обычном

транспортном средстве, связь между блоками осуществляется через мультиплексную систему.

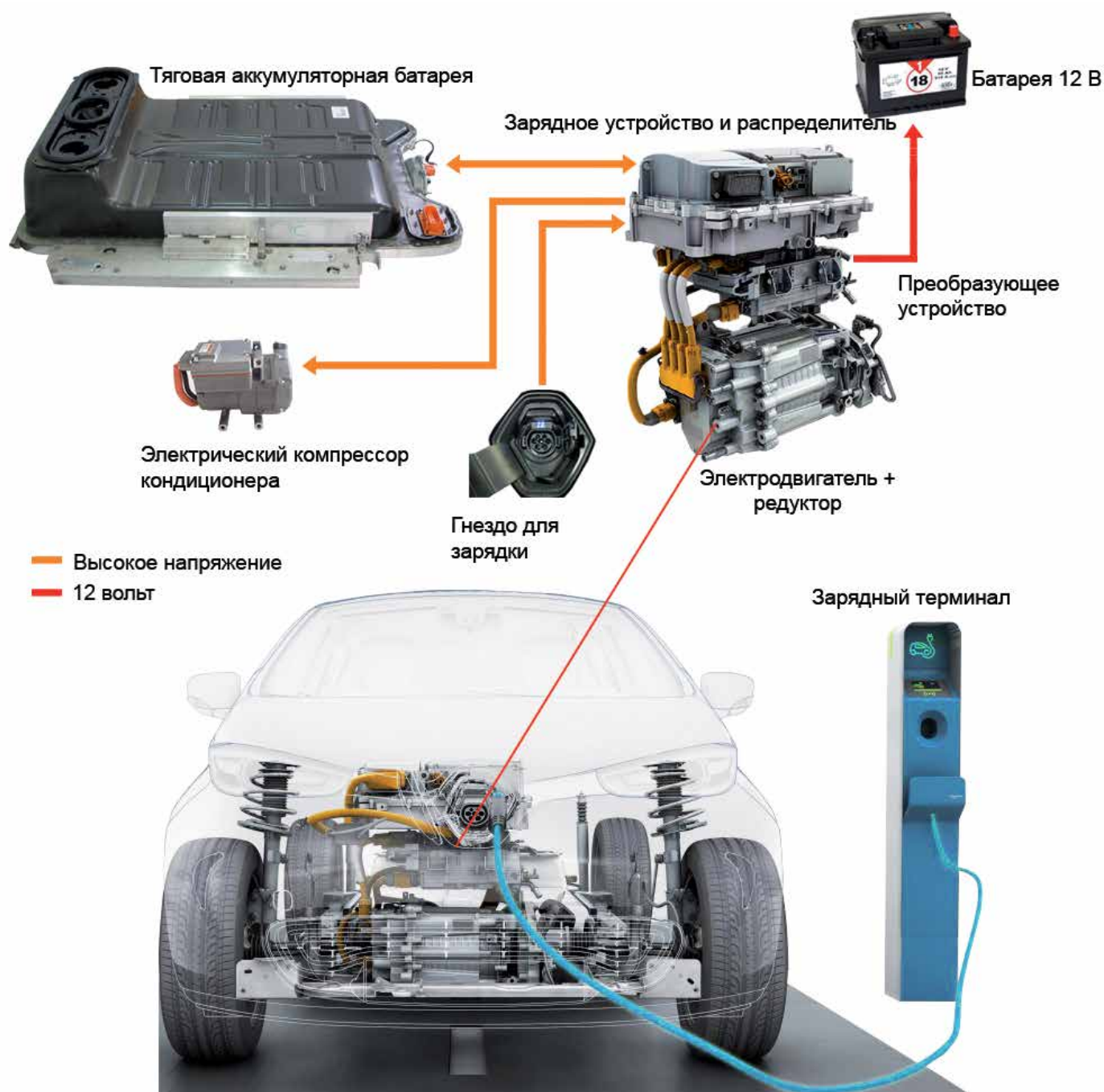
**Высоковольтная сеть:** Для управления системой электрического привода необходима определенная группа компонентов. Обычно это гнездо для подзарядки, тяговая аккумуляторная батарея, преобразователь и тормозная система, сочетающая в себе электрическую рекуперативную тормозную систему с системой механического торможения. Она также включает в себя систему управления климатом как для тяговой аккумуляторной батареи, так и для салона. Остальные компоненты транспортного средства аналогичны компонентам обычных транспортных средств.

### Общий принцип функционирования системы электроприводов

Эти транспортные средства приводятся в движение электроэнергией бытовой сети электроснабжения, городской станции быстрой зарядки и рекуперативной системы торможения.

Энергия, используемая системой электрического привода, хранится в большой батарее, называемой тяговой аккумуляторной батареей. Батарея выдает постоянный ток на преобразователь

через распределитель, где этот ток преобразуется в переменный. Переменный ток подается в электродвигатель, который генерирует вращательные движения. Движение вращения преобразуется в редукторном блоке, выдавая необходимое вращение ведущих колес.



## ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРИВОДНОЙ СИСТЕМЫ

### Гнездо для подзарядки и зарядное устройство

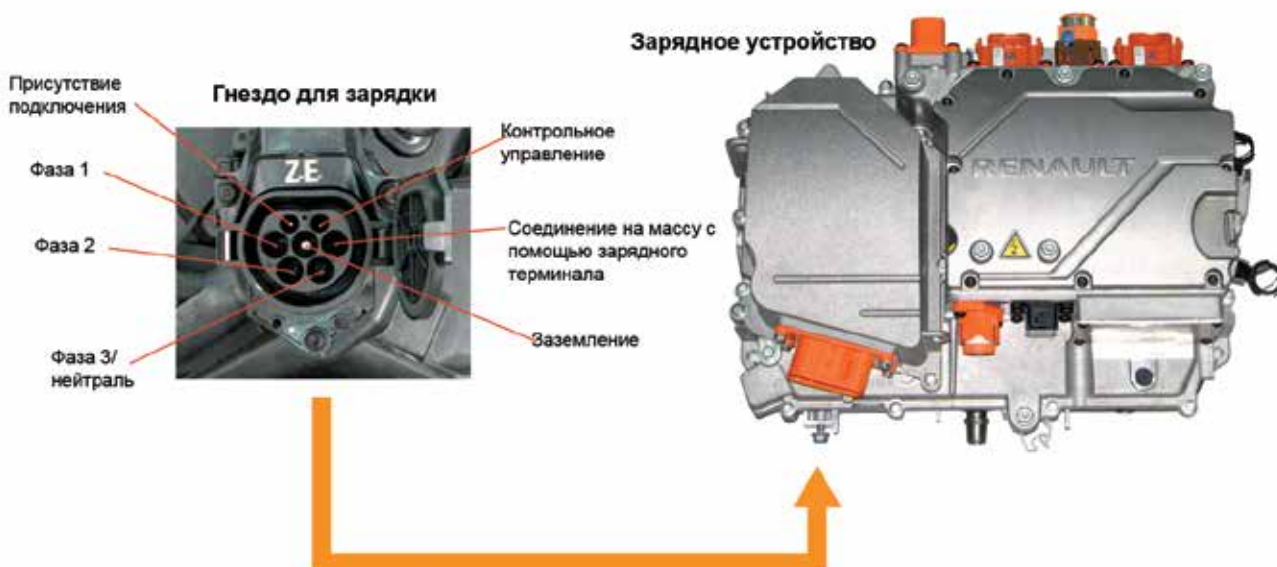
Помимо покупки электрического транспортного средства требуется зарядный терминал, к которому может быть подключено транспортное средство для зарядки его батареи. Подключение к транспортному средству осуществляется посредством гнезда для подзарядки, которое может получать различное напряжение в зависимости от того, является ли зарядка однофазной или трехфазной.

