



## Audi Q5 hybrid quattro

С системами гибридного привода Audi имеет уже более чем 20-летний опыт. Уже в 1989 дебютировало первое поколение Audi Duo — технический концепт-кар на базе Audi 100 Avant — тип C3.

Пятицилиндровый бензиновый двигатель приводил передние колёса, подключаемый электродвигатель мощностью 9 кВт (12 л. с.) — задние. Роль накопителя энергии играли никель-кадмиевые аккумуляторы.

Два года спустя появился второй вариант Duo на базе Audi 100 Avant quattro — тип C4.

В 1997 году Audi первым автопроизводителем в Европе, который начал мелкосерийное производство автомобиля с полным гибридным приводом — Audi Duo на базе A4 Avant — тип B5. В движение его приводили дизельный двигатель 1,9 л TDI 66 кВт (90 л. с.) и электродвигатель с водяным охлаждением 21 кВт (29 л. с.), который получал ток от гелевых свинцово-кислотных аккумуляторов в багажнике. Оба силовых агрегата действовали на передние колёса.



489\_020



489\_021



489\_022

Audi Q5 hybrid quattro стал первым автомобилем Audi с полным гибридным приводом в престижном классе премиум-внедорожников (SUV). Мощность как у V6, расход как у 4-цилиндрового TDI; Audi Q5 hybrid quattro стал после трёх поколений Audi Duo первой моделью Audi, использующей два привода — высокоэффективный параллельный гибрид по самому последнему слову техники.

Его ДВС, 2,0 л TFSI\* мощностью 155 кВт (211 л. с.) гибко и культивировано работает вместе с электродвигателем 40 кВт (54 л. с.) с жидкостным охлаждением, обеспечивая спортивные динамические характеристики. Электродвигатель получает напряжение питания от компактной литий-ионной аккумуляторной батареи.



489\_023

#### Учебные цели этой программы самообучения:

Общая информация о модели Audi Q5 hybrid quattro в целом. Проработав настоящую программу самообучения, Вы сможете ответить на следующие вопросы:

- ▶ Что такое гибридная техника?
- ▶ Какая гибридная техника используется Audi?
- ▶ В чём заключаются изменения по сравнению с Audi Q5 с двигателем внутреннего сгорания?

## Введение

Внешние отличительные признаки	4
--------------------------------	---

## Правила техники безопасности

Правила безопасности VDE при работах с электрооборудованием	6
Предупреждающие надписи	7

## Основы техники гибридного привода

Гибридный привод	8
Техника гибридного привода	8
Типы полного гибридного привода	10
Другие термины	12

## Силовой агрегат

Изменения в двигателе 2,0 л TFSI	15
Контур системы охлаждения и система управления температурой	16
БУ двигателя J623	18
8-ступенчатая АКП с гибридным блоком	19

## Ходовая часть

Электроусилитель рулевого управления	20
Вакуумный насос тормозной системы V192	21

## Электрооборудование

Модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1	22
Блок управления системы регулирования аккумуляторной батареи J840	23
Высоковольтная аккумуляторная батарея A38	23
Сервисный разъём высоковольтной системы TW	24
Концепция безопасности	26
Охлаждение аккумуляторной батареи	28
Блок силовой и управляющей электроники электропривода JX1	29
Тяговый двигатель электропривода V141	30
Климатическая установка	33
Высоковольтная система	35
Бортовая сеть 12 В	38
Топология	40

## Система управления

Схема системы	42
Распознавание покидания водителем водительского места	44
Распознавание отсутствия водителя на водительском месте	44
Программы движения	44
Индикаторы и органы управления для движения в гибридном режиме	45

## Техническое обслуживание

Специальный инструмент	52
Оборудование	53

## Приложение

Словарь специальных терминов	56
Контрольные вопросы	57
Программы самообучения	59

Эта программа самообучения содержит базовую информацию по устройству новых моделей автомобилей, конструкции и принципах работы новых систем и компонентов.

**Она не является руководством по ремонту! Указанные значения служат только для облегчения понимания и действительны для имевшихся на момент составления программы самообучения данных.**

Для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо использовать актуальную техническую литературу.



Примечание



Дополнительная информация

# Введение

## Внешние отличительные признаки

Помимо надписи Hybrid на заводской табличке, Audi Q5 hybrid quattro можно отличить от Audi Q5 с двигателем внутреннего сгорания по следующим признакам.

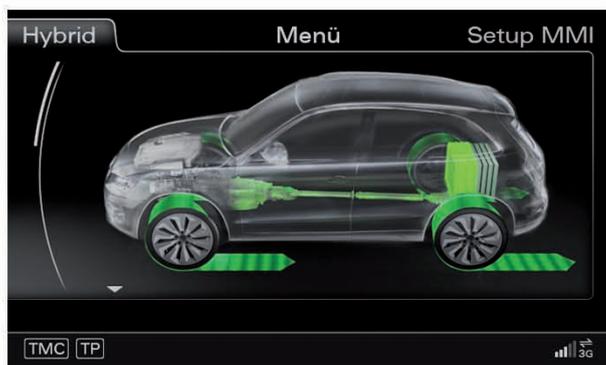
комбинация приборов с указателем и индикацией гибридного привода



надпись Hybrid на декоративном кожухе в моторном отсеке



надпись Hybrid на крыльях



надпись Hybrid на двери багажного отсека



клавиша режима EV (расширенный режим электропривода), переключение с функцией tip-S



надпись Hybrid на порогах

# Правила техники безопасности

## Правила безопасности VDE при работах с электрооборудованием

Следующие пять правил техники безопасности, базирующиеся на стандарте DIN VDE 0105, известны каждому электротехнику.

То же самое относится и к электротехнику повышенной квалификации по высоковольтным цепям (HVE): специалисту по высоковольтным системам.

Эти правила техники безопасности VDE перед работами на электрических системах следует применять в указанной последовательности.

Эти рабочие операции должны быть выполнены электротехником по высоковольтным цепям (HVT).

1. **Обесточить систему.**
2. **Исключить возможность непредусмотренного включения напряжения.**
3. **Проверить снятие напряжения.**

Эти рабочие операции для высоковольтных транспортных средств значения не имеют.

4. **Заземлить и закоротить.**
5. **Соседние, находящиеся под напряжением детали или части, укрыть или оградить.**



### Примечание

Уже переменное напряжение 25 В или постоянное напряжение 60 В представляют для человека. Поэтому обязательно соблюдайте все указания, содержащиеся в сервисной литературе, в ведомом поиске неисправностей и на предупреждающих и других наклейках и надписях в автомобиле.



### Примечание

Выполнение работ с высоковольтной системой допускается только электротехником по высоковольтным цепям (HVE).

## Предупреждающие надписи

Чтобы по возможности максимально исключить потенциальные опасности для пользователей, технического и другого персонала сервисных предприятий, а также сотрудников технических спасательных служб и врачей скорой помощи, в Audi Q5 hybrid quattro нанесены многочисленные предупреждающие и информирующие наклейки.

Следующие жёлтые наклейки указывают на наличие в этой области компонентов высоковольтной системы или деталей, находящихся под высоким напряжением, которые могут быть не видны, например, скрыты накладками или крышками.

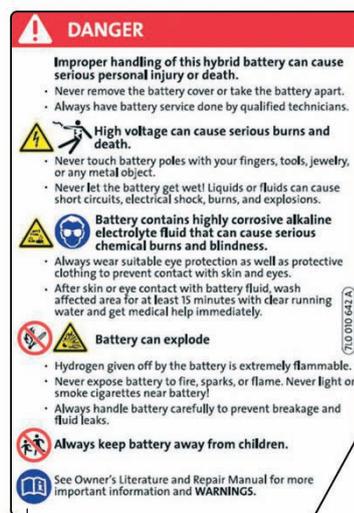


Все используемые предупреждающие наклейки подразделяются на два типа:

- ▶ жёлтые наклейки с пиктограммой, предупреждающей об опасном электрическом напряжении;
- ▶ предупреждающие наклейки с надписью «Danger» (англ. «опасность») на красном фоне.



Предупреждающие наклейки с надписью «Danger» (опасность) указывают на высоковольтные компоненты или детали, находящиеся под высоким напряжением.



489\_057

**Специальная маркировка высоковольтных батарей**  
Эта наклейка размещается на верхней части высоковольтной батареи и содержит текст на двух языках: английском и языке страны эксплуатации автомобиля.

# Основы техники гибридного привода

## Гибридный привод

Слово «гибрид» происходит от латинского слова «hybrida» и означает помесь, продукт скрещивания организмов двух различных видов.

В технике гибридным называют устройство, комбинирующее в себе две разных системы или принципа действия.

По отношению конкретно к автомобильным двигателям слово «гибридный» может использоваться в двух следующих смыслах:

- ▶ двухтопливный двигатель и
- ▶ собственно гибридный привод.

## Двухтопливные двигатели

Двухтопливными двигателями называют автомобильные двигатели внутреннего сгорания, которые могут работать на различных типах топлива.

Так, например, известны и становятся всё более распространёнными двигатели, работающие на ископаемых и возобновляемых типах топлива (дизельное/биодизельное топливо) или на жидком и газообразном топливе (бензин/природный/сжиженный газ).

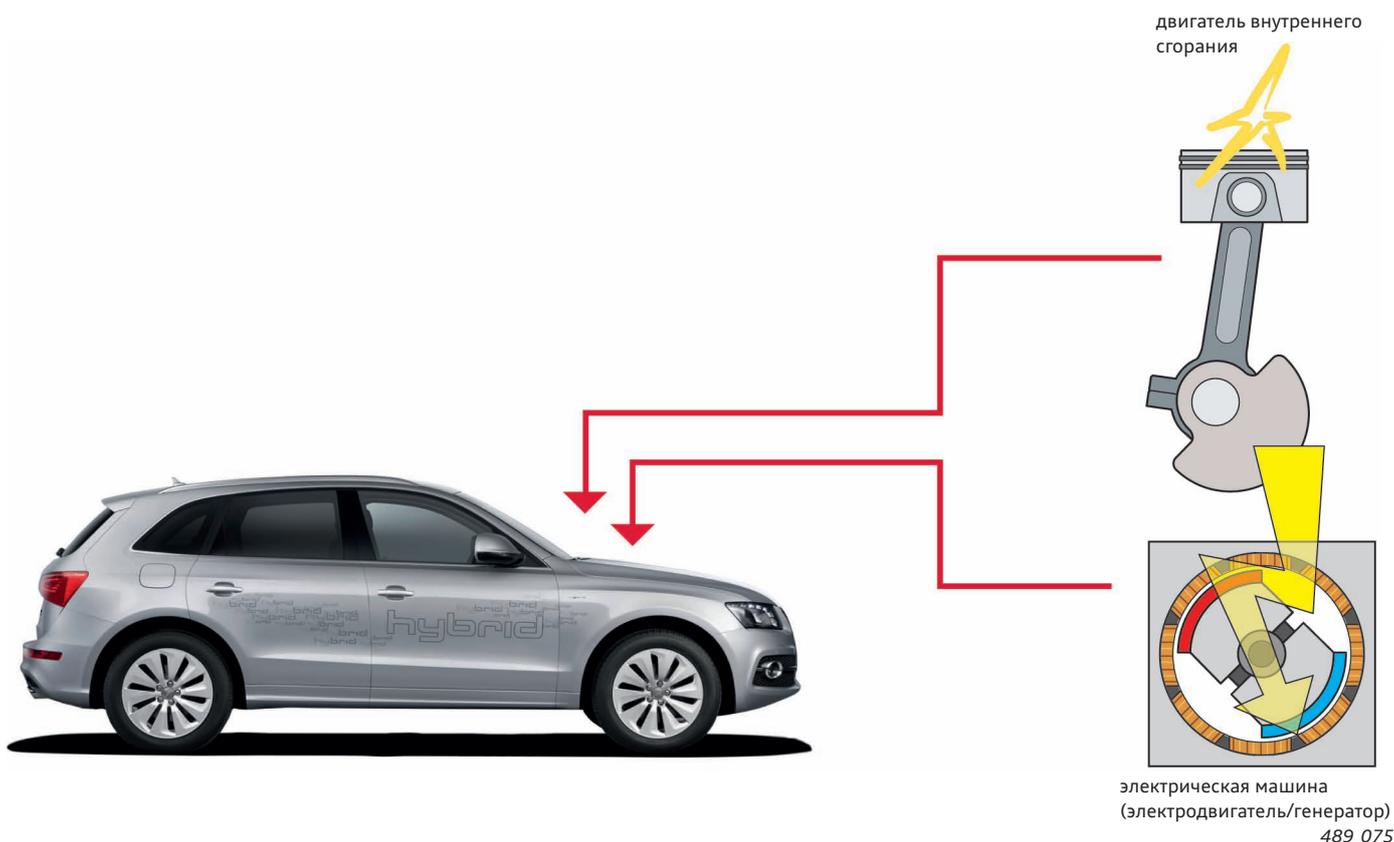
## Техника гибридного привода

Гибридным приводом называют силовые установки, объединяющие в себе два двигателя, действующих на разных физических принципах.

В настоящее время под гибридным приводом практически всегда понимают комбинацию ДВС и электродвигателя или точнее электродвигатель-генератора.

Электродвигатель-генератор может использоваться собственно в качестве двигателя для приведения автомобиля в движение, а также для преобразования энергии движения автомобиля в электрическую энергию (рекуперация) и как стартер для запуска ДВС. По различному сочетанию этих трёх основных функций гибридные приводы подразделяют на три типа:

- ▶ микрогибридный привод;
- ▶ частичный гибридный привод;
- ▶ полный гибридный привод.



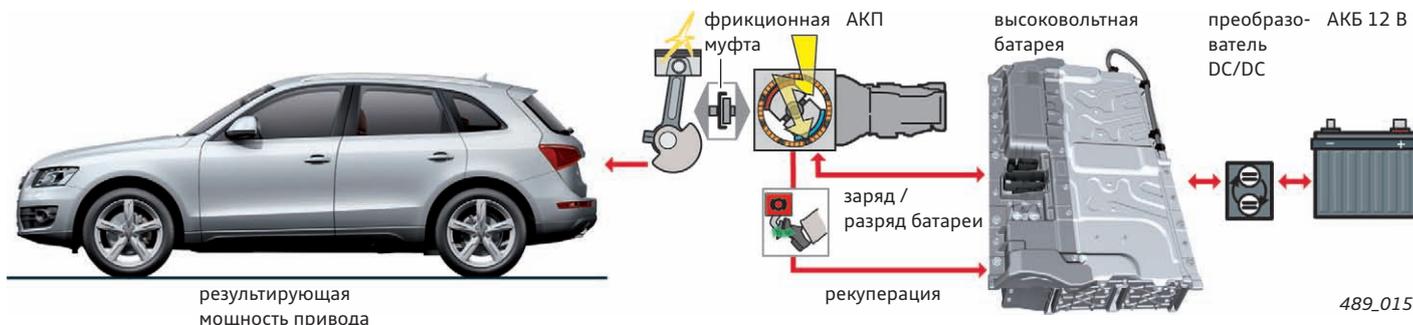
## Полный гибридный привод

С ДВС скомбинирован электродвигатель-генератор большей мощности. Такой силовой агрегат может обеспечивать движение в чисто электрическом режиме или же в соответствующих случаях электродвигатель-генератор может поддерживать ДВС, работая с ним вместе.

Движение с небольшой скоростью осуществляется только на электрической тяге. В других случаях реализуется режим «Старт-стоп». Рекуперация энергии при торможении используется для подзарядки высоковольтной аккумуляторной батареи.

Фрикционная муфта между ДВС и электродвигателем позволяет рассоединить оба компонента. ДВС может, таким образом, подключаться только в случае необходимости.

Используется в Audi Q5 hybrid quattro, планируется также и для других моделей.



## Частичный гибридный привод

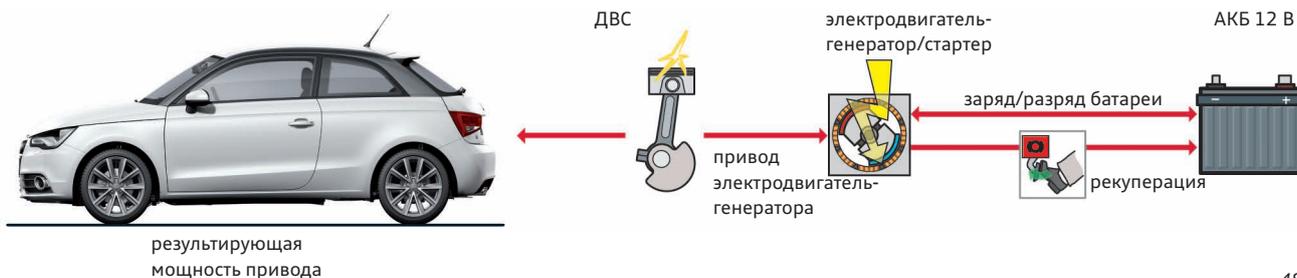
Частичный гибридный привод реализован по той же технической схеме и с теми же компонентами, что и полный, единственное отличие состоит в том, что он не обеспечивает движения только на электрической тяге. Электрическая составляющая такого привода обеспечивает функции рекуперации, «Старт-стоп» и поддержки ДВС при разгоне автомобиля (Boost).

## Микрогибридный привод

В приводе этого типа электрическая составляющая (электродвигатель-генератор, играющий также и роль стартера) используется только для реализации режима «Старт-стоп» и для улавливания части высвобождающейся при торможении энергии в виде пригодной для дальнейшего использования электрической энергии (рекуперация). Возможности движения в чисто электрическом режиме такой силовой агрегат не обеспечивает.

Характеристики 12-вольтовой АКБ выбраны с учётом необходимости частых запусков двигателя.

Используется на многих моделях Audi, например в Audi A1.