Бытовой ток - переменный. Вследствие своей природы, он не может храниться в аккумуляторной батарее. Ток, сохраняемый и впоследствии расходуемый батареями любого рода, является постоянным.

Таким образом, для перевода бытового переменного тока в постоянный ток батареи необходим трансформатор.

Для повышения удобства и подключения непосредственно к сети 220 В большинство изготовителей предпочитают поставлять зарядное устройство вместе с самим транспортным средством. Это зарядное устройство контролирует процесс зарядки и преобразует переменный ток в постоянный, который необходим для функционирования тяговой аккумуляторной батареи. Кроме того, между таким зарядным устройством и зарядным терминалом устанавливается связь.





Недостаток этих зарядных устройств заключается в том, что они занимают много места и увеличивают вес транспортного средства.

## Типы зарядки

Для каждого типа батареи требуется определенный способ зарядки. Это означает, что на рынке имеется большое количество различных зарядных устройств, и следует проконсультироваться с заводом-изготовителем в отношении наиболее подходящего из них. Чем больше электроэнергии имеется, тем меньше времени потребуются для зарядки батареи. В зависимости от мощности и типа доступного электрического тока существует три типа зарядки:

- **Обычная зарядка:** Использует мощность и бытовое электрическое напряжение с однофазным током (в зависимости от существующей мощности: 3,7-11 кВт, 230 вольт).

- **Полубыстрая зарядка:** Используется в городских и гаражных зарядных терминалах, которые обычно используют трехфазный переменный ток. Обеспечивает более высокую мощность, чем бытовые сети, значительно сокращает время зарядки (1 час).
- **Быстрая зарядка:** Быстрые зарядные устройства работают с током 125 ампер и напряжением 500 вольт, что обеспечивает выходную мощность около 60 кВт. Такая зарядка должна рассматриваться как зарядка для увеличения запаса хода или для удобства. По сравнению с другими типами зарядки время зарядки батареи значительно сокращается.

## Протоколы зарядки и разъемы

Производители электромобилей устанавливают свои собственные протоколы связи, которые образуют часть процесса зарядки батарей. Эти протоколы сообщают о состоянии батареи, уровне зарядки, защите во время зарядки, а также о самом процессе зарядки. Вследствие несовместимости различных протоколов и

разъемов, в плане как связи, так и конструкции соединительного элемента, производители, испытывая определенные трудности, пытаются стандартизировать свои системы зарядки. В зависимости от различных рынков, можно встретить различные стандартизированные протоколы зарядки:

- **Разъем Mennekes:** Это стандарт, принятый в Европе. Он основан на международном стандарте МЭК 62196 (Международная электротехническая комиссия).



Переменный ток	Однофазный и трехфазный, до 16-63
Напряжение	100-500 V
Мощность	До 43,8 кВт
Протокол связи	PLC (связь по линии электропередач)

Существует смешанный вариант Mennekes для зарядки постоянным током. Он называется **Mennekes CCS** (комбинированная система зарядки), и состоит из двух дополнительных контактов для + и – **постоянного тока**. Это позволяет быстро заряжать батарею, используя мощность до **100 кВт**.



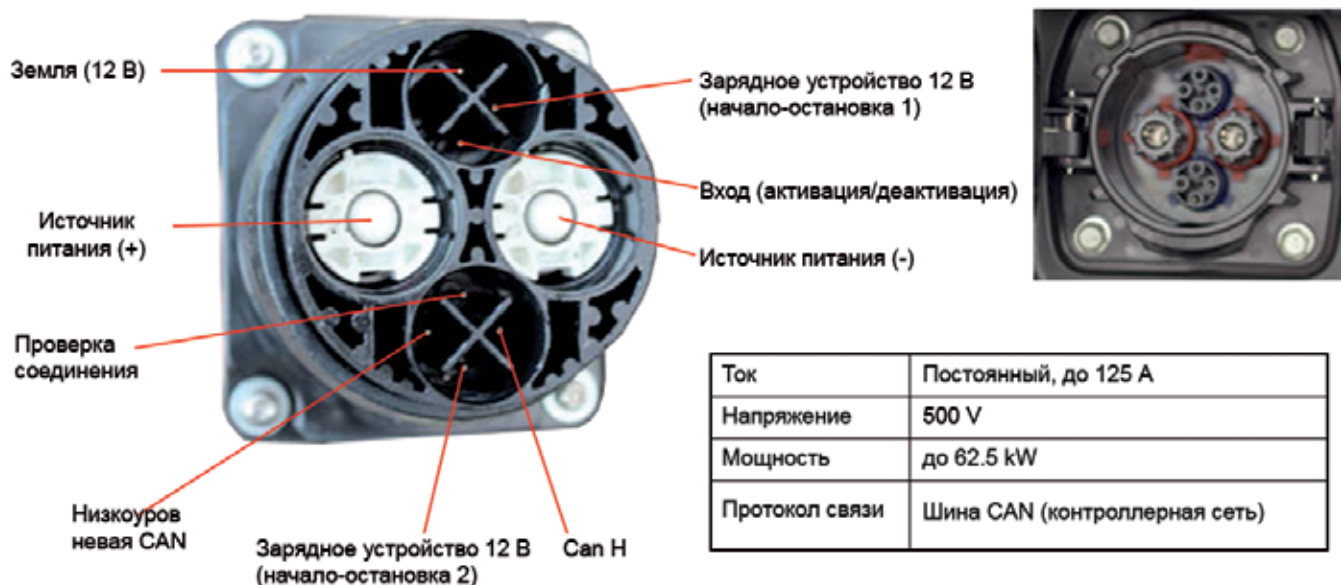
- **SAE J1772 или Yazaki:** Разработано в США. Только для американского стандарта.



Существует смешанный вариант SAE J1772 для зарядки постоянным током. Он называется **SAE CCS** (комбинированная система соединителей), и состоит из двух дополнительных контактов для + и – **постоянного тока**. Это позволяет быстро заряжать батарею, используя мощность до **90 кВт**.



- **Разъем CHAdeMO:** CHArge de MOve (зарядка для перемещения), а также от японского «давайте выпьем кофе». Это японский стандарт быстрой зарядки. Он предназначен исключительно для постоянного тока, а система блокировки – ручная.



В связи с широким разнообразием разъемов некоторые производители предпочитают оснащать свои транспортные средства более чем одним типом разъемов (одним для обычной зарядки дома, а другим для быстрой зарядки).