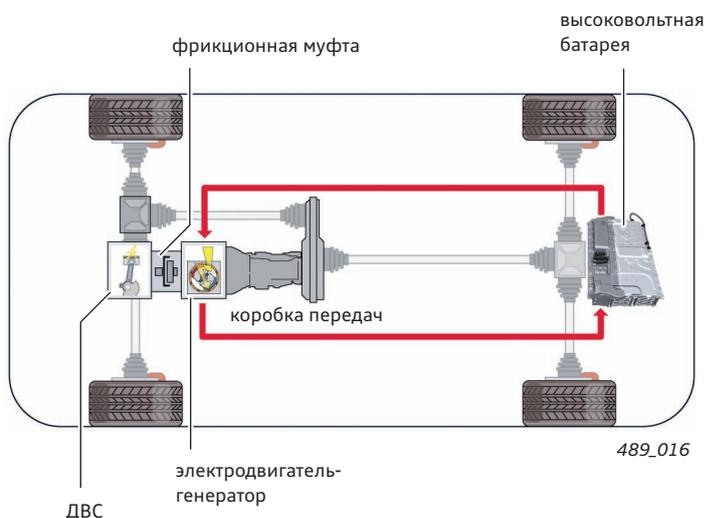
## Типы полного гибридного привода

Полные гибридные приводы подразделяются, в свою очередь, на четыре типа:

- ▶ параллельный гибридный привод;
- ▶ гибридный привод с разделением мощности;
- ▶ последовательный гибридный привод;
- ▶ последовательный гибридный привод с разделением мощности.

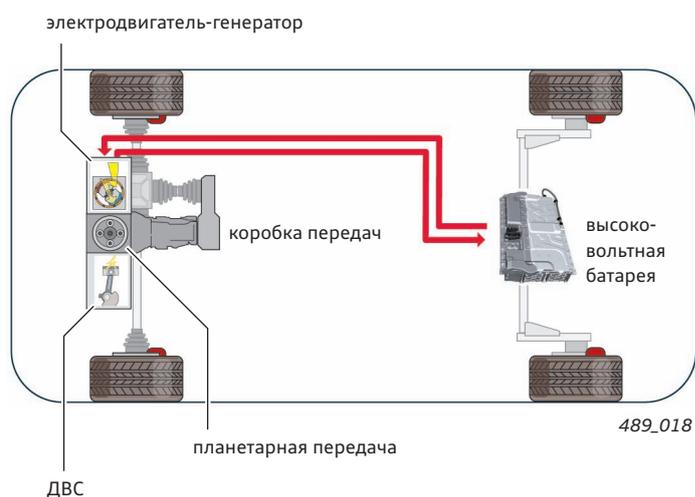
### Параллельный гибридный привод

Параллельная схема гибридного привода отличается своей простотой. Она используется, когда требуется «гибридизировать» уже имеющуюся модель автомобиля. ДВС, электродвигатель-генератор и коробка передач сидят на одном валу. Общая мощность привода складывается из мощностей ДВС и электродвигателя. Такая концепция позволяет свести к минимуму изменения уже имеющихся узлов. На автомобилях с полным приводом параллельный гибридный привод реализуется для всех колёс.



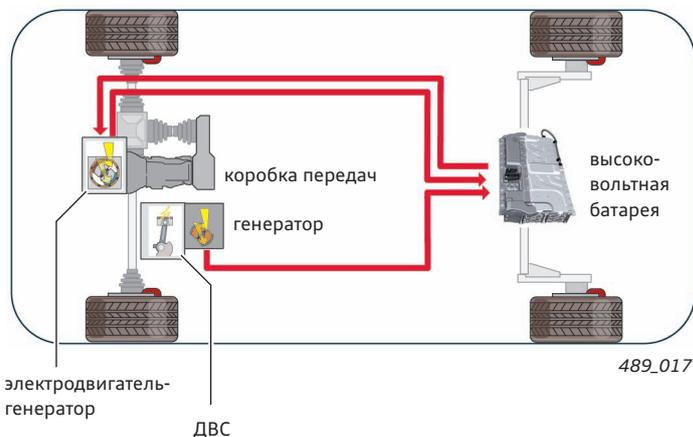
### Гибридный привод с разделением мощности

В схеме гибридного привода с разделением потока мощности ДВС комбинируется с одним электродвигатель-генератором, при этом и ДВС, и электродвигатель-генератор установлены на передней оси. ДВС и электродвигатель-генератор соединяются планетарной передачей, крутящий момент от которой поступает в коробку передач автомобиля. Тем самым такой гибридный привод не может в отличие от параллельной схемы передавать на колёса суммированную мощность ДВС и электродвигатель-генератора. Одна часть вырабатываемого потока мощности используется для приведения в движение автомобиля, а другая преобразуется в электрическую энергию и запасается в высоковольтной аккумуляторной батарее.



## Последовательный гибридный привод

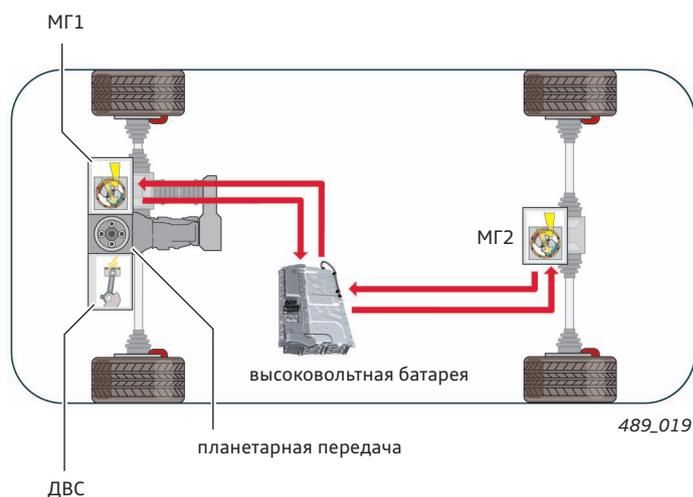
Ведомые колёса приводятся в движение только электродвигатель-генератором. ДВС не имеет механической связи с колёсами и вращает только электрический генератор, ток которого подаётся на ходовой электродвигатель-генератор или используется для зарядки высоковольтной батареи.



## Последовательный гибридный привод с разделением мощности

Последовательный гибридный привод с разделением мощности представляет собой комбинацию двух предыдущих типов гибридного привода. На автомобиле устанавливается один ДВС и два электродвигатель-генератора. ДВС и первый электродвигатель-генератор (МГ1) установлены на передней оси. Второй электродвигатель-генератор (МГ2) установлен на задней оси. Такая схема может использоваться только на автомобилях с полным приводом.

ДВС и МГ1 соединяются с помощью планетарной передачи, крутящий момент от которой поступает в коробку передач автомобиля. И в такой схеме гибридный привод также не может передавать на колёса суммированную мощность ДВС и электродвигатель-генератора. МГ2 приводит колёса задней оси и подключается при необходимости. Высоковольтная аккумуляторная батарея устанавливается, соответственно, между передней и задней осями автомобиля.



## Другие термины

### Plug-in-Hybrid

Английским выражением Plug-in-Hybrid («подзаряжаемый гибрид») называют автомобили с гибридным приводом, высоковольтную батарею которых можно подзаряжать от розетки обычной бытовой электросети или от специальной электрической колонки.

### Рекуперация

Под *рекуперацией*\* (от латинского recuperare = вновь обрести, снова получать) в общем смысле подразумевают полезное использование энергии движения автомобиля, высвобождающейся при его замедлении. Практически для этого в фазе торможения, в том числе и торможения двигателем, генератор вырабатывает «бесплатную» электрическую энергию, которая запасается в аккумуляторной батарее.

Этот привод является как бы переходным между чистым гибридным приводом и электромобилем. Автомобили с «подзаряжаемым» гибридным приводом (т. е. с таким, который можно подзаряжать от стационарной сети) объединяют в себе преимущества обычных автомобилей с ДВС и электромобилей, работающих только от аккумуляторных батарей.

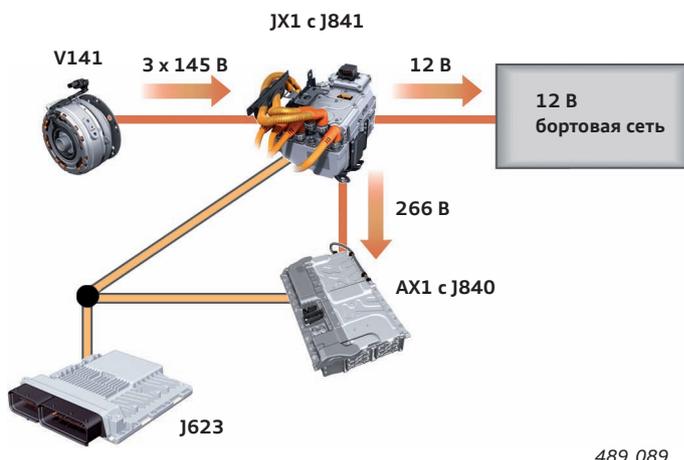
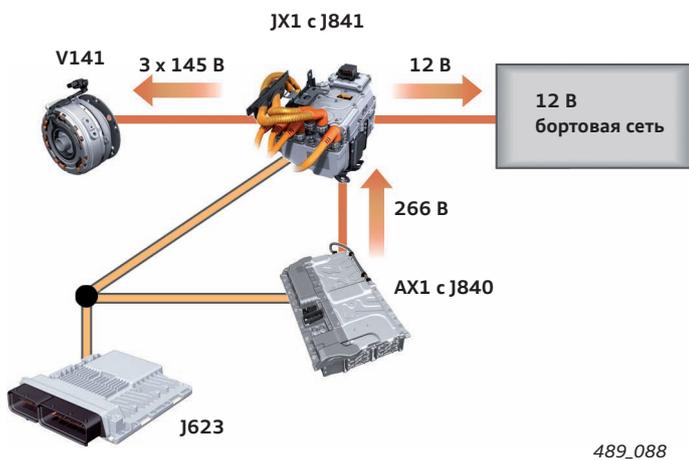
### Потоки энергии между высоковольтными компонентами

#### Движение на электроприводе: высоковольтная аккумуляторная батарея разряжается

При движении с электроприводом высоковольтная аккумуляторная батарея отдаёт ток и разряжается. Бортовая электросеть 12 В получает питание от высоковольтной аккумуляторной батареи.

#### Рекуперация: высоковольтная аккумуляторная батарея заряжается

При замедлении автомобиля осуществляется торможение ходовым электродвигателем, работающим в этом случае в качестве генератора; вырабатываемый им ток заряжает высоковольтную аккумуляторную батарею. Какая-то часть энергии начинает улавливаться уже как только водитель снимает ногу с педали акселератора. При торможении количество рекуперированной энергии, соответственно, возрастает. Бортовая электросеть 12 В получает питание от ходового электродвигателя, работающего в качестве генератора.



#### Условные обозначения:

— высоковольтные провода

— шина CAN-гибрид

**AX1** модуль аккумуляторной батареи гибридного привода

**JX1** блок силовой и управляющей электроники электропривода

**V141** тяговый электродвигатель

**J623** БУ двигателя

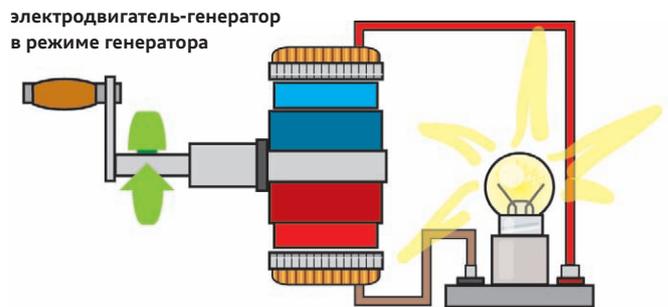
**J840** БУ системы регулирования батареи

**J841** БУ электрического привода

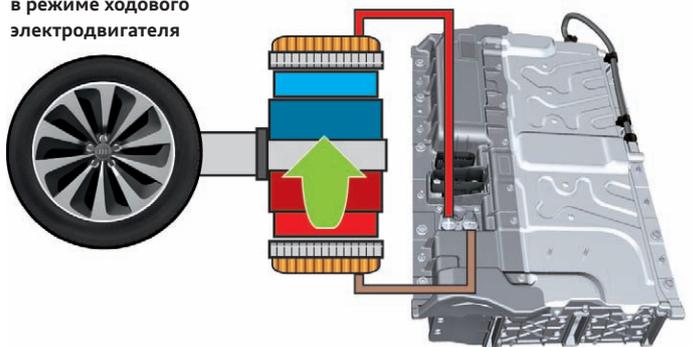
## Электродвигатель-генератор

Под электродвигатель-генератором мы понимаем ходовой электродвигатель, который может использоваться также в качестве генератора и стартера. В принципе, любой электродвигатель может также функционировать как генератор. Если вал электродвигатель-генератора будет приводиться во вращение внешним моментом, электродвигатель-генератор будет вырабатывать электроэнергию как обычный генератор. Если же подать на электродвигатель-генератор внешнее напряжение, он будет работать как электродвигатель.

Таким образом, электродвигатель-генератор в электрическом гибридном приводе выполняет функции обычного стартера двигателя внутреннего сгорания, а также обычного генератора.



электродвигатель-генератор в режиме генератора



электродвигатель-генератор в режиме ходового электродвигателя

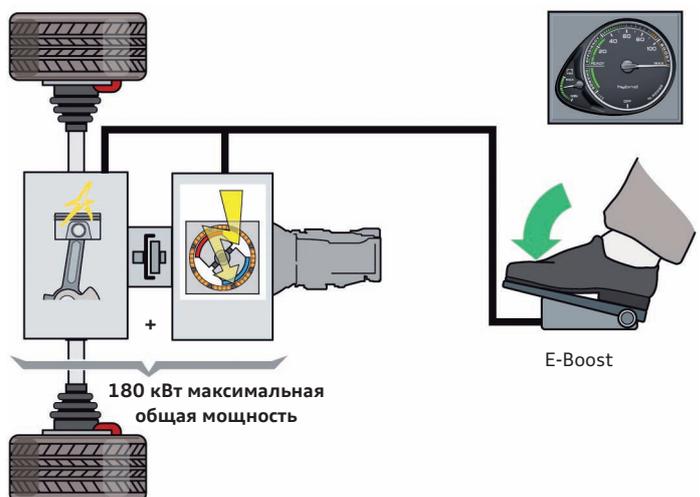
489\_077

## Электрическая поддержка разгона (Boost)

Аналогично тому, как в обычном приводе с ДВС имеется функция Kickdown, реализующая максимально возможную мощность двигателя, в гибридном приводе есть функция электрической поддержки разгона, т. н. Boost («буст»). При необходимости максимального ускорения к работающему на полной мощности ДВС подключается также работающий на максимально возможной в этой ситуации мощности электродвигатель-генератор. Их мощности складываются, реализуя максимально возможную суммарную мощность гибридного силового агрегата.

Вследствие принципиально обусловленных внутренних потерь, электродвигатель-генератор в режиме генератора развивает меньшую мощность, чем в режиме ходового электродвигателя.

В Audi Q5 hybrid quattro мощность ДВС составляет 155 кВт, а мощность электродвигатель-генератора в режиме ходового электродвигателя — 40 кВт (в режиме генератора он развивает электрическую мощность 31 кВт). Работая вместе, ДВС и электродвигатель-генератор в режиме электродвигателя развивают суммарную мощность 180 кВт.



489\_078

## Движение накатом

При движении накатом автомобиль катится вперёд только по инерции, без использования тяги силового агрегата. ДВС выключен, но высоковольтная аккумуляторная батарея не разряжается — питание бортовой сети 12 В обеспечивается за счёт рекуперации энергии электродвигатель-генератором.

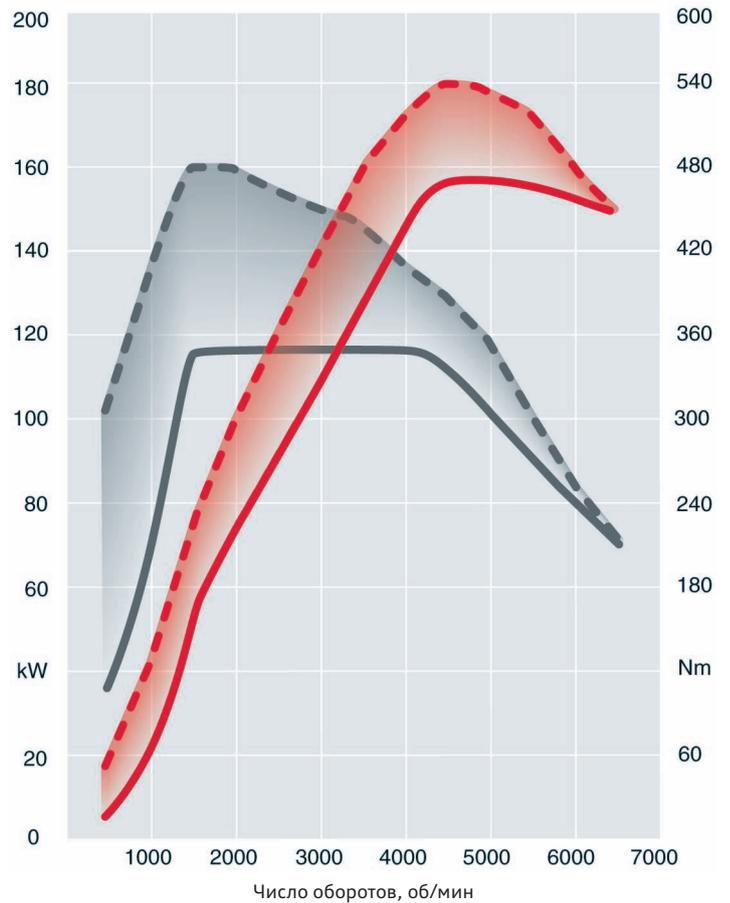
# Силовой агрегат

## Технические характеристики

### Внешние скоростные характеристики двигателя (мощность и крутящий момент)

#### Двигатель 2,0 л TFSI с букв. обозначением CHJA

- мощность, кВт
- крутящий момент, Нм
- - - общая мощность, кВт (10 с)
- - - общий крутящий момент, Нм (10 с)



489\_005

Буквенное обозначение двигателя	CHJA
Конструктивное исполнение	4-цилиндровый рядный ДВС и электродвигатель-генератор 3-фазного тока
Рабочий объём, см <sup>3</sup>	1984
Мощность ДВС, кВт (л. с.) при об/мин	155 (211) при 4300 – 6000
Мощность общая, кВт (л. с.)	180 (245)
Крутящий момент ДВС, Нм при об/мин	350 при 1500 – 4200
Крутящий момент общий, Нм	480
Максимальная скорость в чисто электрическом режиме, км/ч	100
Запас хода в чисто электрическом режиме, км	3 (при 60 км/ч)
Количество клапанов на цилиндр	4
Диаметр цилиндра, мм	82,5
Ход поршня, мм	92,8
Степень сжатия	9,6 : 1
Тип привода	8-ступенчатая АКП, привод на все колёса
Система управления двигателя	MED 17.1.1
Топливо	бензин Super, (без серы), октановое число (иссл.) 95
Экологический стандарт	Евро 5
Выбросы CO <sub>2</sub> , г/км	159
Дополн. масса вследствие установки высоковольтной АКБ, кг	< 130

## Изменения в двигателе 2,0 л TFSI

### Отсутствие ременного привода навесных агрегатов

Отказ от ременного привода потребовал разработки нового кронштейна навесных агрегатов для электрического компрессора климатической установки, а также использования новых материалов в подшипниках коленвала и балансирных валов для улучшения работы двигателя в режиме «Старт-стоп». Шкив ременного привода на коленвале по-прежнему устанавливается в качестве демпфера крутильных колебаний.