## Тяговая аккумуляторная батарея

Это элемент, хранящий энергию в химической форме, которая при соединении с электрической цепью преобразуется в электрическую энергию и выполняет работу. Она обычно расположена под полом транспортного средства, что помогает сбалансировать вес между передней и задней частью транспортного средства и поддерживать низкий центр массы. Это облегчает оптимальное сцепление и обеспечивает превосходную стабильность транспортного средства.

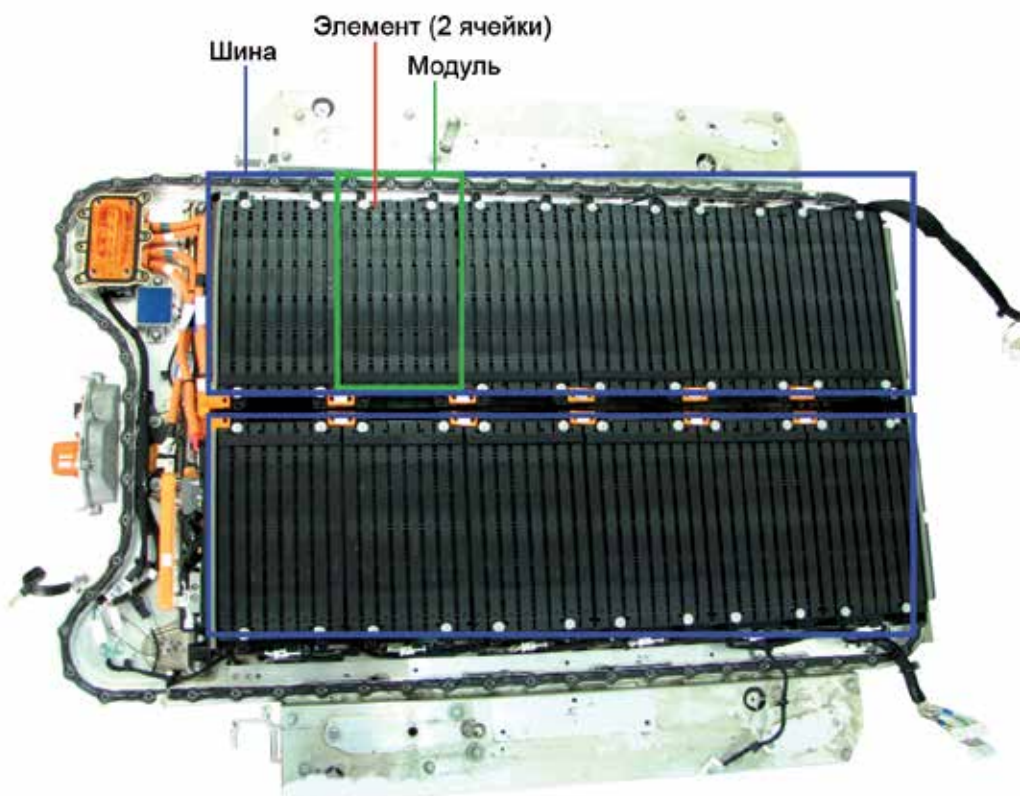
Существуют различные типы батарей. Основное различие между батареями, мощностью и напряжением, которое они выдают, в основном заключается в производственном материале положительных и отрицательных электродов. Наиболее известные аккумуляторные батареи:

Тип батареи	Свинцово-кислотная	Никель-кадмиевая	Никель-металл-гидридная	Натрий-никелевая (Zebra)	Литий-ионная
Материал отрицательного электрода	Свинец	Кадмий	Металлические гидриды	Натрий	Графиты, нитриды и литиевые сплавы
Материал положительного электрода	Оксид свинца	Гидроксид никеля	Гидроксид никеля	Никель	Оксид лития-кобальта, оксид ванадия...
Электролит	Серная кислота	Гидроксид калия	Гидроксид калия	Хлорид натрия-никеля	Органический растворитель + литиевая соль
Энергия/вес (Вт·ч/кг)	30 - 50	48 - 80	60 - 120	120	110 - 160
Напряжение на элемент (В)	2	1.25	1.25	2.6	3.70
Продолжительность (циклы зарядки/разрядки)	1000	500	1000	1000-2000	4000
Время зарядки (ч)	8 - 16	10 - 14	2 - 4	-	2 - 4
Саморазряд в месяц (% от общего числа)	5	30	20	-	25
Эффективность зарядки	82.5	72.5	70	92.5	90

Литий-ионные аккумуляторные батареи являются самыми новейшими. Использование новых материалов, таких как литий, позволило обеспечить высокую плотность энергии, высокую эффективность, устранило «эффект памяти» и необходимость в обслуживании, а также облегчило переработку.

Батарея этого типа состоит из большого числа ячеек, сгруппированных в модули и разделенных на блоки. На следующем рисунке

показан пример тяговой аккумуляторной батареи с 192 ячейками, разделенными на 96 элементов, соединенных последовательно. В частности, такая батарея имеет номинальное напряжение 360 В и может работать при максимальном напряжении 400 вольт. Ее энергетический потенциал составляет около 22 кВтч, и он обеспечивает запас хода примерно 150 км.



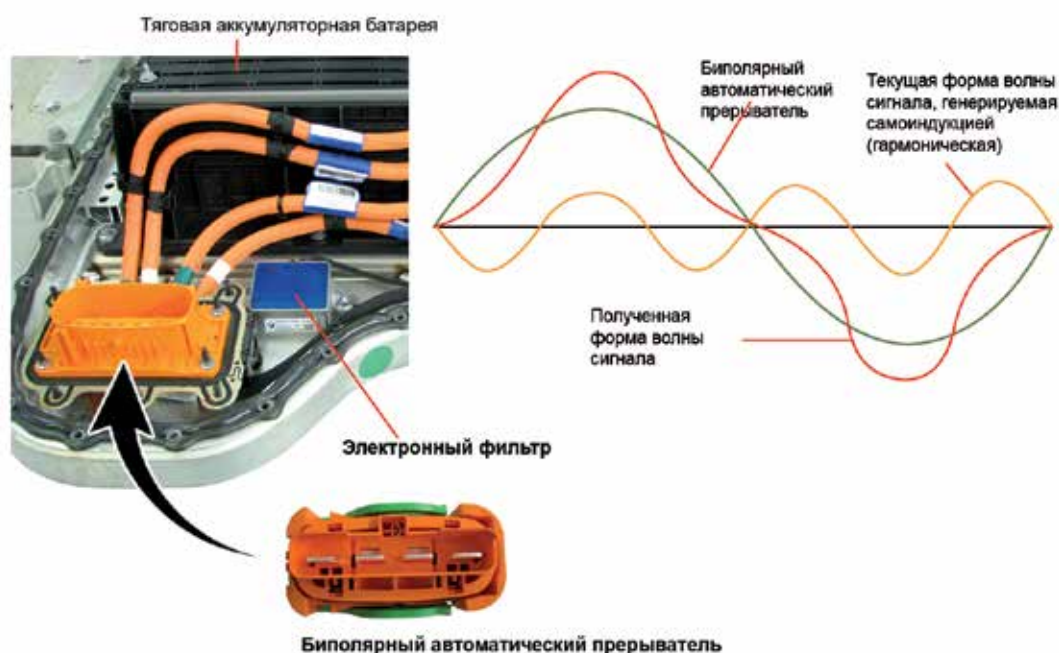
**Примечание:** Аккумулятор некоторых из более сложных транспортных средств, таких как Tesla Model S, содержит более 8 000 ячеек. Предоставляемая им мощность составляет 100 кВтч, при расстоянии между зарядками более 500 км.

Для повышения энергоэффективности эти батареи имеют автономную систему охлаждения, которая поддерживает оптимальную рабочую температуру ячеек. В этом случае используется хладагент для кондиционирования воздуха, который, путем использования испарителя и воздуходувной машины, охлаждает воздушный поток, проходящий через все аккумуляторные модули.

Напряжение зарядки и разрядки на одну ячейку этих тяговых аккумуляторных батарей включается в пределы, установленные изготовителем. Это делается путем включения системы электронного управления, которая контролирует и уравнивает циклы зарядки/разрядки и их правильное функционирование. Для этой

системы управления требуются такие компоненты, как датчики температуры, датчики тока, предохранители, резисторы и т. д.

Для обеспечения безопасности, в эти батареи устанавливается биполярный автоматический прерыватель, позволяющий отключать положительные и отрицательные клеммы тяговой аккумуляторной батареи от остальной части установки транспортного средства. Это система безопасности, предотвращающая опасный ток в остальной части проводки и в компонентах высокого напряжения. Другим необходимым компонентом, обеспечивающим долговечность и правильное функционирование тяговой аккумуляторной батареи, является включение электронного фильтра, подключенного к отрицательной клемме. Этот фильтр поглощает гармонические колебания тока, входящего и выходящего из него.



## Преобразующее устройство

Предназначено для преобразования постоянного тока тяговой аккумуляторной батареи в трехфазный переменный ток для того, чтобы мог работать высокопроизводительный двигатель.

Кроме того, при сбросе скорости устройство преобразует электрическую энергию, генерируемую двигателем, обратно в постоянный ток, возвращая ее в батарею для хранения.





Связь между преобразователем и электрическим двигателем осуществляется через специальную проводку. Все кабели высокого напряжения защищены для предотвращения как можно большего числа паразитных колебаний.

В свою очередь, преобразователь управляет включением фаз статора в зависимости от положения ротора, потреблением

энергии, рекуперативным торможением и тем, движется ли транспортное средство вперед, или же назад.

Кроме того, преобразователь уменьшает напряжение тяговой аккумуляторной батареи до низкого напряжения, чтобы поставлять 12 вольт потребителям, в то же время заряжая небольшую 12-вольтовую батарею.

**Важно:** 12-вольтовая система этих электромобилей не может использоваться для запуска какого-либо другого обычного транспортного средства. Электрическая мощность, предоставляемая системой низкого напряжения, не предназначена для поддержки требуемого энергопотребления, необходимого для стартера двигателя внутреннего сгорания.

В целях предотвращения перегрева компонентов силового

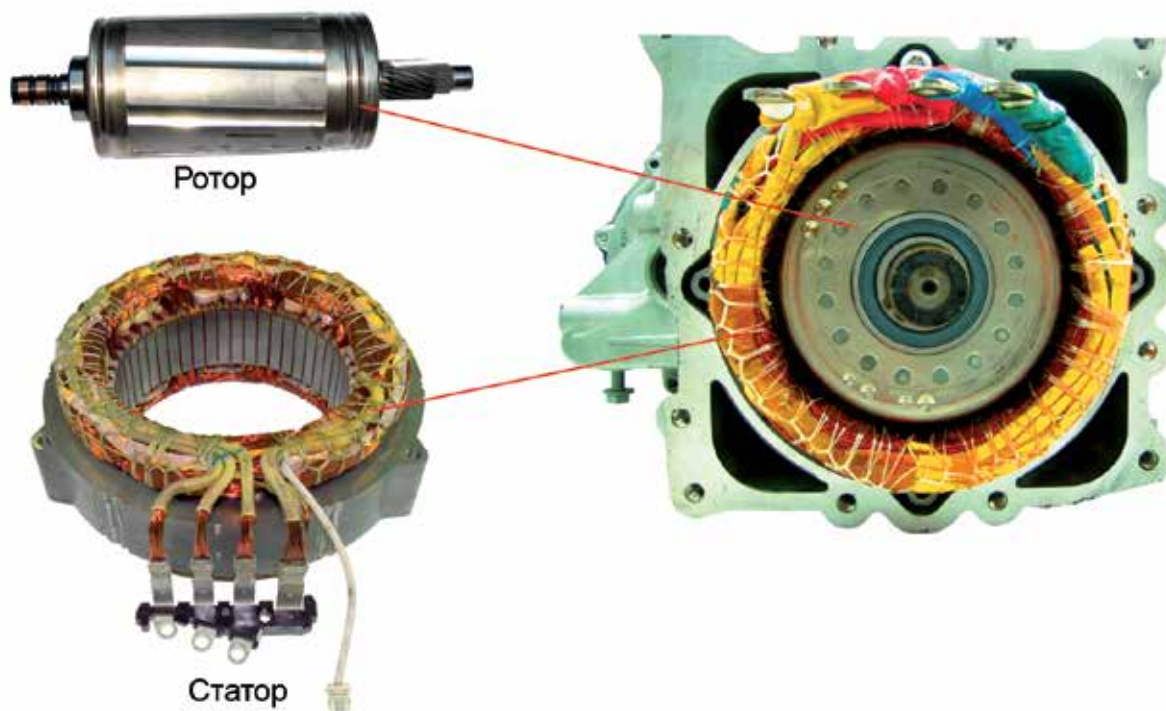
агрегата (преобразующее устройство, зарядное устройство, электрический двигатель, редукторный блок и т. д.) устанавливается водяная система охлаждения. Температура в этой системе охлаждения колеблется около 50 °С, и при использовании датчика температуры термостат не требуется.

## Электрический привод + редуктор в сборе

Приводной двигатель является важным компонентом конструкции электрического транспортного средства. Он преобразует электрическую энергию в механическую энергию, подаваемую на колеса. Принцип работы электрического двигателя заключается в наведении магнитного поля, генерируемого статором, которое взаимодействует с магнитным полем, создаваемым ротором. Это взаимодействие или «столкновение» обоих полей приводит к повороту вала электрического двигателя. Данные двигатели также способны функционировать в качестве генераторов при замедлении транспортного средства, обеспечивая переменный ток, который

затем преобразовывается в постоянный ток (в конвертере) для хранения в аккумуляторной батарее

Основными компонентами этих устройств являются: статор, который остается неподвижным и в котором расположены катушки индуктивности, образующие медную обмотку, показанную на рисунке, и ротор, являющийся магнитным ядром, которое при вращении передает движение на редукторный блок.