### Система охлаждения

В системе охлаждения был добавлен дополнительный, низкотемпературный контур для охлаждения силовой и управляющей электроники электропривода JX1.

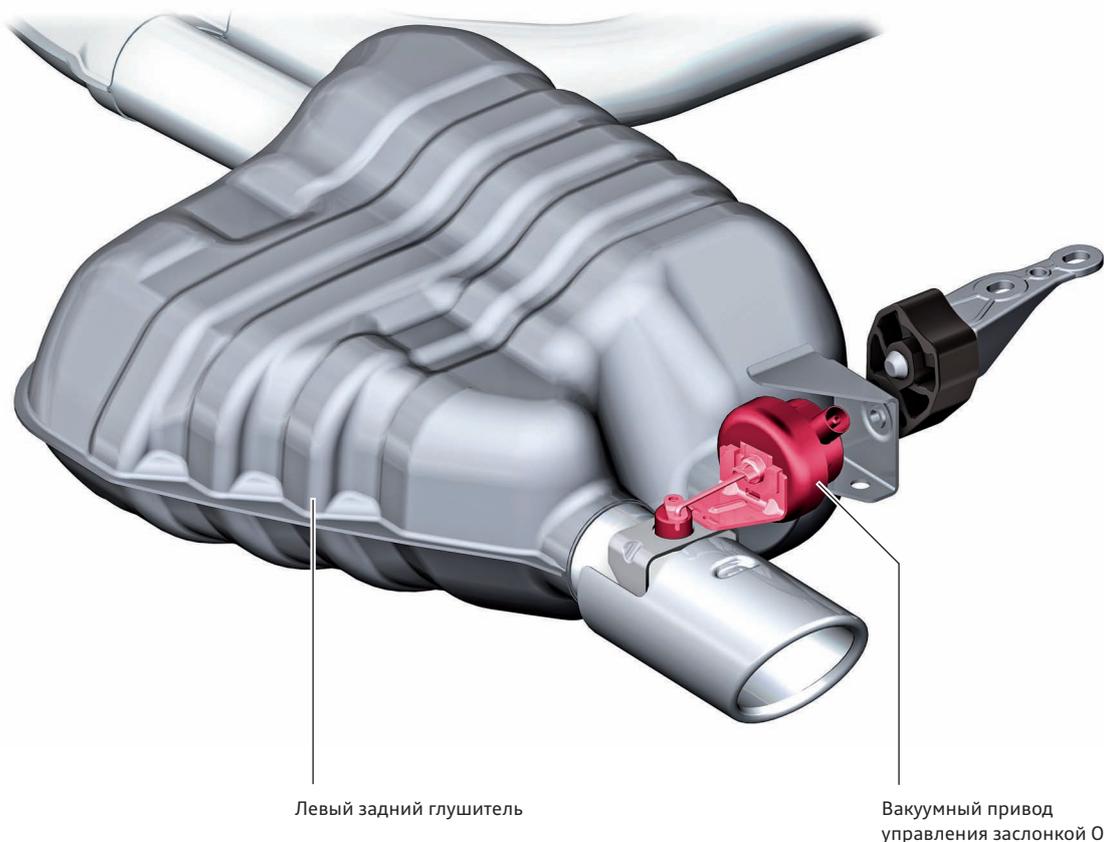
### Управляемая заслонка ОГ в заднем глушителе

Управляемая заслонка ОГ устанавливается только в левом заднем глушителе и открывается/закрывается клапаном заслонки ОГ 1 N321. При подаче разрежения заслонка закрыта, при отсутствии разрежения — открыта.

### Система вторичного воздуха

- ▶ ГБЦ с дополнительными каналами для подачи вторичного воздуха.
- ▶ Реле насоса вторичного воздуха J299.
- ▶ Электродвигатель насоса вторичного воздуха V101.
- ▶ Клапан управления подачей вторичного воздуха N112.
- ▶ Датчик 1 давления вторичного воздуха G609.

Когда двигатель не работает, заслонка открыта. До 300 Нм или 1800 об/мин и при зарядке аккумуляторной батареи на холостом ходу заслонка для уменьшения шумности закрывается.



### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по устройству и работе системы вторичного воздуха см. в программе самообучения SSP436 «Изменения в 4-цилиндровом двигателе TFSI с цепным приводом ГРМ».

## Контур системы охлаждения и система управления температурой

Переход на блок управления двигателя нового поколения MED 17.1.1 с трёхъядерным процессором позволил реализовать инновационную систему терморегулирования. Основное назначение этой системы — снижение расхода топлива и выбросов CO<sub>2</sub> за счёт оптимизации процессов теплообмена в автомобиле. Оптимизация процессов теплообмена означает поддержание всех греющихся и подключённых к системе охлаждения деталей и узлов двигателя в таком температурном режиме, который был бы оптимальным с точки зрения эффективности их работы

В автомобиле Audi Q5 hybrid quattro охлаждающая система подразделяется на контуры низкой и высокой температуры. При неработающем ДВС циркуляция охлаждающей жидкости поддерживается электрическим насосом.

### Компоненты высокотемпературного контура:

- ▶ теплообменник отопителя;
- ▶ запорный клапан системы охлаждения N82;
- ▶ тяговый двигатель электропривода V141;
- ▶ насос ОЖ высокотемпературного контура V467;
- ▶ насос системы охлаждения;
- ▶ турбонагнетатель;
- ▶ радиатор охлаждения моторного масла;
- ▶ датчик температуры охлаждающей жидкости G62;
- ▶ термостат электронного управления системой охлаждения двигателя F265;
- ▶ насос прокачки ОЖ после выключения двигателя V51;
- ▶ радиатор ОЖ высокотемпературного контура;
- ▶ масляный радиатор КП.

### Компоненты низкотемпературного контура:

- ▶ блок силовой и управляющей электроники электропривода JX1;
- ▶ насос ОЖ низкотемпературного контура V468;
- ▶ радиатор ОЖ низкотемпературного контура.

### Условные обозначения к иллюстрации на стр. 17:

 охлаждённая ОЖ

 горячая ОЖ

**1** прокачной штуцер

**2** теплообменник отопителя

**3** запорный клапан системы охлаждения<sup>3)</sup>

**4** расширительный бачок системы охлаждения

**5** насос системы охлаждения

**6** турбонагнетатель

**7** радиатор охлаждения моторного масла

**8** радиатор ОЖ высокотемпературного контура, вкл. масляный радиатор КП

**9** радиатор ОЖ низкотемпературного контура

**F265** термостат электронного управления системой охлаждения двигателя<sup>2)</sup> (начало открывания: 95°C)

**G62** датчик температуры ОЖ

**J293** БУ вентилятора радиатора<sup>2)</sup>

**J671** БУ 2 вентилятора радиатора<sup>2)</sup>

**JX1** блок силовой и управляющей электроники электропривода

**N82** запорный клапан системы охлаждения<sup>2)</sup> (с горячей стороны)

**V51** насос прокачки ОЖ после выключения двигателя<sup>2)</sup>

**V141** тяговый двигатель электропривода<sup>1)</sup>

**V467** насос ОЖ высокотемпературного контура<sup>2)</sup>

**V468** насос ОЖ низкотемпературного контура<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> управляется блоком силовой и управляющей электроники электропривода JX1

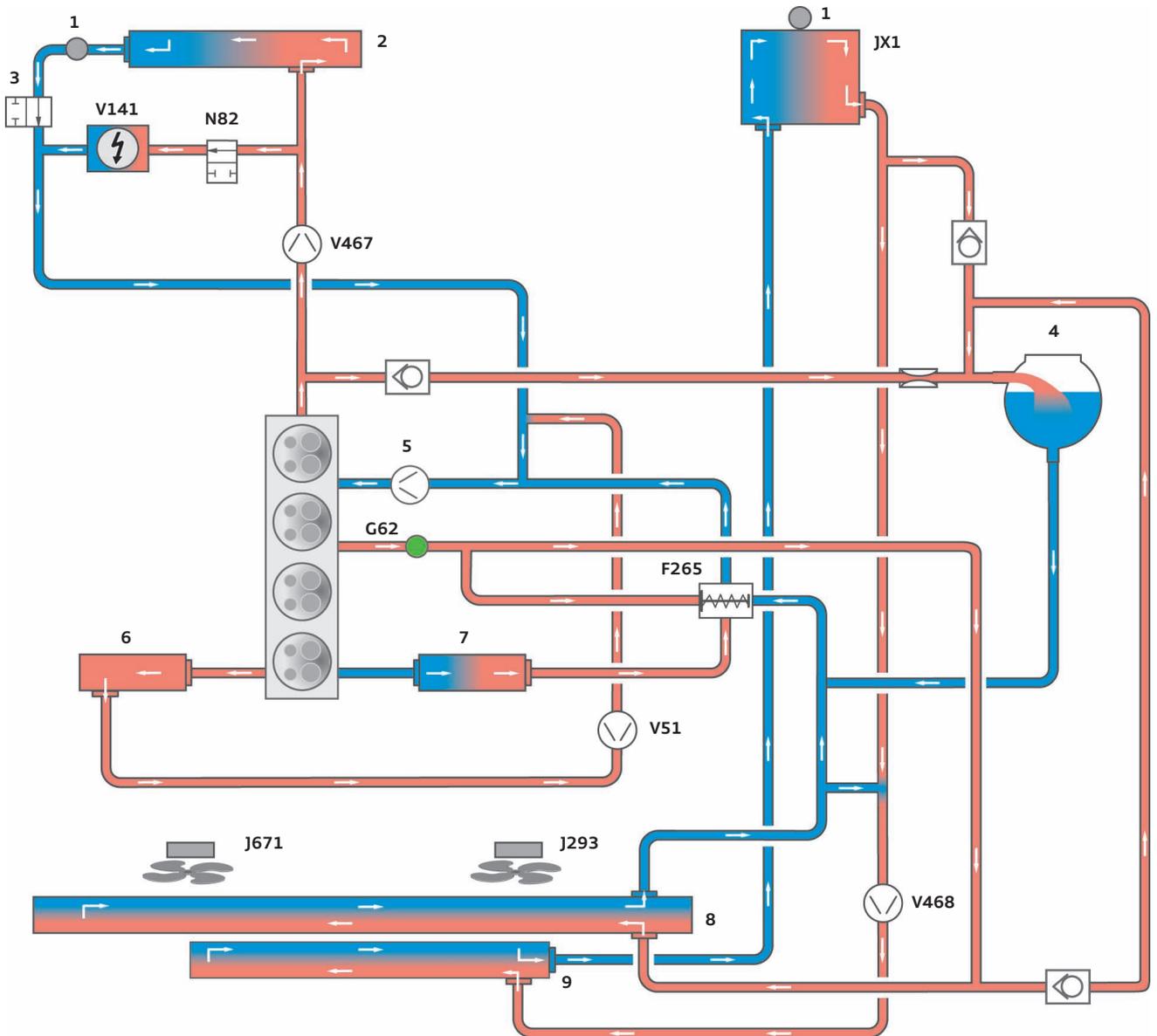
<sup>2)</sup> управляется блоком управления двигателя J623

<sup>3)</sup> управляется блоком управления Climatronic J255 не непосредственно, а через запорный клапан ОЖ климатической установки Climatronic N422

# Схема

Высокотемпературный контур

Низкотемпературный контур



489\_002

## БУ двигателя J623

### Функции:

- ▶ управление двигателем внутреннего сгорания;
- ▶ управление системой терморегулирования;
- ▶ управление функциями гибридного привода.

Система управления гибридными функциями решает, осуществляется ли движение с электроприводом и передаёт в блок управления электропривода информацию о затребуемой водителем скорости.

Блок управления двигателя управляет работой всех контуров системы охлаждения для реализации функций терморегулирования.

При поиске неисправностей включить ДВС в такой режим, чтобы он работал не выключаясь, можно следующим образом:

- ▶ При селекторе в положении «Р» нажать педаль акселератора до упора (Kick-Down), ДВС будет работать не выключаясь, пока селектор не будет переведён в одно из ходовых положений.

В режиме электротяги круиз-контроль всегда включён.

### Транспортный режим

В транспортном режиме тяговый электродвигатель (электродвигатель-генератор) используется только как генератор. Таким образом, движение на электротяге, поддержка разгона (boost), режим «Старт-стоп» и рекуперация энергии невозможны. В транспортном режиме при работающем ДВС высоковольтная аккумуляторная батарея всегда заряжается.

В транспортном режиме максимальная скорость составляет 35 км/ч или 3500 об/мин. Если транспортный режим не отключить, то после пробега прим. 100 км он при следующем выключении и включении зажигания (кл. 15) отключится автоматически.

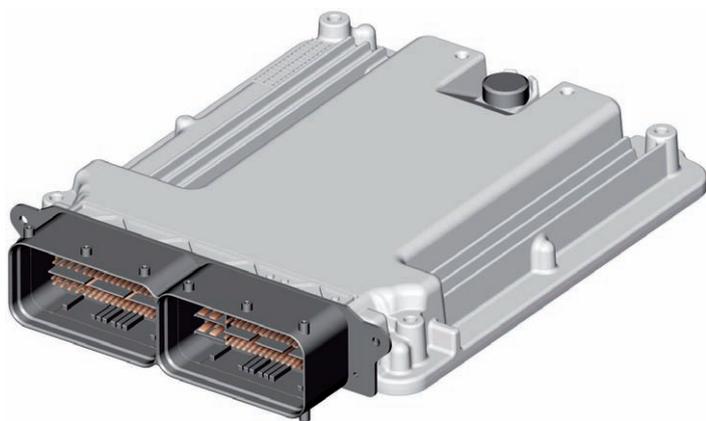
### Сервисный режим

С помощью адаптации в блоке управления двигателя может быть включён сервисный режим. Температура охлаждающей жидкости должна при этом быть не менее 25°C. Включение сервисного режима сигнализируется загоранием лампы check engine K83 (MIL) и контрольной лампы электроники двигателя K149 (EPC).

В сервисном режиме тяговый электродвигатель (электродвигатель-генератор) используется только как генератор; высоковольтная аккумуляторная батарея при работающем ДВС всегда заряжается. Таким образом, движение на электротяге, поддержка разгона (boost), режим «Старт-стоп» и рекуперация энергии невозможны.

ДВС может быть запущен с помощью дополнительного стартера 12 В.

Если адаптацию не отменить, то после пробега прим. 50 км сервисный режим при следующем выключении и включении зажигания (кл. 15) отключится автоматически.



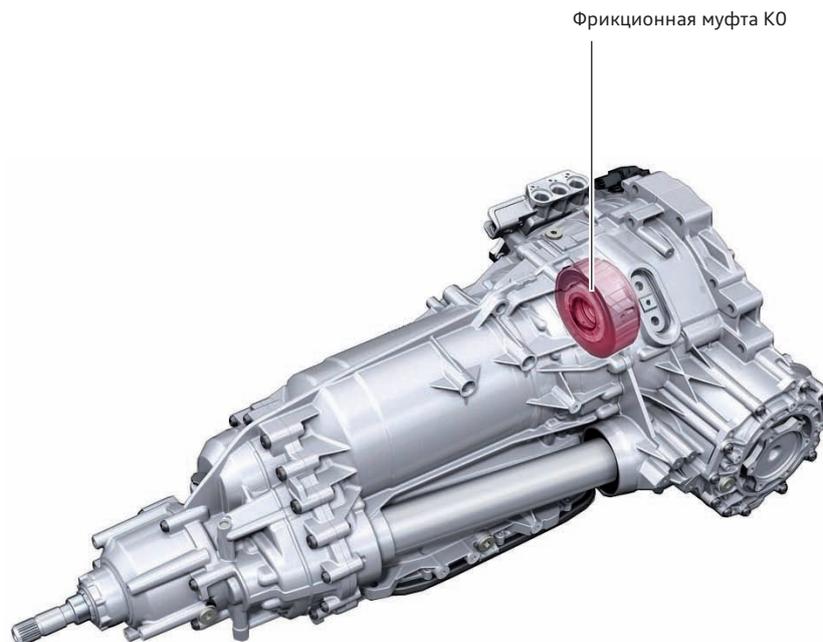
489\_003



489\_072

## 8-ступенчатая АКП с гибридным блоком

Блок управления АКП J217 подключён к шинам данных CAN-гибрид и CAN-привод.



На месте гидротрансформатора устанавливается блок гибридного привода, состоящий из электродвигатель-генератора и фрикционной муфты (муфта K0), при этом картер гидротрансформатора сохраняется в тех же размерах. Фрикционная муфта работает в масляной ванне и разъединяет или, соответственно, соединяет ДВС и электродвигатель-генератор.

Поскольку гидротрансформатор отсутствует, для трогания с места используется фрикционная муфта K1.

Режим движения	Фрикционная муфта K0	Фрикционная муфта K1
Пуск двигателя	закрыта	открыта
Только электрическая тяга	открыта	закрыта
Рекуперация	открыта	закрыта
ДВС при движении	закрыта	закрыта
ДВС на холостом ходу	закрыта	открыта
Режим максимального ускорения (boost)	закрыта	закрыта
Накат без рекуперации	открыта	открыта
Накат с рекуперацией	открыта	закрыта

Для смазки АКП при неработающем электродвигатель-генераторе и для создания необходимого давления в гидравлических приводах установлен дополнительный насос 1 для масла КП V475.

При низких температурах насос не в состоянии создать необходимое давление.