### Тип двигателя

В целом, электрические двигатели могут быть отнесены к двум типам: синхронные и асинхронные. Разница между ними кроется в том, как они работают.

В синхронных двигателях скорость вращения ротора равна скорости вращения магнитного поля статора. В то время как в

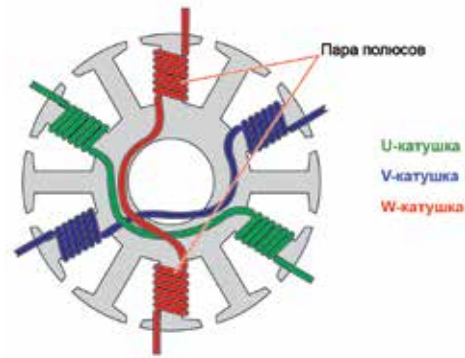
асинхронных или индукционных двигателях скорость ротора всегда ниже скорости вращения магнитного поля статора.

Например, в Renault ZOE и Nissan Leaf используются синхронные двигатели, а в Tesla – асинхронные двигатели.

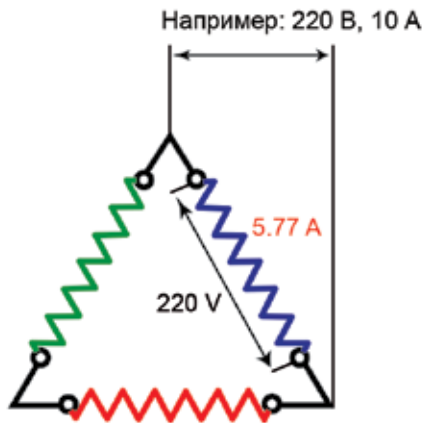
## Статор

И у синхронных, и у асинхронных моторов этот компонент практически одинаков. Обычно статор имеет три фазы и состоит из трех катушек, равномерно распределенных вокруг его корпуса. Обычно катушки называются U, V и W.

В зависимости от того, как катушки распределены вокруг его корпуса, получается большее или меньшее количество магнитных полюсов.

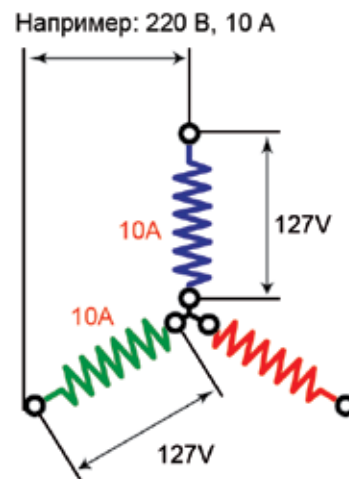


### Дельтаобразное соединение



$$I\text{-Фаза} = \frac{I\text{-линия}}{\sqrt{3}} \quad V\text{-Фаза} = V\text{-линия}$$

### Звездообразное соединение



$$V\text{ Фаза} = \frac{V\text{-линия}}{\sqrt{3}} \quad I\text{-Фаза} = I\text{-линия}$$

Эти катушки могут соединяться в форме звезды (все клеммы катушек подключены к общей точке) или дельты (последовательное соединение в конце каждой фазы по принципу распределения системы через соединительные точки). На следующем рисунке показаны эти два типа соединений, которые, при питании 220 В и 10 А, имеют разную интенсивность и напряжение своих линий.

Вращательная сила двигателей, соединенных в форме звезды или дельты, одинакова. Однако, когда фазы соединяются в форме дельты, интенсивность и крутящий момент двигателя ниже по

сравнению с соединением в форме звезды, в то время как его скорость вращения и напряжение - выше. С другой стороны, когда фазы соединяются в форме звезды, скорость и напряжение ниже по сравнению с конфигурацией в форме дельты, в то время как интенсивность и крутящий момент двигателя - выше. Таким образом, двигатели, используемые в электромобилях, обычно соединяются в форме звезды для достижения максимального крутящего момента мотора.

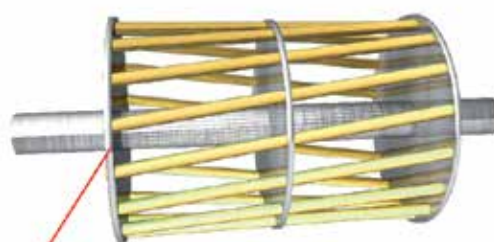
## Ротор

В зависимости от того, является ли двигатель синхронным или асинхронным, у него может быть один или другой тип ротора. В

- **Короткозамкнутый ротор** состоит из нескольких проводов, распределенных вокруг краев ротора (обычно из меди). Концы этих проводов короткозамкнуты через стопорное кольцо, кроме случаев, когда можно подключить обмотку ротора к внеш-

асинхронных моторах используется короткозамкнутый ротор, в то время как в синхронных двигателях обычно используется ротор с постоянными магнитами.

нему корпусу. Магнитное поле статора вызывает ток в роторе, который затем преобразуется в магнитное поле, необходимое для начала вращения вала.



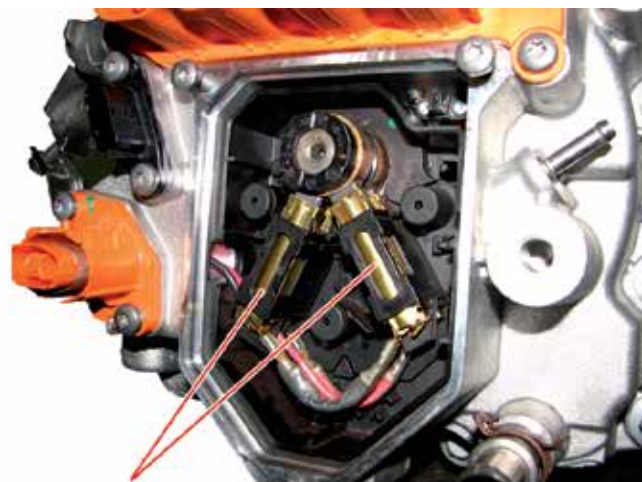
Стопорное кольцо

- **Фазный ротор** включает в себя медную обмотку, намотанную внутри, которая подключается к наружным выводам через два токосъемных кольца, установленных на том же самом валу.



Токосъемные кольца

Эти кольца получают постоянную энергию от нескольких щеток, питающих обмотку ротора, цель которых состоит в создании магнитного поля в последней.



Щетки

- Ротор с **постоянными магнитами** не нуждается в “создании” магнитного поля путем поглощения тока из источника энергии, поскольку магниты сами уже создают такое магнитное поле.

Неодим – материал, который часто используется для магнитов этого типа.

## Редукторный блок

Большое количество оборотов электрического двигателя (12 000 об/мин) и большой крутящий момент означают, что электромобили не нуждаются в какой-либо коробке передач. Аналогичным образом, поскольку электрический двигатель может давать энергию с 0 (холостой ход не требуется), это также устраняет

необходимость в системе сцепления.

Однако для преобразования большого числа оборотов электродвигателя в крутящий момент необходимо устанавливать систему редукторов (редукторный блок).