### Примечание

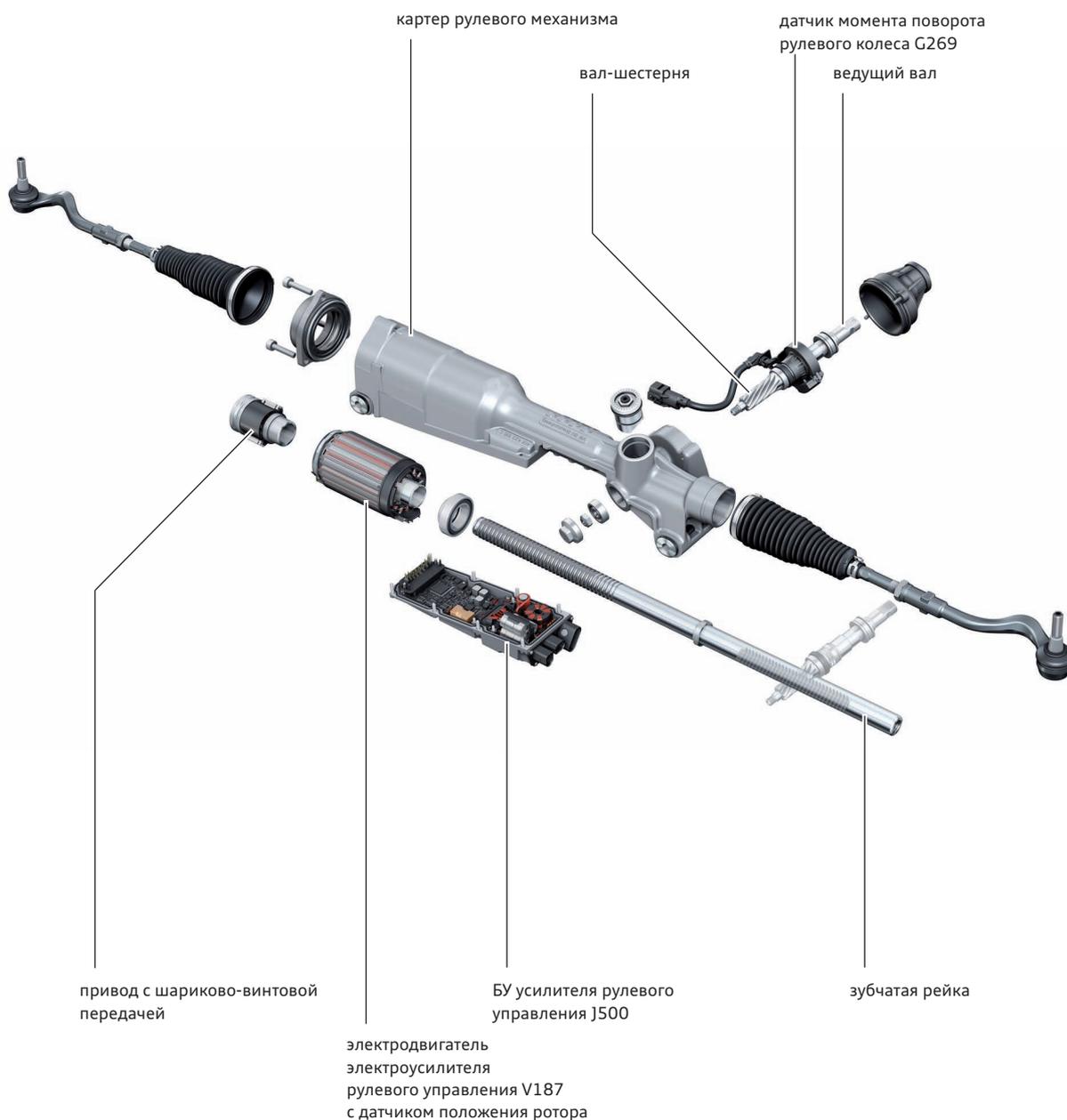
Буксировка автомобиля, как и с другими ступенчатыми АКП, возможна при селекторе в положении **N**, на расстояние не более 50 км и со скоростью не более 50 км/ч, поскольку при буксировке система смазки коробки передач не работает.

# Ходовая часть

## Электроусилитель рулевого управления

В Audi Q5 hybrid quattro вместо гидравлического усилителя рулевого управления используется электроусилитель.

Блок управления усилителя рулевого управления J500 подключён к шинам данных CAN-комбинация приборов / CAN-ходовая часть.



489\_012



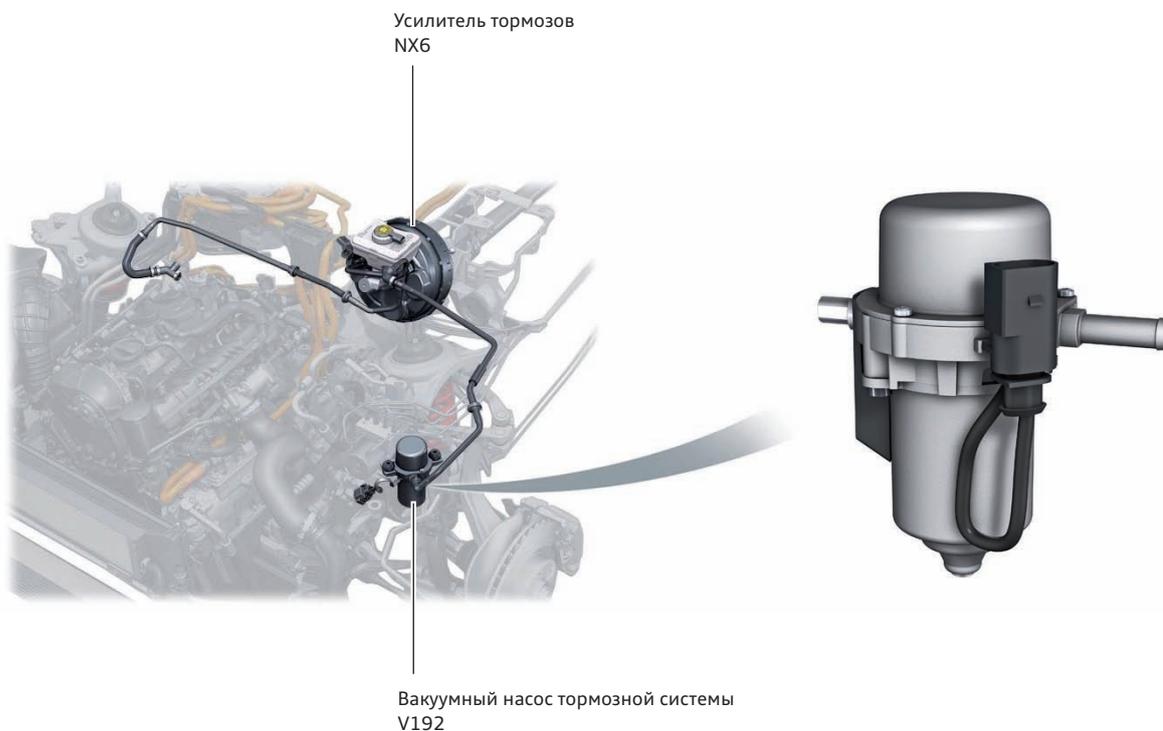
### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по устройству и работе электроусилителя рулевого управления см. в программе самообучения SSP 480 «Audi A7 Sportback — ходовая часть».

## Вакуумный насос тормозной системы V192

Электрический вакуумный насос тормозной системы V192 установлен на модуле ESP спереди. Он обеспечивает усилитель тормозов необходимым разрежением при выключенном ДВС.

Блок управления двигателя J623 получает сигнал от датчика давления для усилителя тормозов G294 и при необходимости включает через реле J318 вакуумный насос.



## Модуль ESP

На Audi Q5 hybrid quattro используется такой же модуль ESP, как и на Audi Q5. В программное обеспечение добавлена функция *Регулирование крут. момента при торможении двигателем для гибридного привода\**.

Поскольку при электрическом торможении (рекуперации) нет возможности для поддержания курсовой устойчивости, уменьшить тормозное давление; при необходимости в блок управления двигателем передаётся команда соответственно изменить крутящий момент.

Если при селекторе в положении «D» отключена система ESP или включён ассистент движения на спуске, ДВС во время движения не выключается.

## Датчик положения педали тормоза G100

Датчик положения педали тормоза G100 подключён к блоку управления двигателя.

Сигнал датчика положения педали тормоза G100 используется блоком управления двигателя для реализации электрического торможения (рекуперации) и модулем ESP для задействования основной, гидравлической тормозной системы. Педаль тормоза имеет примерно 9 мм свободного хода по отношению к усилителю тормозов. В этих пределах перемещения педали осуществляется только электрическое торможение, при дальнейшем нажатии происходит плавный переход к гидравлическому торможению.

При замене датчика положения педали тормоза или блока управления двигателя необходимо адаптировать датчик положения педали тормоза G100 к блоку управления двигателя.

# Электрооборудование

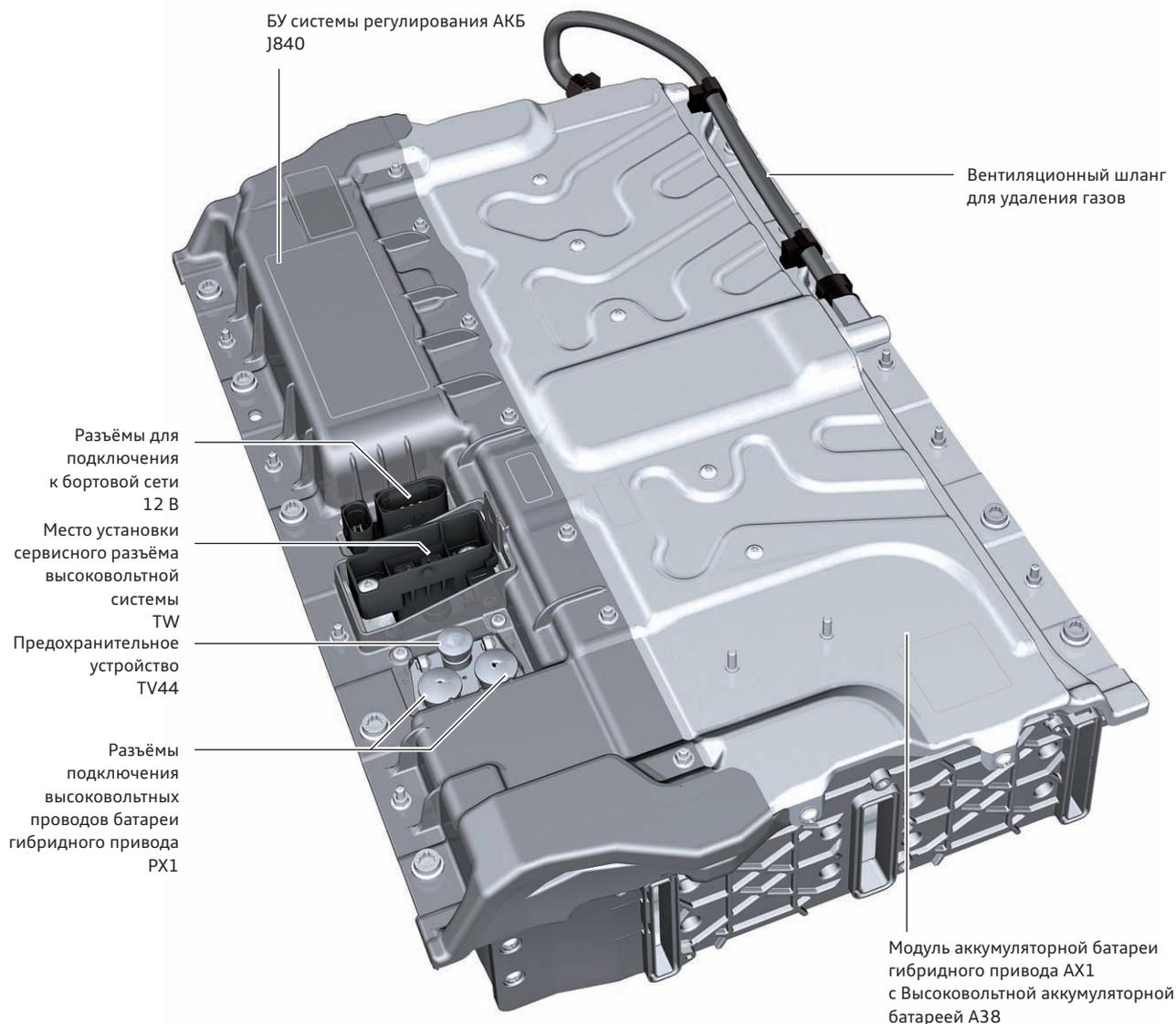
## Модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1

Модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 установлен в багажном отсеке, в нише запасного колеса, и включает в себя следующие компоненты:

- ▶ высоковольтная аккумуляторная батарея А38;
- ▶ БУ системы регулирования аккумуляторной батареи J840;
- ▶ место подключения сервисного разъёма TW;
- ▶ место для установки предохранительного устройства TV44;
- ▶ разъёмы для подключения высоковольтных проводов PX1;
- ▶ разъёмы для подключения к бортовой сети 12 В.

Корпус подключён эквипотенциальным соединением к массе кузова.

В корпус, заключающий в себе батарею, встроены штуцеры для подвода и отвода охлаждающего воздуха. Для отвода газов, которые могут образовываться при неисправности одной из банок батареи, под днище автомобиля на корпусе предусмотрен вентиляционный шланг.



### Высоковольтная батарея

Номинальное напряжение, В	266
Напряжение элемента, В	3,7
Количество элементов	72 (включены последовательно)
Ёмкость, Ач	5,0
Рабочая температура, °С	+15 – +55
Энергоёмкость, кВт·ч	1,3
Полезная энергоёмкость, кВт·ч	0,8
Мощность, кВт	макс. 40
Масса, кг	38

## Блок управления системы регулирования аккумуляторной батареи J840

Блок управления системы регулирования аккумуляторной батареи J840 установлен с левой стороны модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 и подключён к шинам данных CAN-гибрид и CAN-привод. Он регистрирует температуру высоковольтной батареи и управляет охлаждением батареи с помощью модуля охлаждения батареи. Блок управления собирает и анализирует данные по уровню заряда батареи, напряжению отдельных элементов и общему напряжению батареи. Эта информация по шине данных CAN-гибрид передаётся в блок управления двигателя.

### Высоковольтные разъёмы

Через два высоковольтных разъёма — один «плюс» и один «минус» — высоковольтная аккумуляторная батарея соединяется с другими высоковольтными компонентами.

Высоковольтные разъёмы подключены к батарее через контакторы, замыкаемые и размыкаемые блоком управления системы регулирования батареи J840. Блок управления замыкает контакторы, как только включается клемма 15. При прерывании подачи напряжения питания 12 В на блок управления контакторы размыкаются. ВЫКЛ 12-вольтовой бортовой сети означает также ВЫКЛ и высоковольтной системы.

Через все высоковольтные компоненты проходит последовательно контрольный провод (см. стр. 26). Состояние цепи контрольного провода постоянно контролируется блоком управления J840 с помощью сигнала напряжения, подаваемого на провод от блока силовой электроники. В памяти («истории») блока управления сохраняются все касающиеся аккумуляторной батареи данные, так что при проверке можно увидеть, не было ли за время эксплуатации случаев глубокого разряда или перегрева высоковольтной батареи.

Высоковольтные разъёмы отключаются блоком управления системы регулирования батареи J840, когда:

- ▶ выключается зажигание;
- ▶ или размыкается контрольный провод;
- ▶ или срабатывает преднатяжитель ремня;
- ▶ или срабатывает подушка безопасности;
- ▶ или обе аккумуляторных батареи 12 В отсоединяются от бортовой сети при включённой клемме 15.

## Высоковольтная аккумуляторная батарея A38

Высоковольтная аккумуляторная батарея A38 встроена в модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1. Значение тока заряда и разряда регистрируется датчиком тока. Другие датчики регистрируют напряжение до и после высоковольтных разъёмов. Встроенные высоковольтные разъёмы подключаются при замыкании клеммы 15 и отключаются при размыкании клеммы 15 или при получении сигнала столкновения. Уровень заряда высоковольтной батареи поддерживается в диапазоне от 30 % до 80 %. Такое ограничение используемого диапазона заряда позволяет заметно повысить срок службы высоковольтной батареи. При этом индикатор батареи в комбинации приборов показывает значения 0 % или, соответственно, 100 %. Информация об уровне заряда батареи транслируется в виде сообщения по шине CAN-гибрид.

### Зарядка высоковольтной батареи

Когда на дисплее в комбинации приборов отображается сообщение *«Автомобиль в настоящий момент к запуску не готов. См. бортовую документацию»*, высоковольтную батарею необходимо зарядить.

Для этого нужно выключить зажигание и подключить выводы для пуска двигателя от внешнего источника к зарядному устройству, обеспечивающему ток не менее 30 А, или же к другому автомобилю с генератором. После успешного выполнения процесса зарядки включить зажигание. Отобразится сообщение *«Восстанавливается готовность к запуску. Подождите...»*.

При критически низкой готовности к запуску (заряд высоковольтной батареи меньше 25 %) или при неудавшейся попытке запуска двигателя блок управления передаёт в комбинацию приборов команду для вывода сообщения *«Автомобиль в настоящий момент к запуску не готов. См. бортовую документацию»*. При уровне заряда меньше 20 % система управления не допускает дальнейший отбор тока от батареи.

В режиме чисто электрической тяги высоковольтная аккумуляторная батарея играет роль источника питания как для высоковольтной сети, так и для бортовой сети 12 В.

Если в течение 1 минуты высоковольтная аккумуляторная батарея не начнёт принимать зарядный ток, выводится сообщение *«Зарядка батареи отменена. Восстановить готовность к запуску не удалось»*. Причина этого заключается в том, что зарядное устройство или электрооборудование другого автомобиля не обладают достаточной мощностью. Предупреждение может также выдаваться в виде загорания красной контрольной лампы гибридного привода.

При распознавании зарядного тока высоковольтная аккумуляторная батарея заряжается до уровня заряда 35 %. На дисплее в комбинации приборов отображается зелёный символ электрической вилки (см. илл. на стр. 46). При этом 12-вольтовые АКБ частично разряжаются. Если уровень заряда высоковольтной батареи опустится ниже 5 %, её зарядка больше невозможна!

## Сервисный разъём высоковольтной системы TW

Сервисный разъём является электрической перемычкой между обоими частями высоковольтной аккумуляторной батареи. При снятии *сервисного разъёма\** электрическое соединение размыкается.

Сервисный разъём обязательно снимается, когда на компонентах высоковольтной системы или вблизи них должны выполняться работы с использованием режущего, ударного или заострённого инструмента.

Для обесточивания системы необходимо выполнить соответствующую программу в диагностическом тестере.