Редуктор состоит из электрического моторного вала (ротора), понижающей шестерни и стандартного дифференциала.

Ротор электродвигателя



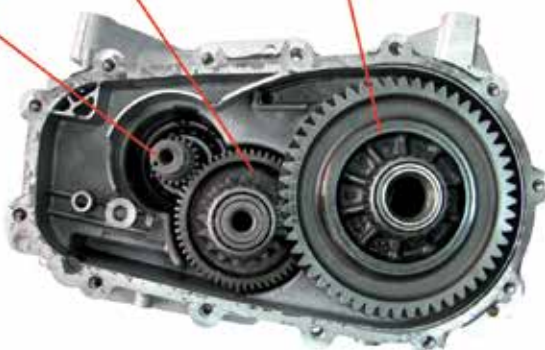
Зубчатая шестерня



Дифференциал



Крышка редукторного блока



Для обратного действия также не требуется сцепление с третьей шестерней, поскольку достаточно просто обратить направление вращения электрического двигателя.



## РЕКУПЕРАТИВНАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Для электрического транспортного средства нормально наличие различных тормозных систем, но с точки зрения безопасности водителя тормозная система должна функционировать так, как если бы она была единым тормозным усилием. Тормозное оборудование состоит из классической гидравлической системы и рекуперативной системы торможения, когда задействуется двигатель электротяги (при его работе в качестве генератора тока).

Стандартная тормозная система (гидравлическая) обычно имеет усилитель тормозов, работающий в вакууме. В обычном транспортном средстве вакуум создается впускным коллектором (бензиновый двигатель) или педалью тормоза (дизельный двигатель). В случае электрического транспортного средства такой вакуум может быть создан, по большому счету, только двумя путями:

- электрическим вакуумным насосом, который активируется в соответствии с сигналом датчика давления, установленного на самом усилителе тормозов.
- или электрическим двигателем, используемым для системы ABS, генерирующим гидравлическое давление, которое будет использоваться в гидравлических контурах.

Рекуперативное торможение в этих типах транспортного средства

включается при отпускании педали газа. В этот момент электрический двигатель прекращает отдачу тяги колесам, чтобы перенаправить свою работу на генератор. Инерция ротора вызывает электромагнитную индукцию в катушках статора, таким образом генерируя переменный ток. Этот переменный ток преобразовывается конвертером в прямой ток для последующего хранения в тяговой аккумуляторной батарее. Чем больше нажимается педаль тормоза, и нагрузка на нее увеличивается, тем больше энергии поглощается батареей из генератора, что приводит к большему ее сохранению.

Благодаря рекуперативному торможению значительно увеличивается запас хода транспортного средства, особенно при езде в городе. В то же время также уменьшается износ тормозов.

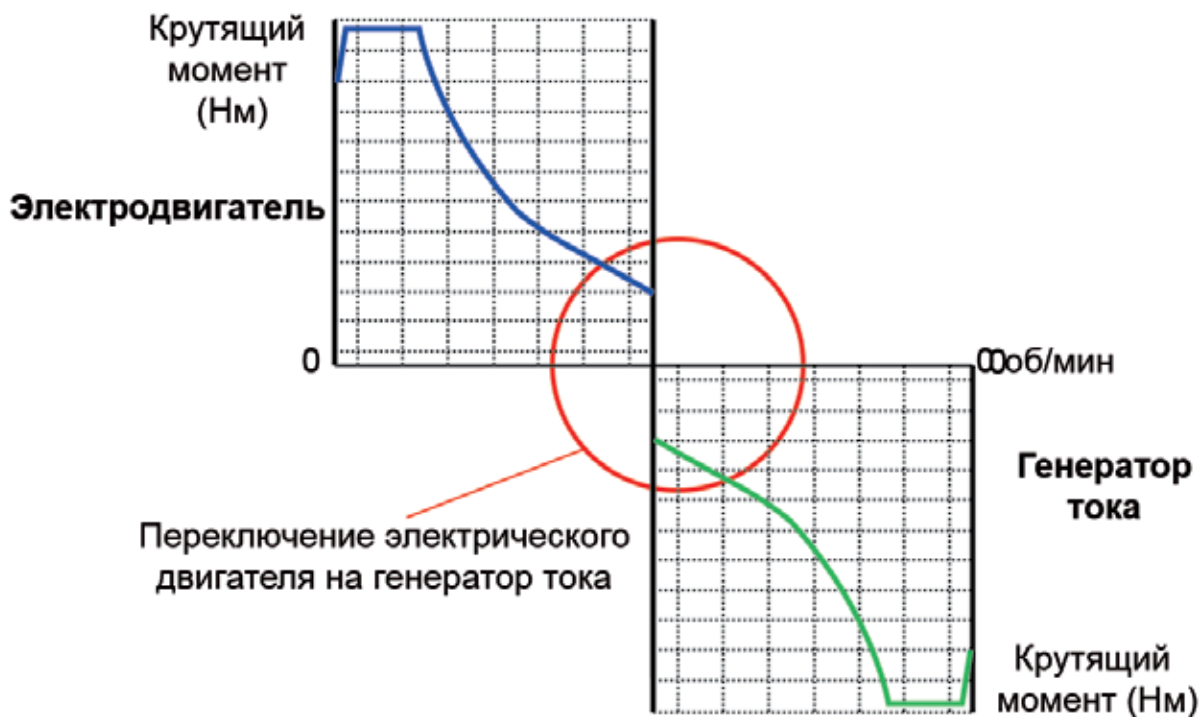
Для эффективного торможения электрического транспортного средства и, в свою очередь, для извлечения наибольшей выгоды из рекуперативного торможения в плане зарядки тяговой аккумуляторной батареи требуется тормозная система, которая постоянно сочетает в себе обе тормозные системы.



Момент сопротивления генератора зависит, в частности, от числа его оборотов. При переключении с электрического двигателя на генератор тока существует короткий промежуток времени, в течение которого не существует крутящего момента какого-либо типа, и тогда торможение должно быть на 100% гидравлическим. Как только момент сопротивления снова становится доступен, тормоз-