### Снятие и установка сервисного разъёма

Выключить зажигание. Чтобы получить доступ к сервисному разъёму высоковольтной системы TW, нужно открыть сервисный лючок высоковольтной системы в багажном отсеке. Сервисный разъём находится на модуле батареи гибридного привода AX1, под оранжевой резиновой крышкой, которую нужно снять.



489\_028

### Снятие сервисного разъёма

Для обесточивания высоковольтной системы необходимо снять сервисный разъём, который выполняет роль электрической перемычки между обоими частями аккумуляторной батареи. Для снятия сервисный разъём должен пройти через два фиксированных положения.



Сервисный разъём в установленном (рабочем) положении

489\_031

В первом положении размыкается контрольный провод.



Сервисный разъём в положении 1

489\_030

Во втором положении размыкается последовательное соединение между двумя частями батареи.  
Теперь сервисный разъём можно вынуть из его гнезда.  
Высоковольтная система теперь обесточена и нужно проверить её на отсутствие напряжения.

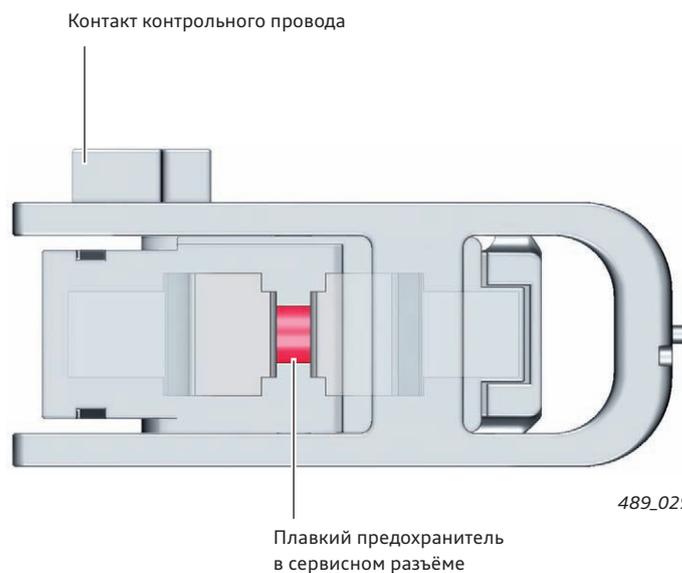


Сервисный разъём в положении 2

489\_032

### Предохранитель в сервисном разъёме

В сервисном разъёме установлен плавкий предохранитель высоковольтной системы. Он рассчитан на ток 125 А.



489\_029

### Возврат высоковольтной системы в рабочее состояние

Для возврата высоковольтной системы в рабочее состояние необходимо установить сервисный разъём в рабочее положение в обратной последовательности.

Подробные указания по проведению измерений/проверок при возврате системы в рабочее состояние см. в ведомом поиске неисправностей.



#### Примечание

Снятие сервисного разъёма для обесточивания системы допускается только сертифицированным специалистом по высоковольтной технике.

## Концепция безопасности

### Контроль изоляции

Каждые 30 секунд в высоковольтной сети выполняется с системным напряжением, проверка изоляции. При этом регистрируются неисправности изоляции во всём высоковольтном контуре, т. е. в батарее гибридного привода, в проводах к блоку силовой электроники, в блоке силовой электроники, в 3-фазных проводах тягового электродвигателя и в самом тяговом электродвигателе, а также в проводе к компрессору климатической установки и в самом компрессоре климатической установки.

### Контрольный провод с предохранительными устройствами TV44

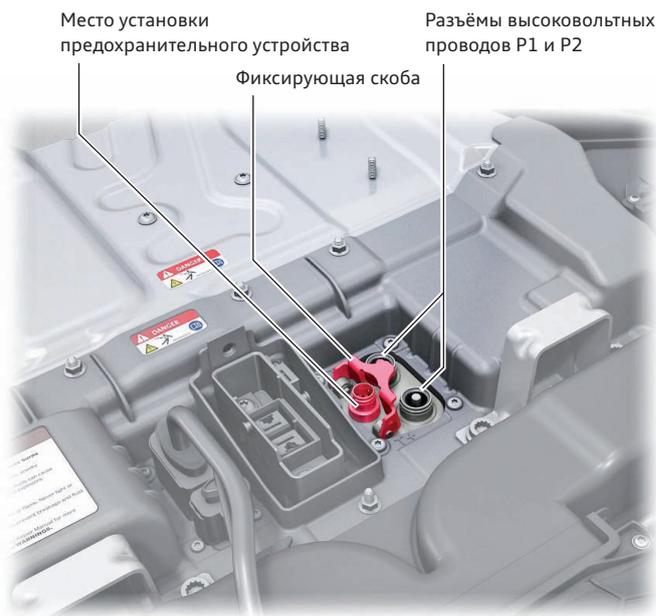
*Контрольный провод\** является мерой безопасности, включающей в себя механические и электрические компоненты.

Контрольный провод обеспечивает обесточивание всей высоковольтной сети при отключении от неё любого из высоковольтных компонентов. Предохранительное устройство с фиксирующей скобой делает, помимо того, механически невозможным отсоединение высоковольтных разъёмов при наличии на них напряжения.

Контрольный провод представляет собой цепь последовательно соединённых друг с другом выключателей, каждый из которых замыкается предохранительным устройством.

Если один из выключателей в этой цепи размыкается (при извлечении предохранительного устройства), высоковольтная система отключается. Чтобы высоковольтные провода можно было отсоединить от высоковольтных компонентов, необходимо сначала снять соответствующее предохранительное устройство. Таким образом обеспечивается обесточивание системы при отсоединённых высоковольтных проводах.

При обнаружении неисправности изоляции на дисплей в комбинации приборов выводится соответствующее сообщение, информирующее клиента о необходимости обратиться на сервисную станцию.



489\_037

Консоль предохранительного устройства с механической фиксирующей скобой на корпусе модуля батареи гибридного привода; предохранительное устройство снято, высоковольтные провода отсоединены.

### Контрольный провод замкнут

Все высоковольтные компоненты соединены между собой отдельным, низковольтным проводом в последовательную цепь, так называемый контрольный провод. При этом разъём каждого из компонентов играет в цепи контрольного провода роль нормально замкнутого выключателя — когда разъём подключён и компонент готов к работе, выключатель замкнут.

Если теперь к контрольному проводу приложить напряжение через него потечёт ток, так как его электрическая цепь не разорвана. Этот ток может быть измерен и служит признаком того, что все подключённые к контрольному проводу компоненты готовы к работе.

По своему принципу действия контрольный провод можно сравнить с «холодной» диагностикой ламп накаливания.

### Контрольный провод разомкнут

Если один из выключателей размыкается, если соответствующий компонент не готов к работе или вынута его предохранительное устройство, цепь разрывается и при приложении к контрольному проводу напряжения ток через него течь не будет. Это служит признаком того, что высоковольтная система к работе не готова.

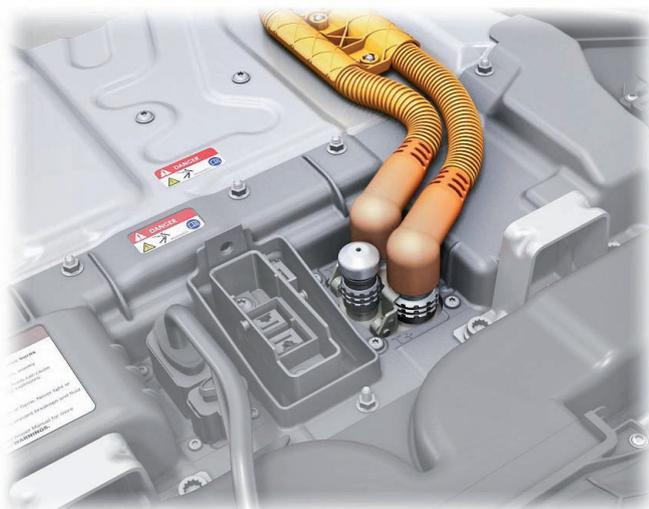
Проверка того, замкнута или разомкнута цепь контрольного провода, выполняется БУ системы регулирования батареи гибридного привода. Когда блок управления обнаруживает, что цепь провода разомкнута, он перестаёт посылать управляющий сигнал на высоковольтные контакторы, разрывая тем самым соединение между высоковольтной батареей и высоковольтной системой.

## Предохранительное устройство TV44

### Механическая блокировка предохранительного устройства

До выполнения описанных далее работ должен в любом случае быть снят сервисный разъём (стр. 24). Выполнение работ допускается только сертифицированным Audi электротехником по высоковольтным цепям (HVT)!

Отсоединить высоковольтный провод от модуля батареи гибридного привода можно, только если перед этим было снято предохранительное устройство TV44. Для этого необходимо вытянуть вверх байонетное кольцо. При этом цепь контрольного провода разрывается и БУ батареи отсоединяет высоковольтную батарею, размыкая высоковольтные контакторы.



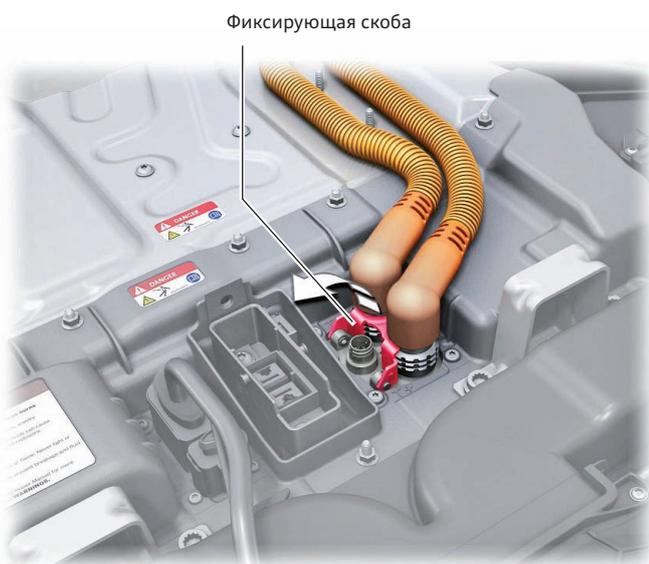
489\_038



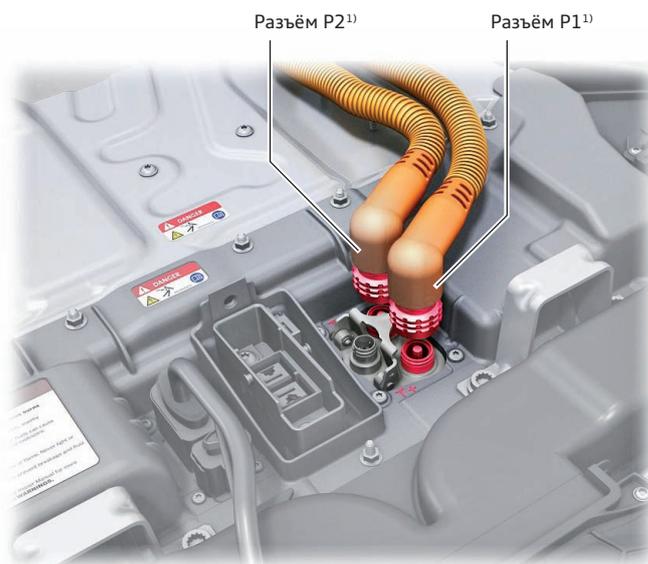
489\_039

Отсоединить высоковольтные провода можно только после того, как будет откинута в сторону скоба, фиксирующая их разъёмы. Поскольку контрольный провод уже был разомкнут, на контактах высоковольтных проводов напряжения при этом нет и поражение электрическим током при отсоединении высоковольтных проводов исключено.

И, наоборот, высоковольтный провод от блока силовой электроники можно подсоединить к батарее гибридного привода только после того, как оба разъёма будут прижаты фиксирующей скобой. Только в этом случае можно будет установить на место предохранительное устройство. Без предохранительного устройства контрольный провод разомкнут, то есть пока предохранительное устройство не будет установлено на место, высоковольтная система будет оставаться обесточенной. Таким образом, при подключении высоковольтных разъёмов на них в любом случае не может быть напряжения.



489\_040



489\_041

<sup>1)</sup> см. таблицу на стр. 35



### Примечание

Снятие сервисного разъёма для обесточивания системы допускается только электротехником по высоковольтным цепям (HVT).

## Охлаждение аккумуляторной батареи

При зарядке АКБ в ней происходят те же химические реакции, что и при разрядке, но в обратном направлении. Такие термодинамические процессы сопровождаются выделением теплоты, что приводит к нагреванию батареи. Поскольку в высоковольтной батарее на Audi Q5 hybrid quattro процессы разрядки и зарядки происходят практически постоянно, в ней могут выделяться весьма значительные количества теплоты. Следствием этого, помимо ускоренного старения батареи, является прежде всего увеличение её внутреннего электрического сопротивления, что приводит к тому, что существенная часть электрической энергии не преобразуется в механическую работу, а рассеивается в виде тепла. Поэтому высоковольтная батарея оснащена собственным блоком охлаждения с отдельным испарителем, подключённым к холодильному контуру климатической установки (к электрическому компрессору). Блок охлаждения работает от напряжения бортовой сети 12 В.

В блок охлаждения входят следующие компоненты:

- ▶ вентилятор 1 АКБ V457;
- ▶ исполнительный электродвигатель заслонки рециркуляции воздуха 1 АКБ гибридного привода V479;
- ▶ исполнительный электродвигатель заслонки рециркуляции воздуха 2 АКБ гибридного привода V480;
- ▶ датчик температуры перед испарителем АКБ гибридного привода G756;
- ▶ датчик температуры за испарителем АКБ гибридного привода G757;
- ▶ запорный клапан 1 хладагента АКБ гибридного привода N516;
- ▶ запорный клапан 2 хладагента АКБ гибридного привода N517.

Кроме того, шесть датчиков температуры установлены между корпусом модуля батареи гибридного привода и обоими частями батареи и по одному датчику в каналах впуска и выпуска охлаждающего воздуха блока охлаждения.

Когда БУ системы управления батареями регистрирует по сигналам датчиков перед испарителем G756 или за испарителем G757 слишком высокую температуру батареи, он включает вентилятор V457. В памяти блока управления сохранена характеристика для управления охлаждением. В зависимости от температурных условий включается или режим приточного воздуха или режим рециркуляции с использованием испарителя. Система может передавать в БУ Climatronic J255 запрос на одну из 3 ступеней мощности охлаждения. Частота вращения вентилятора регулируется при этом БУ системы управления батареями J840 по шине LIN.

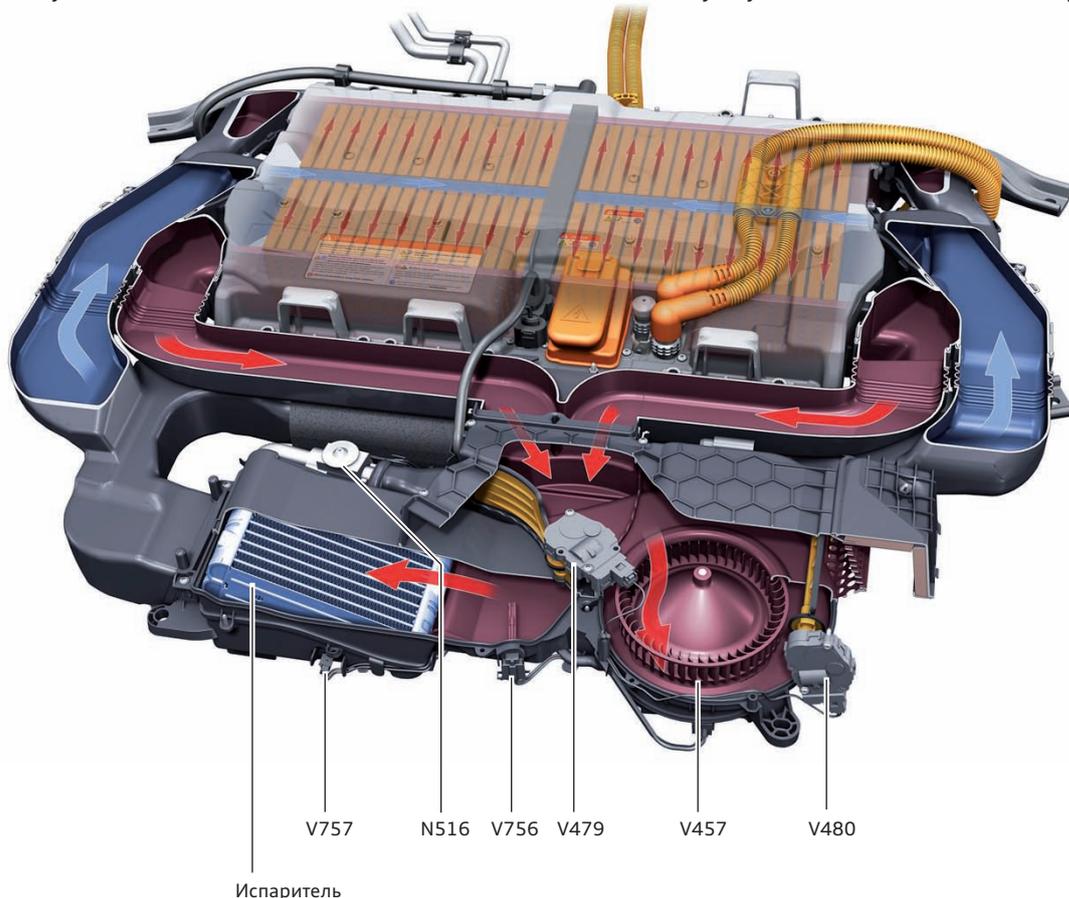
В режиме приточного воздуха вентилятор V457 засасывает воздух из ниши запасного колеса, направляет его через испаритель в батарею, после чего нагретый воздух выпускается под задним бампером слева.

В режиме рециркуляции заслонки рециркуляции 1 и 2 закрыты и приточный воздух не поступает.

При необходимости блок управления J840 передаёт по шине CAN в блок управления Climatronic запрос на включение компрессора климатической установки V470.

Вентилятор 1 АКБ V457 и исполнительные электродвигатели заслонок рециркуляции воздуха 1 / 2 АКБ гибридного привода V479 / V480 подключены к блоку управления по шине LIN. Исполнительные электродвигатели V479 и V480 включены последовательно. Нормально закрытый запорный клапан 1 хладагента АКБ гибридного привода N516 управляет потоком хладагента к модулю климатической установки батареи гибридного привода. Нормально открытый запорный клапан 2 хладагента АКБ гибридного привода N517 управляет потоком хладагента к модулю климатической установки салона.