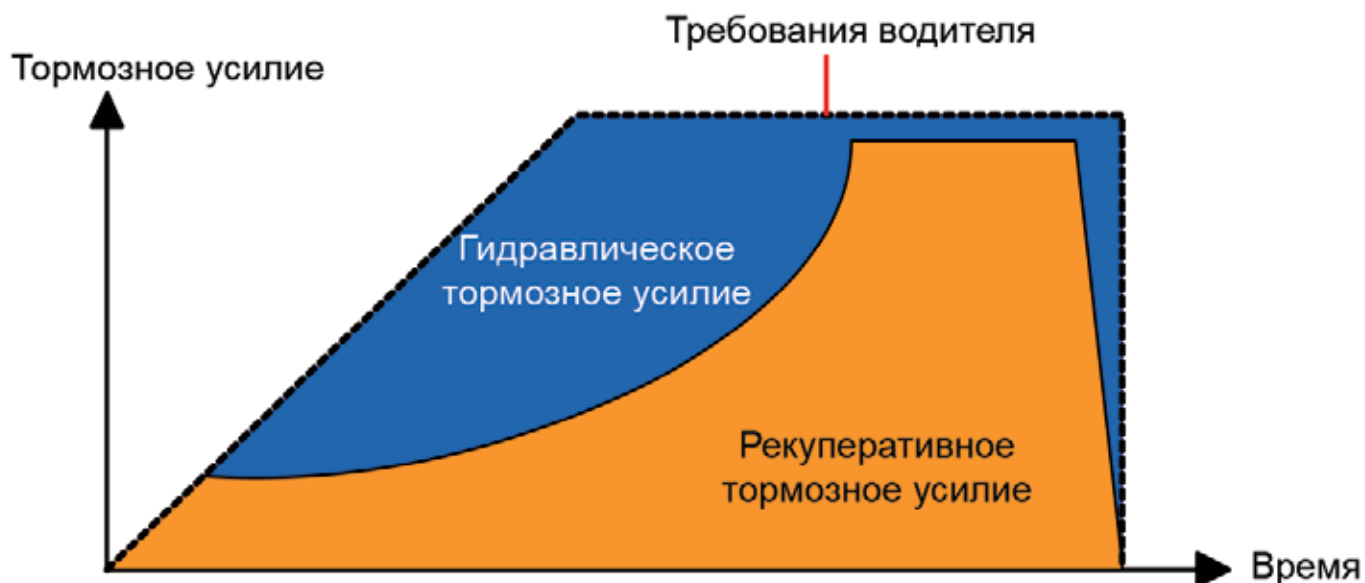
ная система может уменьшить силу гидравлического торможения, или даже совсем его выключить, чтобы воспользоваться преимуществами рекуперативного торможения. При уменьшении скорости вращения генератора возникновение момента сопротивления невозможно. В этот момент вновь должно быть использовано гидравлическое торможение.

### Диаграмма крутящего момента двигателя/генератора



Таким образом, тормозная система электрического транспортного средства отключает давление, оказываемое водителем на тормозной насос, чтобы скомбинировать гидравлическое и рекупера-

тивное торможение в зависимости от требуемых условий торможения.



## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КЛИМАТА

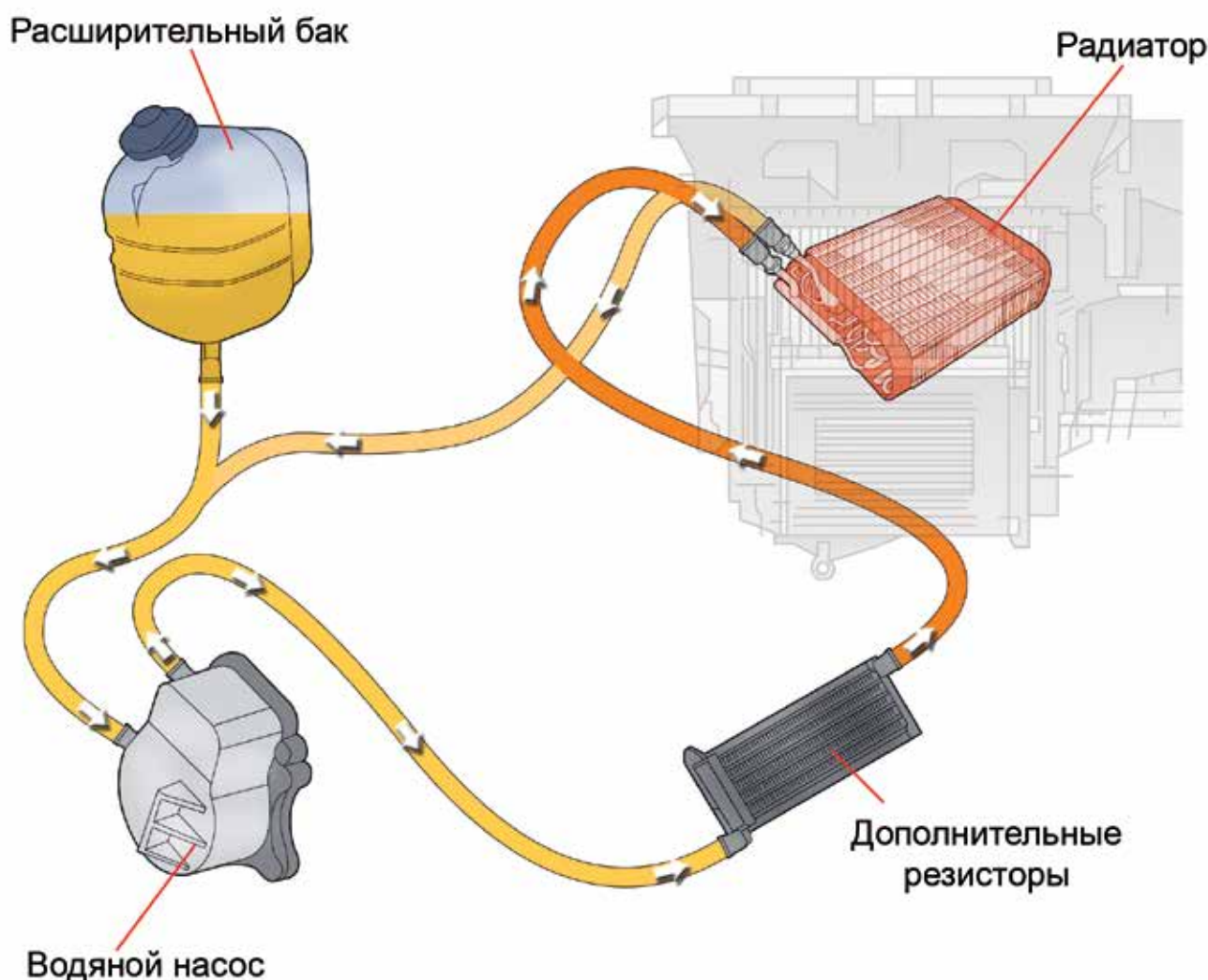
Поскольку у электромобилей нет двигателей внутреннего сгорания, их производители задаются двумя вопросами:

- Как управлять компрессором кондиционера?
- И как получить источник тепла для обогрева?

Что касается источника тепла для обогрева, первые электрические транспортные средства были оборудованы стационарным отоплением, которое действовало благодаря небольшому топливному баку (с бензином или дизельным топливом); в некоторой степени это происходило аналогично домашнему отоплению.

Еще более современным существующим вариантом является использование дополнительных резисторов, которые работают от напряжения тяговой аккумуляторной батареи. Система также состоит из следующих компонентов:

Дополнительные резисторы, нагревающие жидкость, циркулирующую по контуру. Они действуют всегда, когда заведено транспортное средство и требуется функция отопления.





В холодном цикле используются те же компоненты, что и в обычном транспортном средстве, причем единственное отличие заключается в том, что компрессор кондиционирования воздуха управляется электрическим двигателем, установленным внутри.

Эти компрессоры обычно центробежного типа, а их положение аналогично расположению в обычном транспортном средстве, т. е. в моторном отсеке.