У блока охлаждения имеется сервисное положение, обеспечивающее доступ к установленной под ним АКБ бортовой сети 12 В.



489\_044

## Блок силовой и управляющей электроники электропривода JX1

Силовая и управляющая электроника электропривода JX1 включает в себя следующие компоненты: блок управления электрического привода J841, электрический привод трёхфазного тока VX54, инвертор тягового электродвигателя A37, преобразователь напряжения A19 и конденсатор промежуточного контура 1 C25. Блок управления электропривода J841 подключён к шинам данных CAN-гибрид и CAN-привод.

Инвертор тягового электродвигателя A37 (импульсный инвертор-выпрямитель) преобразует постоянный ток высоковольтной батареи в трёхфазный ток для тягового электродвигателя. В режимах рекуперации и генератора трёхфазный ток, наоборот, преобразуется в постоянный для зарядки высоковольтной батареи. Обороты тягового электродвигателя регулируются изменением частоты тока. Например, для реализации числа оборотов 1000 об/мин необходимая частота переменного тока получается 267 Гц. Крутящий момент регулируется широтно-импульсной модуляцией.

Преобразователь напряжения A19 преобразует постоянное напряжение высоковольтной батареи (266 В) в низкое постоянное напряжение (12 В) для бортовой сети.

Конденсатор промежуточного контура 1 C25 используется в качестве накопителя энергии для электродвигатель-генератора. При включении клеммы 15 или при отключении высоковольтной системы по сигналу удара конденсатор промежуточного контура принудительно разряжается.

Поскольку преобразователь постоянного напряжения действует в обоих направлениях, оно может также преобразовывать низкое напряжение бортовой сети (12 В) в высокое напряжение (266 В) батареи гибридного привода. Эта возможность используется при запуске автомобиля от внешнего источника (зарядка высоковольтной батареи).

Для получения высокого постоянного напряжения компрессор климатической установки подключён непосредственно к блоку силовой электроники. Поскольку провод к компрессору климатической установки имеет меньшее сечение, чем провода от высоковольтной батареи к блоку силовой электроники, в блоке силовой электроники установлен предохранитель 30А для цепи компрессора. В режимах рекуперации или генератора компрессор климатической установки получает питание от блока силовой электроники. Напряжение питания от высоковольтной батареи компрессор получает только в режиме чисто электрической тяги.

Для охлаждения блока силовой электроники в системе охлаждения предусмотрен отдельный, низкотемпературный контур, подсоединённый к расширительному бачку контура охлаждения двигателя. Циркуляция ОЖ обеспечивается насосом ОЖ низкотемпературного контура V468 в зависимости от потребности. Низкотемпературный контур системы охлаждения входит в общую систему управления тепловыми потоками. Управляет работой насоса блок управления двигателя.

Блок управления двигателя передаёт в блок силовой электроники данные по рекуперации, режиму генератора и скорости движения в режиме электрической тяги. Блок силовой электроники контролирует с помощью датчика положения 1 электропривода G713 число оборотов и положение ротора тягового двигателя V141, а с помощью датчика температуры 1 электропривода G712 — температуру ОЖ в нём.

Блок силовой электроники	
DC/AC	266 В <sub>номин.</sub> в 189 В <sub>эфф.</sub> AC
Ток, AC, длительный	240 А <sub>эфф.</sub>
Ток, AC, кратковременный	395 А <sub>эфф.</sub>
AC/DC	189 В <sub>эфф.</sub> AC на 266 В <sub>ном.</sub>
Напряжение для тягового электродвигателя	0 – 215 В
DC/DC	266 В на 12 В и 12 В на 266 В (в обоих направлениях)
Мощность DC/DC, кВт	2,6
Масса, кг	9,3
Объём, л	6

### Режимы:

#### Зажигание выключено:

- ▶ Клемма 15 ВКЛ.
- ▶ Управление функциями гибридного привода в режиме покоя (sleep).
- ▶ Рабочих токов нет.

#### Зажигание включено, педаль тормоза не нажата:

- ▶ Клемма 15 ВКЛ.
- ▶ Управление функциями гибридного привода в режиме ожидания (standby).
- ▶ Высоковольтные контакты замкнуты, на блок силовой электроники подаётся напряжение 266 В от батареи гибридного привода. Рабочие токи, однако, отсутствуют.

#### Зажигание включено при нажатой педали тормоза:

- ▶ клемма 15 ВКЛ и клемма 50 ВКЛ;
- ▶ отображается сообщение о готовности к работе «Гибридный привод к работе готов».
- ▶ теперь в цепях текут рабочие токи:
  - ▶ от высоковольтной батареи к силовой электронике,
  - ▶ от силовой электроники к тяговому электродвигателю привода и
  - ▶ от высоковольтной батареи к АКБ бортовой сети 12 В.

## Тяговый двигатель электропривода V141

### Тяговый двигатель электропривода

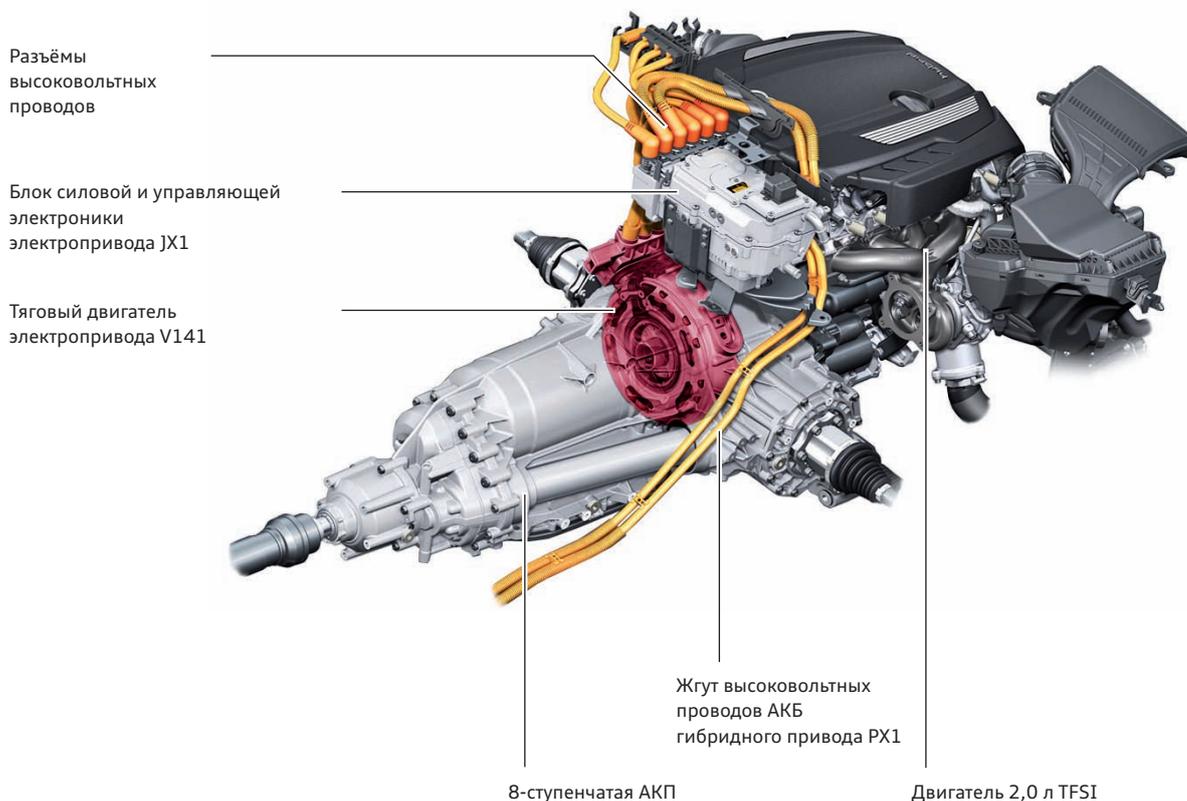
Мощность, кВт при об/мин	40 при 2300
Крутящий момент, Нм	210
Масса модуля, кг	31
Масса электродвигателя, кг	26
Напряжение, В	АС 3 ~ 145

Тяговый двигатель электропривода установлен на место гидротрансформатора между двигателем 2,0 л TFSI и 8-ступенчатой АКП, при этом картер гидротрансформатора сохраняется в тех же размерах. Конструктивно двигатель представляет собой синхронную машину трёхфазного тока с возбуждением от постоянных магнитов — в ротор встроены постоянные магниты на основе NdFeB (неодим-железо-бор). Тяговый электродвигатель V141 встроен в электрический привод трёхфазного переменного тока VX54. Управляется тяговый электродвигатель блоком управления электропривода J841 через блок силовой и управляющей электроники JX1. Обороты двигателя управляются изменением частоты трёхфазного тока, а крутящий момент — изменением скважности подаваемого напряжения.

В блоке силовой электроники постоянное напряжение 266 В преобразуется в трёхфазный переменный ток. Эти три фазы создают в ходовом электродвигателе трёхфазное электромагнитное поле.

Тяговый электродвигатель используется так же как стартер для запуска ДВС и в режиме генератора для зарядки высоковольтной батареи, а также АКБ бортовой сети 12 В (через преобразователь напряжения DC/DC в блоке силовой и управляющей электроники JX1). В Audi Q5 hybrid quattro тяговый электродвигатель может использоваться для движения в чисто электрическом режиме, с ограниченной дальностью хода и максимальной скоростью или для оказания поддержки ДВС при разгоне автомобиля (boost).

Когда управляющая система гибридного привода распознаёт, что для движения автомобиля достаточно мощности одного только тягового электродвигателя, ДВС выключается.



489\_011

## Электродвигатель — синхронная машина

Тяговый двигатель электропривода выполнен с жидкостным охлаждением и включён в высокотемпературный контур системы охлаждения ДВС. Циркуляция ОЖ обеспечивается насосом ОЖ высокотемпературного контура V467 в зависимости от потребности (три уровня). Насос управляется блоком управления двигателя J623.

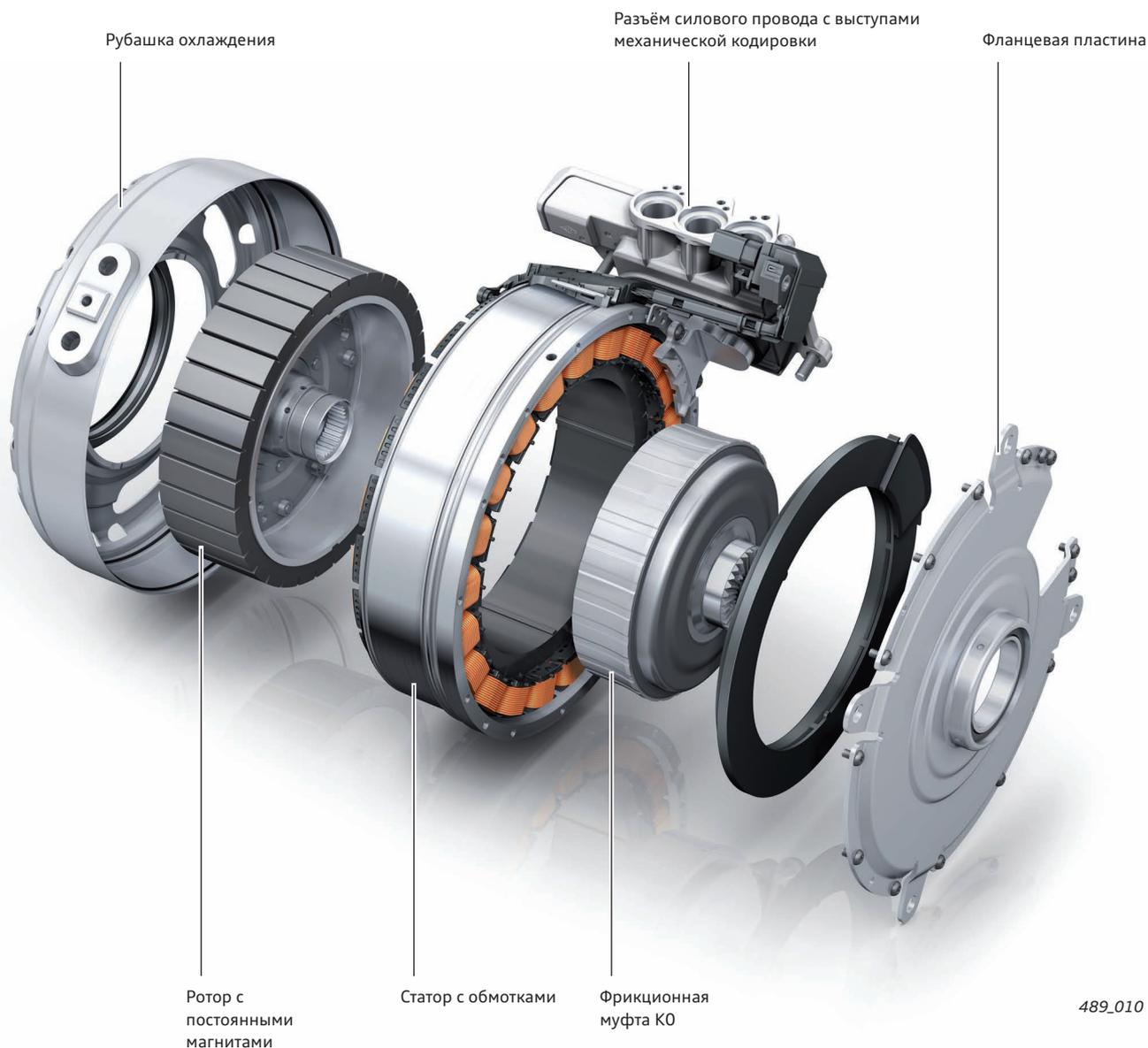
Датчик температуры 1 электропривода G712 представляет собой *NTC-резистор\** и регистрирует температуру между двумя обмотками тягового электродвигателя. При повышении температуры до 180 – 200 °С мощность тягового электродвигателя уменьшается до нуля (в режиме тягового электродвигателя и в режим генератора). Возможность использования в качестве стартера зависит от степени перегрева тягового электродвигателя. Запуск ДВС может также быть осуществлён стартером 12 В.

Датчик положения 1 электропривода G713 работает по принципу *резольвера\** и регистрирует угловое положение ротора и его фактическую частоту вращения.

## Устройство

Тяговый двигатель электропривода состоит из следующих компонентов:

- ▶ литой алюминиевый корпус (литьё под давлением),
- ▶ ротор с постоянными магнитами на основе NdFeB (неодим-железо-бор),
- ▶ статор с электромагнитными обмотками,
- ▶ фланцевая пластина для соединения с АКП;
- ▶ фрикционная муфта;
- ▶ разъёмы для подключения трёх силовых проводов (фаз)..



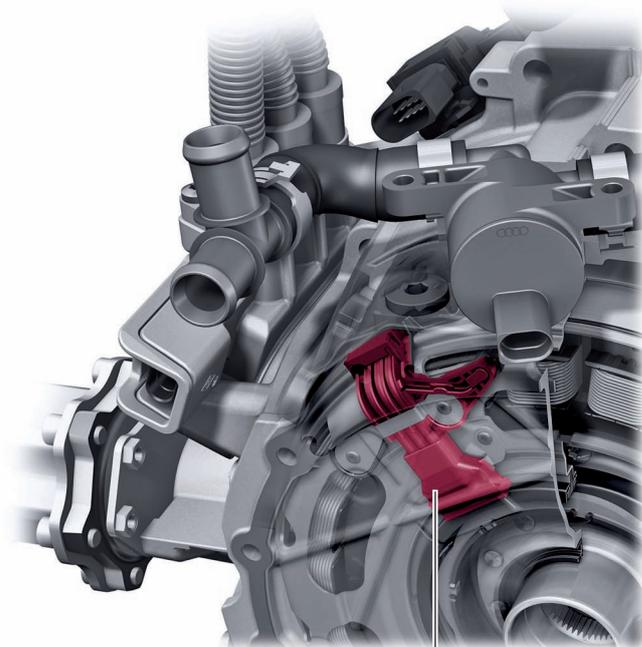
489\_010

## Датчик температуры 1 электропривода G712

Датчик регистрирует температуру тягового электродвигателя между двумя обмотками. По температурной модели определяется самая горячая точка тягового электродвигателя. Сигнал датчика температуры используется для управления производительностью высокотемпературного контура системы охлаждения. Контур системы охлаждения является частью инновационной системы регулирования температуры. С помощью электрического насоса системы охлаждения и отключаемого основного насоса можно реализовать любую необходимую производительность, от отсутствия циркуляции ОЖ до полной мощности системы охлаждения.

### Последствия при выходе из строя

При выходе датчика из строя на дисплее в комбинации приборов отображается жёлтая сигнальная лампа гибридного привода. Необходимо обратиться на ближайшую сервисную станцию. Запустить двигатель больше нельзя, автомобиль может, однако, продолжать движение с использованием только ДВС, но только до тех пор, пока не разрядятся аккумуляторные батареи 12 В.



489\_074

G712 и G713

## Датчик положения 1 электропривода G713

Поскольку в режиме электрической тяги ДВС, а значит и его датчики частоты вращения, отсоединены от тягового электродвигателя, в последнем для регистрации положения и частоты вращения ротора устанавливается отдельный датчик частоты вращения.

На основании сигнала этого датчика система управления двигателя и привода распознаёт, вращается ли ротор тягового электродвигателя и если да, то с какой частотой. Сигнал используется для управления следующими компонентами высоковольтного привода:

- ▶ электродвигатель-генератор в режиме генератора;
- ▶ электродвигатель-генератор в режиме электродвигателя;
- ▶ электродвигатель-генератор в режиме стартера ДВС.

### Последствия при выходе из строя

При выходе датчика из строя на дисплее в комбинации приборов отображается красная сигнальная лампа гибридного привода:

- ▶ электродвигатель отключается, автомобиль продолжает движение накатом до остановки;
- ▶ движение на электрической тяге невозможно;
- ▶ использование электродвигателя в режиме генератора невозможно;
- ▶ запуск ДВС невозможен;
- ▶ необходимо обратиться на сервисную станцию.

## Климатическая установка

### Электрический компрессор климатической установки V470

Электродвигатель	бесколлекторный асинхронный электродвигатель
Потребляемая мощность, кВт	до 6
Напряжение питания, В	266 DC
Потребляемый ток, А	до 17
Число оборотов, об/мин	800 – 8600
Охлаждение	перекачиваемым хладагентом
Масса, кг	7

Вместо компрессора климатической установки с ременным приводом устанавливается электрический компрессор V470.