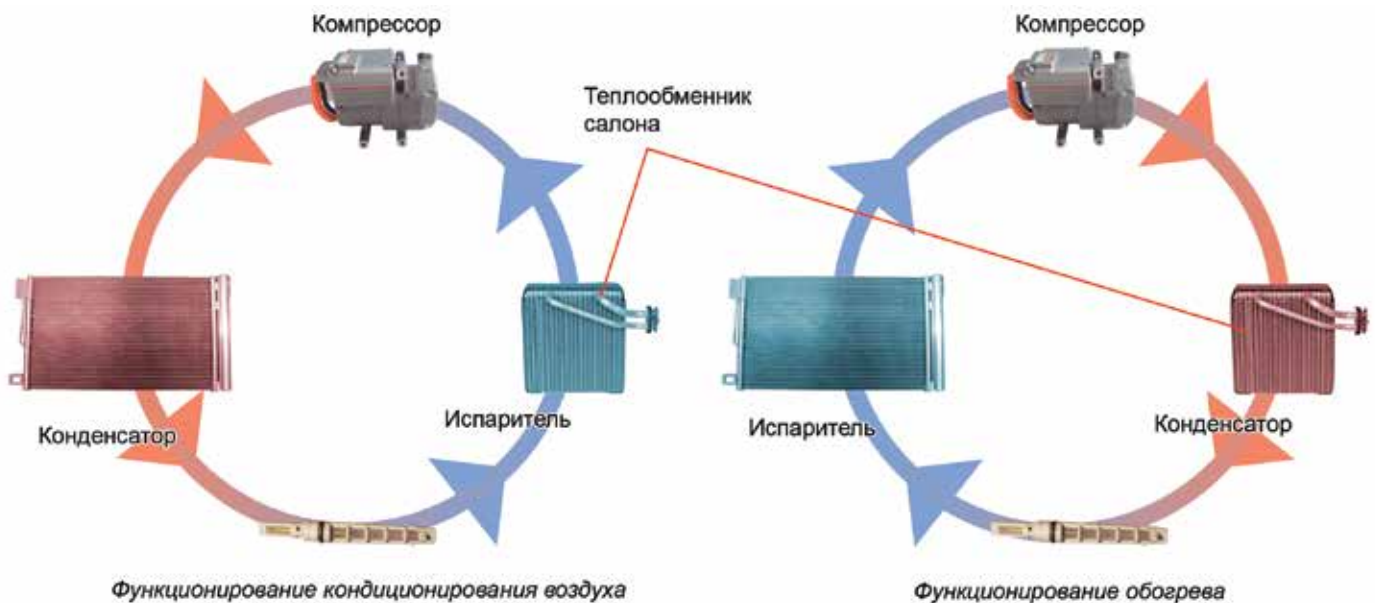
Используемый газ зависит от года изготовления транспортного средства. Наиболее часто встречающимися являются R-134a и 1234-yf.



В целях увеличения запаса хода на многих электромобилях имеется программа, которая может распознавать необходимость отопления или охлаждения салона, пока батарея транспортного средства заряжается. В таком случае энергия, необходимая для этого процесса, исходит из внутренней электрической системы, а не от батареи транспортного средства.

В свою очередь оборудование для регулирования климата также участвует в охлаждении тяговой аккумуляторной батареи.

В других транспортных средствах, таких как Renault ZOE, используется обратимая система управления климатом, которая обеспечивает нагрев и охлаждение воздуха. Теплообменник в кабине работает в качестве конденсатора для отдачи тепла, или же в качестве испарителя для выпуска свежего воздуха. Для реверсирования работы обоих теплообменников используется группа электроклапанов.



## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Как и в случае транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, электрические транспортные средства также должны проходить собственное техническое обслуживание. Следующие проверки относятся к числу наиболее общих услуг по техническому обслуживанию:

- Замена охлаждающей жидкости каждые 5 лет или после каждых 150 000 км. Это должно производиться в соответствии с техническими требованиями завода-изготовителя.
- Замена тормозной жидкости, которую производители рекомендуют осуществлять через каждые 120 000 км или каждые 4 года. В то же время следует отметить, что тормозные колодки этих автомобилей обычно служат дольше, чем в обычном транспортном средстве, поскольку рекуперативное торможение электромобилей сокращает износ тормозных колодок.
- Для зубчатой передачи в редукторном блоке используется масло. Рекомендуется проверять уровень масла через каждые 30 000 км (эти цифры основываются на осмотре транспортного средства).
- Некоторые производители рекомендуют заменять 12-вольтовую батарею этих электромобилей каждые три года, в качестве меры предосторожности.

Что касается шин, используемых во многих электромобилях, то следует отметить, что они имеют особый тип.

В связи с высоким крутящим моментом этих транспортных средств были спроектированы шины с высоким коэффициентом трения. Некоторые производители предпочитают использовать шины большего диаметра, но с узким профилем, которые обеспечивают низкое сопротивление качению для увеличения запаса хода транспортного средства (увеличение на 10%, в зависимости от транспортного средства). Срок их замены зависит от степени износа.

- Рекомендуется заменять воздушный фильтр для салона через каждые 30 000 км.
- осушающий фильтр для кондиционирования воздуха рекомендуется заменять каждые 2 года.
- Когда необходимо открыть контур кондиционирования воздуха, важно иметь в виду характеристики масляного компрессора, поскольку такое масло должно быть типа POE. Такое масло должно иметь особые электроизоляционные свойства, защищающие компрессор от удара электрическим током, производимым двигателем.

Как и в обычном транспортном средстве, необходимо также регулярно проверять шины, жидкость для омывания лобового стекла, дворники, лампочки, а также обслуживать и, при необходимости, заменять движущиеся компоненты, такие как:

- элементы гидравлической тормозной системы
- шаровые опоры
- подшипники
- детали рулевого управления и подвески





## Отслеживание автомобильной технологии

Информационное письмо Eure!TechFlash является дополнением к обучающей программе Eure!Car компании ADI и используется для: предоставления современного технологического обзора инноваций в автомобильной сфере.

При технической помощи AD технического центра (Испания) и при содействии ведущих производителей запчастей, целью Eure!TechFlash является объяснение работы новых технологий для поощрения профессиональных специалистов по ремонту не отставать от технологии и мотивации постоянно развивать свои технические навыки.

Eure!TechFlash будет издаваться 3-4 раза в год.

**Eure!Car**  
CERTIFIED MASTERCLASSES

Технический уровень компетенции является важным для механиков и в будущем может быть решающим для

продолжения карьеры профессионального ремонтника.

Программа Eure!Car является инициативой Автодистрибушен Интернешенел

с штаб-квартирой в Кортенберг, Бельгия ([www.ad-europe.com](http://www.ad-europe.com)). Программа Eure!Car состоит из серии широко освещаемых технических программ обучения для профессиональных специалистов по ремонту, основанная национальными AD организациями и их дистрибьюторами в 40 странах.

Посетите [www.eurecar.org](http://www.eurecar.org) для более детальной информации или для ознакомления с обучающими курсами.

Технические партнеры программы Eure!Car



## Hybrid technology

# HYBRID