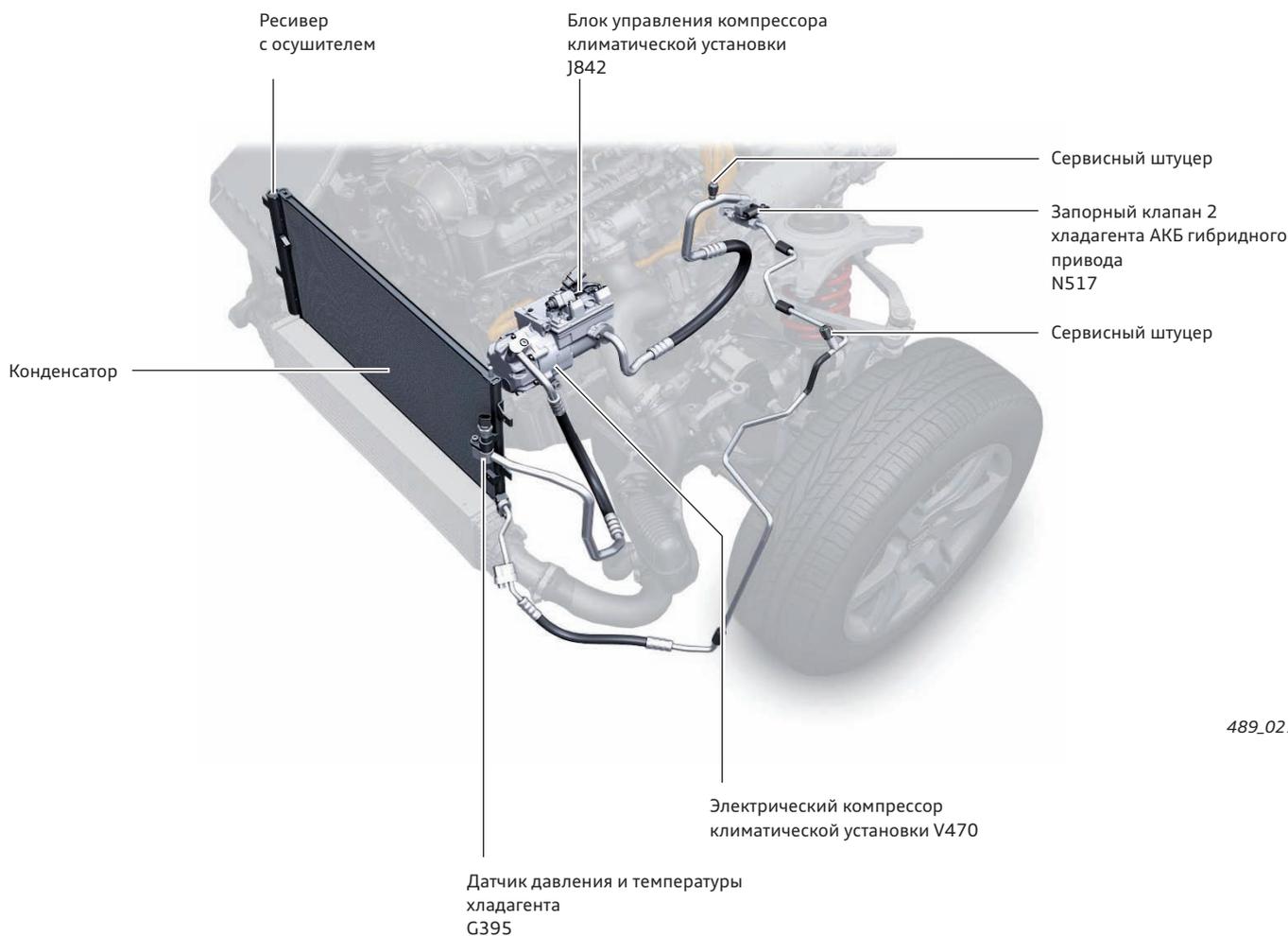
Компрессор климатической установки получает напряжение питания от высоковольтного контура и подключён к блоку силовой электроники. В электрический компрессор климатической установки V470 встроен БУ компрессора климатической установки J842.

Блок управления подключён к шине данных CAN-Extended. Число оборотов регулируется с помощью ШИМ-сигнала\* (скважность ШИМ-сигнала 0 – 100 %).

Компрессор получает управляющие сигналы от блока управления Climatronic J255. Функция «ВЫКЛ» или «АС ВЫКЛ» действует только на работу климатической установки в салоне.

Компрессор климатической установки может независимо от этого включаться блоком управления Climatronic J255 для охлаждения высоковольтной батареи.

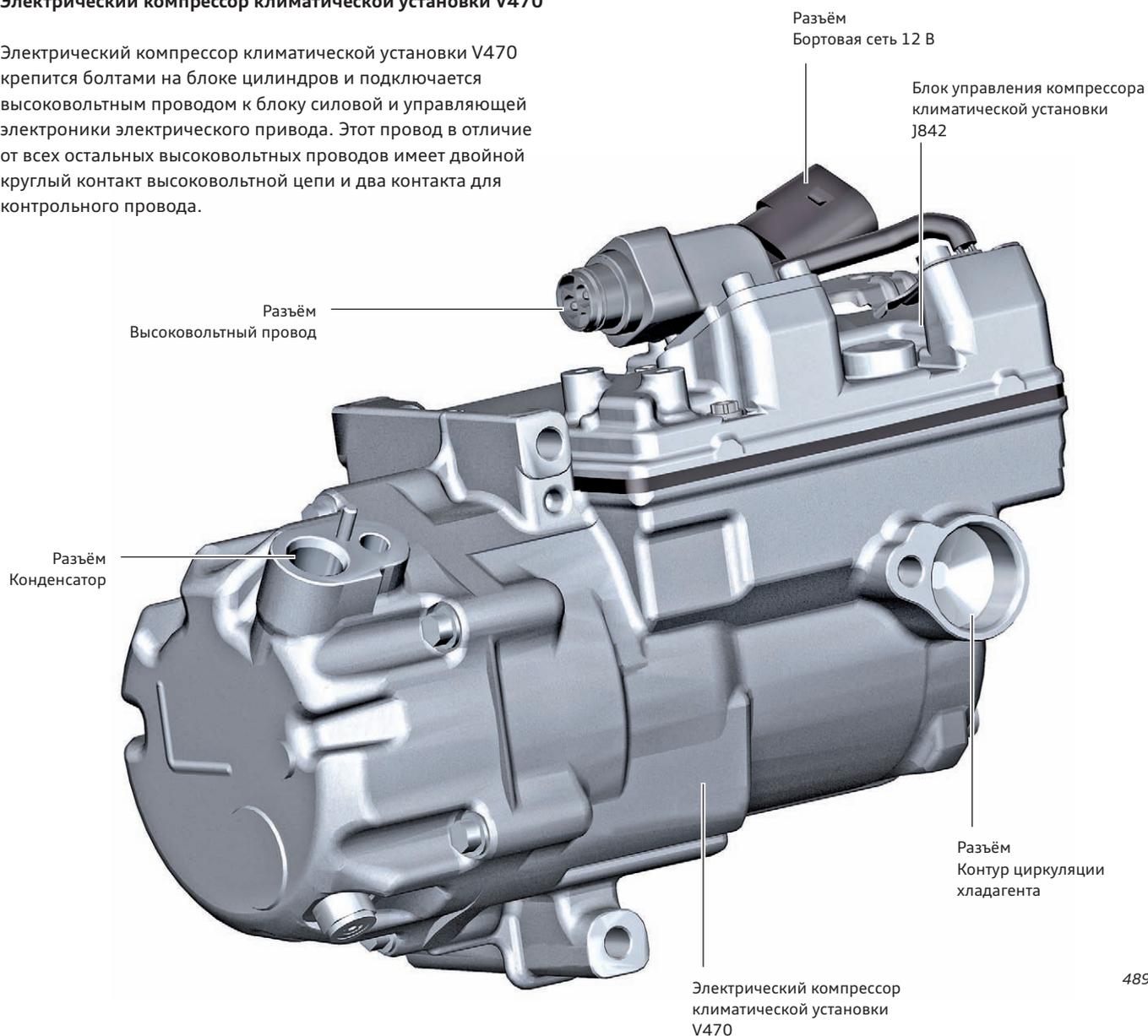
Дополнительно установлен известный уже по автомобилям с дизельными двигателями *нагревательный элемент РТС\** дополнительного воздушного отопителя Z35. Блок управления дополнительного воздушного отопителя J604 включает и выключает реле малой мощности нагрева J359 и реле большой мощности нагрева J360.



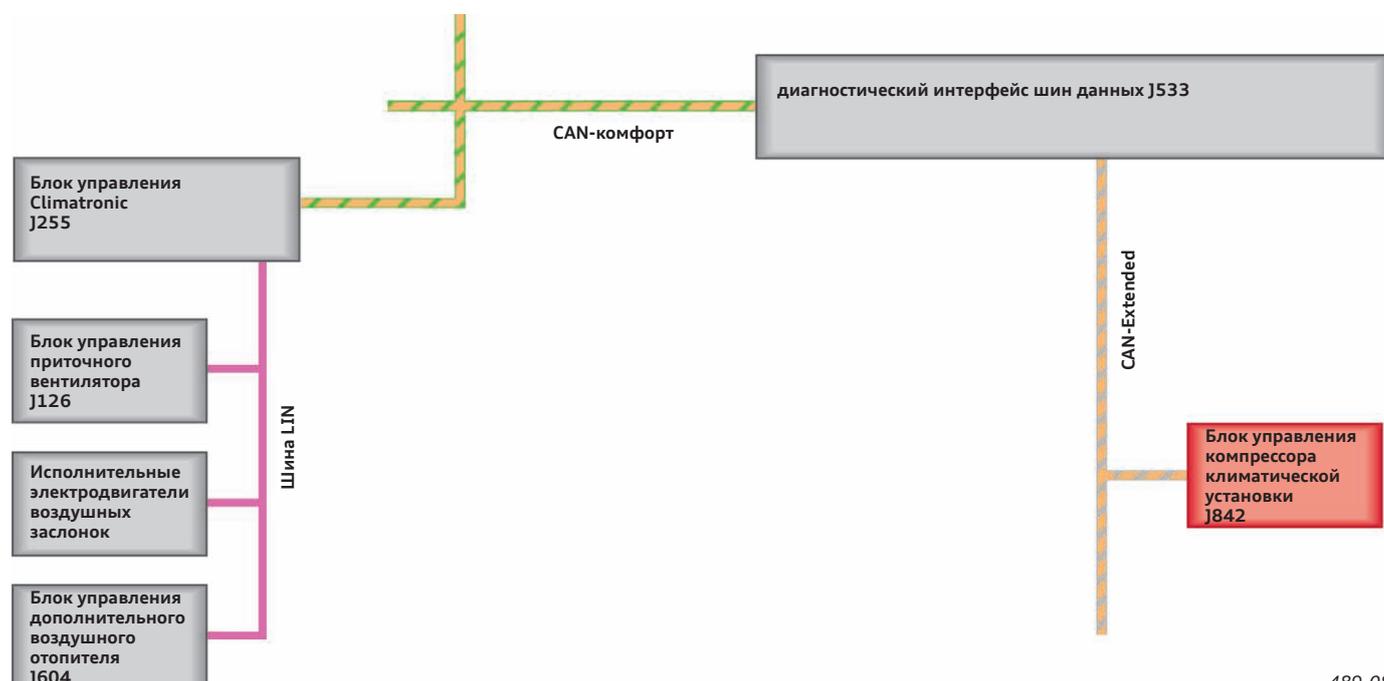
489\_027

## Электрический компрессор климатической установки V470

Электрический компрессор климатической установки V470 крепится болтами на блоке цилиндров и подключается высоковольтным проводом к блоку силовой и управляющей электроники электрического привода. Этот провод в отличие от всех остальных высоковольтных проводов имеет двойной круглый контакт высоковольтной цепи и два контакта для контрольного провода.



## Схема подключения к шинам данных



## Высоковольтная система

В высоковольтной системе реализована схема сети ИТ. I здесь символизирует изолированную передачу электрической энергии по отдельным, изолированным от кузова проводам для плюса и минуса.

### Высоковольтные провода

Электрические провода высоковольтной системы сильно отличаются от остальных проводов бортовой сети автомобиля 12 В. Ввиду высоких напряжений и токов эти провода имеют существенно большее сечение и оснащаются специальными разъёмами.

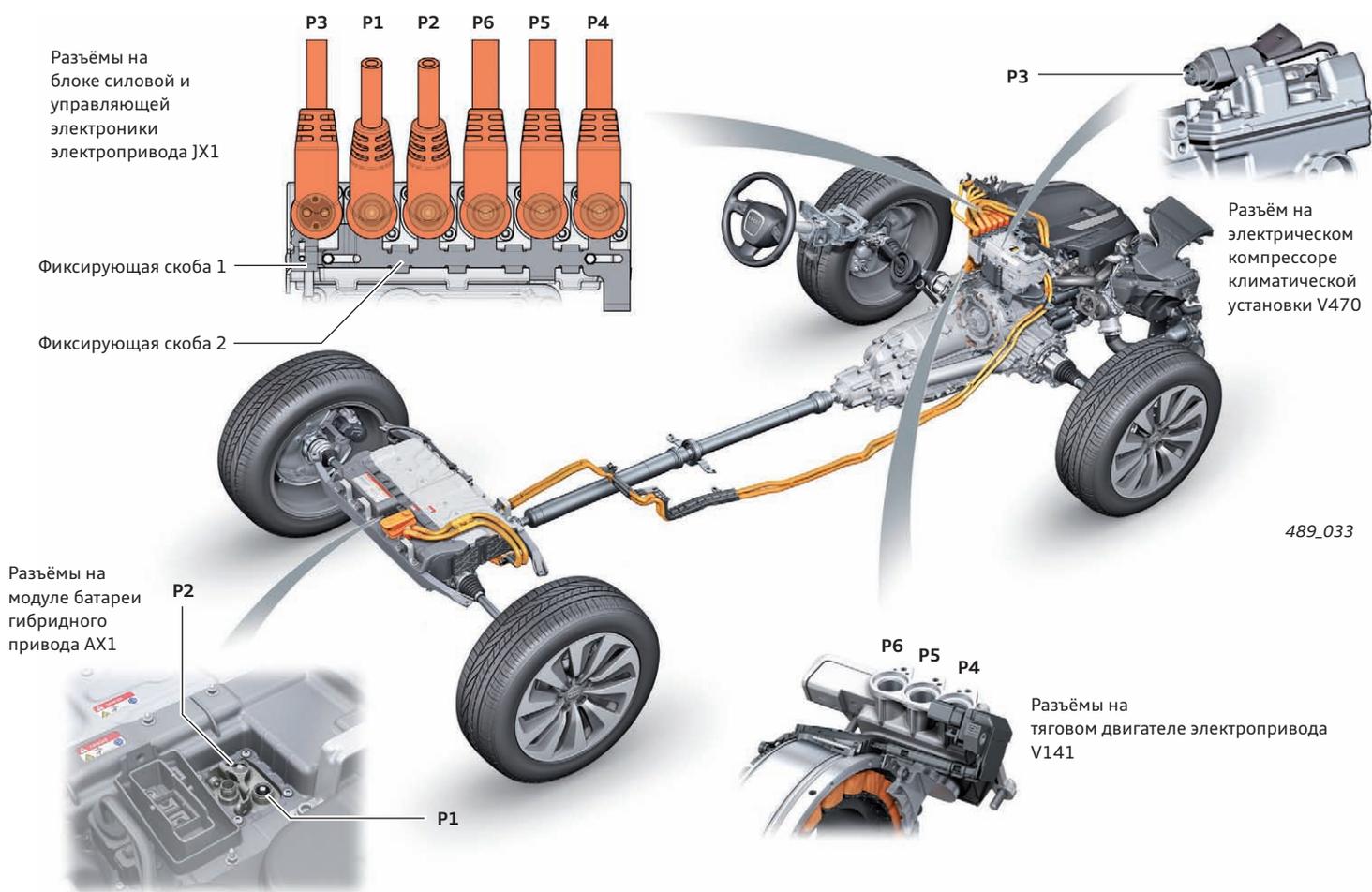
По специальному соглашению всех производителей автомобилей с электрическим приводом, для обращения особого внимания на опасность высокого напряжения все высоковольтные провода полностью выполняются оранжевого цвета. Для предотвращения неправильного подсоединения все разъёмы высоковольтных проводов имеют механическую кодировку и специальную маркировку в виде кольца определённого цвета под байонетным кольцом.

Т означает, что все потребители соединены с массой кузова эквипотенциальным соединением. Этот провод также контролируется блоком управления J840 при проверке изоляции, тем самым распознаются неисправности изоляции или короткие замыкания.

Кроме того, все высоковольтные провода имеют механическую кодировку на круглых контактах. Все разъёмы высоковольтной сети выполнены с защитой от прикосновения, а все высоковольтные провода имеют изоляцию большой толщины и убраны в гофрированные трубки в качестве дополнительной защиты изоляции от протирания.

В высоковольтную систему входят следующие провода:

- ▶ два высоковольтных провода от батареи гибридного привода к блоку силовой электроники (P1, P2);
- ▶ три высоковольтных провода от блока силовой электроники к тяговому электродвигателю (P4, P5, P6);
- ▶ один двухжильный высоковольтный провод от блока силовой электроники к компрессору климатической установки (P3).



Разъём	Номер	Цвет кольца и метки	Фаза
силовая электроника — высоковольтная батарея жгут высоковольтных проводов АКБ гибридного привода PX1	P1	красный	T+ (HV-плюс)
	P2	коричневый	T- (HV-минус)
силовая электроника — компрессор климатической установки	P3	красный	—
силовая электроника — тяговый электродвигатель жгут высоковольтных проводов тягового электродвигателя PX2	P4	синий	U
	P5	зелёный	V
	P6	фиолетовый	W

## Высоковольтные разъёмы

### Контакты высоковольтных разъёмов

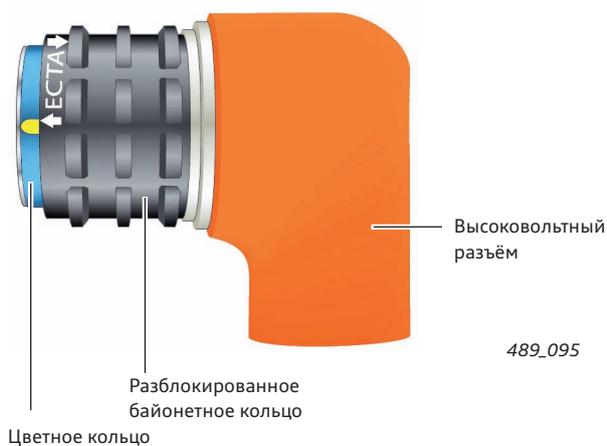
Высоковольтный разъём провода P3 отличается от других проводов тем, что в нём имеются два высоковольтных контакта, а также два низковольтных контакта для контрольного провода.



### Цветное кольцо

Чтобы увидеть цветную кольцевую метку нужно сдвинуть вверх байонетное кольцо (разблокируя тем самым разъём).

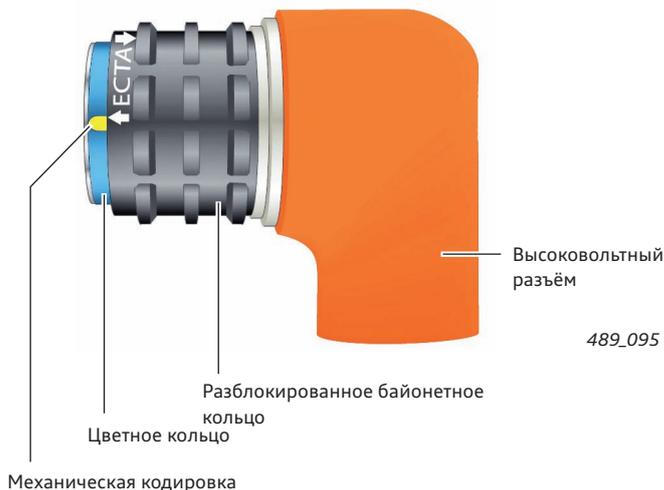
После подсоединения разъёма байонетное кольцо нужно нажать вниз, так чтобы оно зафиксировалось с хорошо слышимым щелчком. Только после этого соединение установлено.



На иллюстрации для примера показан разъём P4 (со стороны провода).

### Механическое кодирование

Помимо кодировки с помощью цветных колец, все высоковольтные разъёмы имеют также и механическую кодировку. Положение механической кодировки отмечено жёлтой меткой.



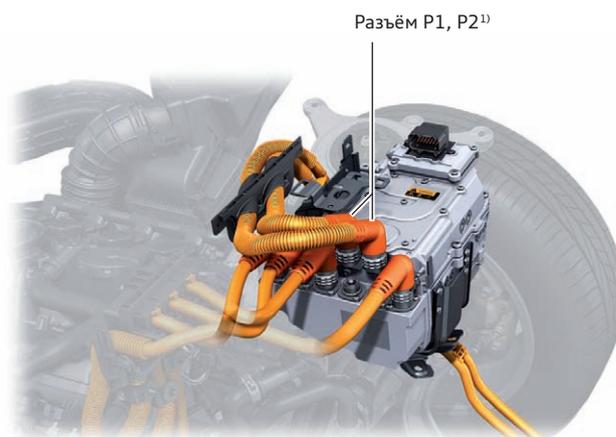
На иллюстрации для примера показан разъём P4 (со стороны провода).

## Разъёмы блока силовой электроники

### **P1, P2 — от высоковольтной батареи к блоку силовой электроники**

Жгут высоковольтных проводов АКБ гибридного привода PX1

Высоковольтная батарея и блок силовой электроники соединены двумя высоковольтными электрическими проводами оранжевого цвета. Провода выполнены одножильными, с экранирующей оплёткой, каждый из них передаёт один потенциал.



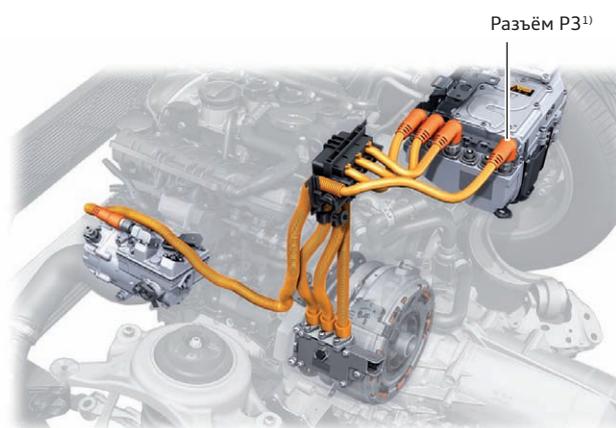
489\_036

### **P3 — от блока силовой электроники к компрессору климатической установки**

Электрический компрессор климатической установки является частью высоковольтной системы Audi Q5 hybrid quattro. Электрический привод компрессора имеет то преимущество, что климатическая установка может охлаждать салон автомобиля и при выключенном ДВС. При достаточном уровне заряда батареи климатическая установка продолжает работать. При снижении уровня заряда высоковольтной батареи система автоматически запускает ДВС для зарядки высоковольтной батареи.

Компрессор климатической установки соединён с блоком силовой электроники двухжильным проводом. Благодаря цветовой маркировке и механической кодировке перепутать высоковольтные провода невозможно.

Этот провод выполнен двухжильным, с металлической оплёткой и низковольтным контрольным проводом. Отсоединение любого из двух разъёмов этого высоковольтного провода оказывает тот же эффект, что и снятие предохранительного устройства, т. е. вызывает обесточивание высоковольтной системы.

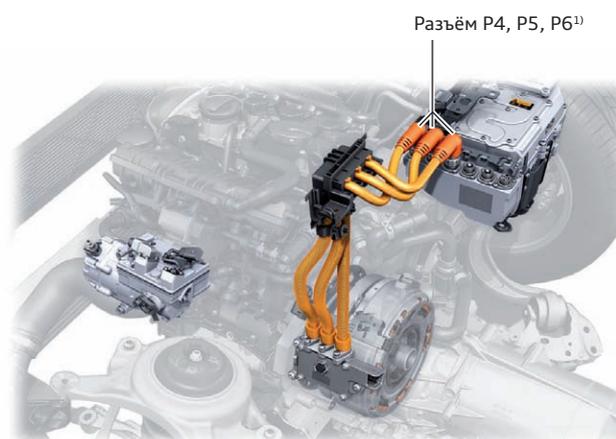


489\_035

### **P4, P5, P6 — от блока силовой электроники к электродвигатель-генератору**

Жгут высоковольтных проводов тягового электродвигателя PX2

В блоке силовой электроники постоянное напряжение высоковольтной батареи 266 В преобразуется в трёхфазное (переменный ток) для питания тягового электродвигателя. Тяговый электродвигатель соединяется с блоком силовой электроники тремя короткими высоковольтными проводами. Все три провода выполнены одножильными с экранирующей оплёткой и имеют, как и все остальные, цветовую маркировку и механическую кодировку, так что их нельзя перепутать. Обозначения проводов указаны в сервисной литературе.



489\_034

<sup>1)</sup> см. таблицу на стр. 35

## Бортовая сеть 12 В

### Изменения по сравнению с Audi Q5:

#### Бортовая сеть 12 В

- ▶ Отсутствует генератор С, функции генератора выполняет тяговый электродвигатель привода (переменного тока).
- ▶ В низковольтной бортовой сети (12 В) отсутствует функция рекуперации.
- ▶ Низковольтная бортовая сеть (12 В) получает питание от преобразователя DC/DC в блоке силовой электроники.
- ▶ В левой боковине сзади дополнительно установлена вторая АКБ А1 с ёмкостью 12 Ач. Блок управления 2 для контроля АКБ J934 подключён к шине LIN диагностического интерфейса шин данных J533.
- ▶ Вторая АКБ подключается через разделительное реле АКБ J7 при «клемма 15 ВКЛ».
- ▶ Стабилизатор напряжения J532 больше не устанавливается, его функции выполняются теперь второй АКБ. При «клемма 15 Выкл» вторая АКБ ток не отдаёт.

#### Дополнительный стартер 12 В

Дополнительный стартер используется для запуска ДВС только в некоторых определённых ситуациях. В этом случае АКБ А, 68 Ач, отключается блоком управления двигателя (через переключающее реле стартерной батареи J580) от бортовой сети, с тем чтобы вся её ёмкость могла использоваться только стартером. Питание бортовой сети осуществляется в это время второй АКБ А1 и преобразователем DC/DC. Использование дополнительного стартера 12 В происходит, только если температура второй АКБ составляет не меньше 0 °С. Если высоковольтная система автомобиля не готова к работе, запуск двигателя 12-вольтовым стартером также невозможен.

#### Примечание:

При работах с низковольтной бортовой сетью (12 В) необходимо отсоединять обе АКБ 12 В.

#### Выводы для подключения внешнего источника питания

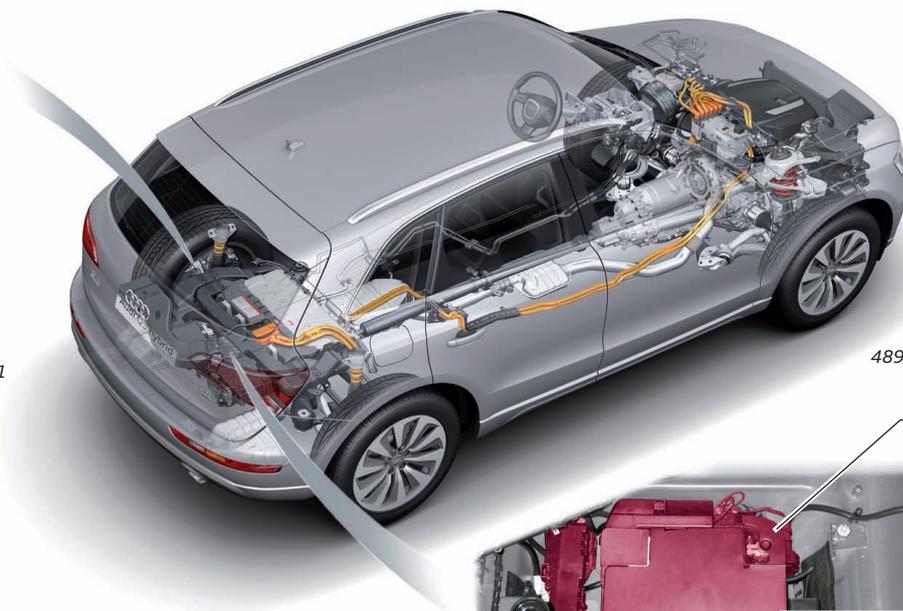
- ▶ Выводы для подключения внешнего источника питания служат для внешнего питания бортовой сети во время диагностических работ.
- ▶ Через выводы для подключения внешнего источника питания заряжаются АКБ 12 В. Вторая АКБ заряжается только при включённом зажигании.
- ▶ При разряженной АКБ 12 В может осуществляться запуск от внешнего источника питания.
- ▶ Через выводы для подключения внешнего источника питания может выполняться зарядка высоковольтной батареи.



489\_081

Вторая АКБ  
А1

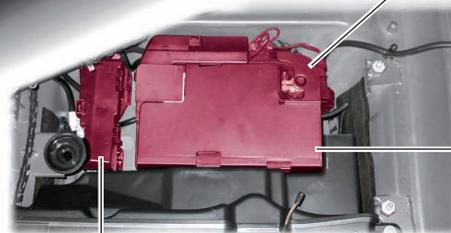
БУ 2 для контроля АКБ  
J934



489\_080

БУ для контроля  
АКБ  
J367

АКБ  
А



489\_082

Разветвитель высоковольтной системы TV1  
с разделительным реле АКБ J7 и  
переключающим реле стартерной батареи  
J580

## Электронный замок зажигания

При получении сообщения «Вставлен ключ зажигания» отправляет высоковольтной системе команду перейти в состояние готовности. Для БУ системы управления батареей получение сообщения «Вставлен ключ зажигания» является обязательным условием, которое должно быть выполнено, чтобы блок управления мог задействовать контакторы, подключающие высоковольтную батарею к высоковольтной сети. При извлечении ключа из замка зажигания блок управления автоматически отсоединяет высоковольтную батарею от высоковольтной сети.

Состояние клемм изменяется следующим образом:

Зажигание включено, педаль тормоза не нажата:

- ▶ клемма 15 ВКЛ.

Зажигание включено, педаль тормоза нажата:

- ▶ клемма 15 ВКЛ;
- ▶ клемма 50 ВКЛ;
- ▶ готовность к движению *«Гибридный привод к работе готов»*.

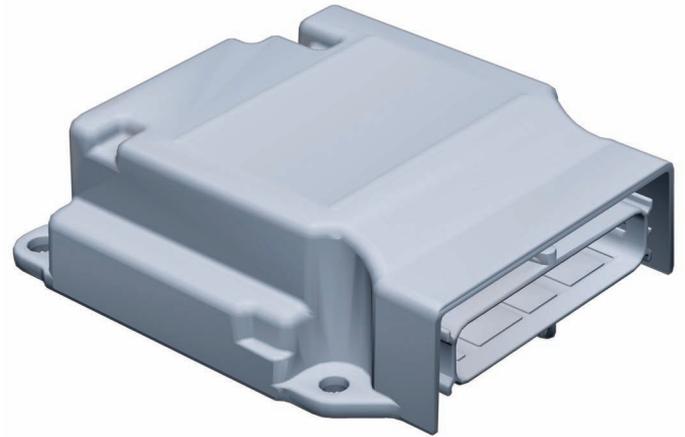
Теперь возможно движение на электрической тяге или при недостаточном уровне заряда высоковольтной батареи запускается ДВС.

## БУ подушек безопасности J234

Чтобы свести к минимуму опасность, которую высокое напряжение может в случае аварии представлять для водителя и пассажиров или для спасателей, БУ системы управления батареей J840 постоянно «слушает», не передаёт ли БУ подушек безопасности сигнал удара. При распознавании столкновения БУ системы регулирования батареи сразу же размыкает высоковольтные контакторы, отсоединяя высоковольтную батарею от высоковольтной сети.

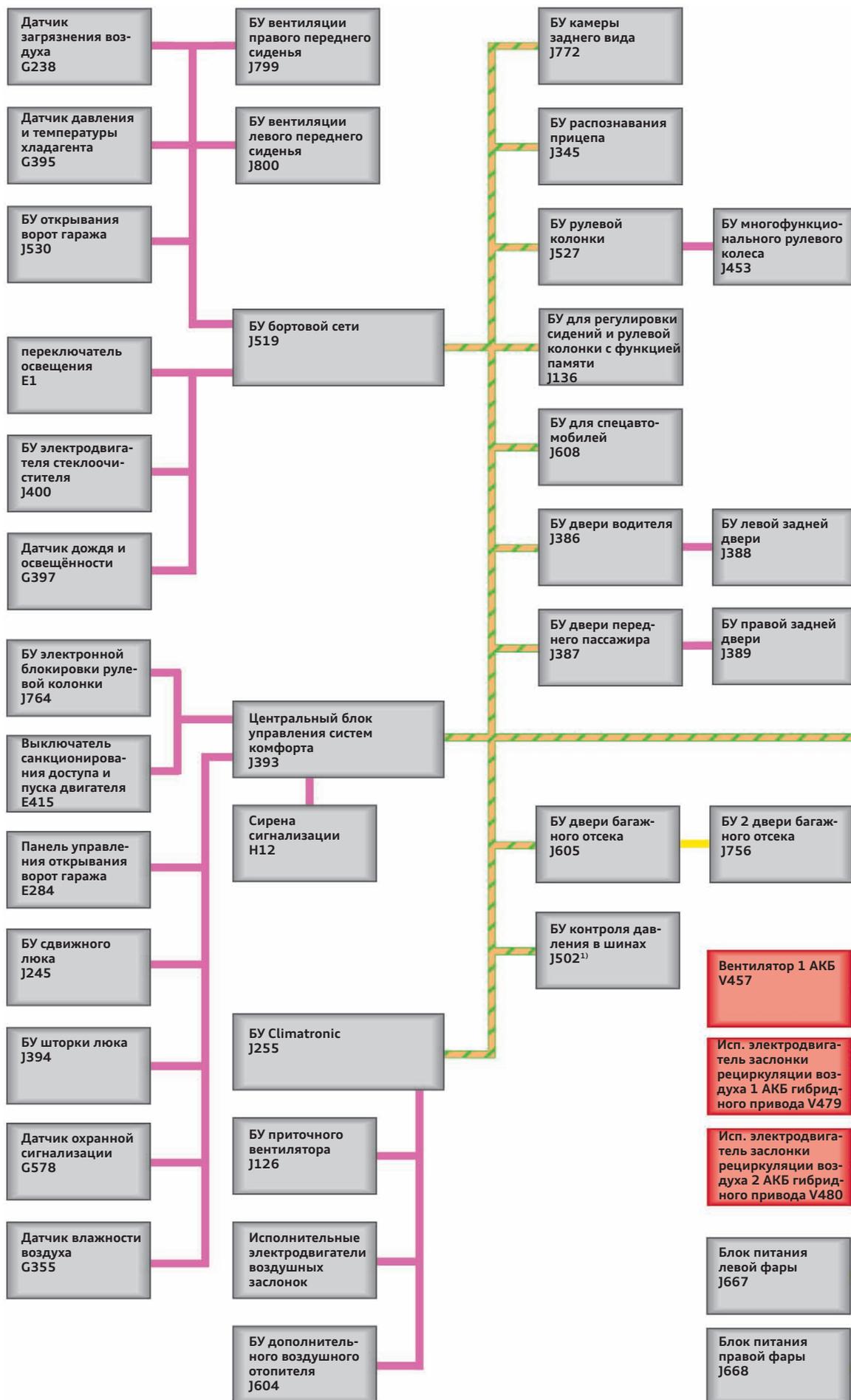
При столкновении первой степени тяжести, когда срабатывают одни только преднатяжители ремней безопасности, размыкание контактов является обратимым, то есть после цикла выключения и включения зажигания высоковольтные контакторы могут снова быть замкнуты.

При столкновении второй степени тяжести, когда срабатывают и преднатяжители ремней, и подушки безопасности, отсоединение высоковольтной батареи от высоковольтной сети будет необратимым, то есть отменить его можно будет только с помощью диагностического тестера. Таким образом, сработавшие подушки безопасности служат для спасателей индикатором того, что предохранительные контакторы разомкнуты и высоковольтная батарея отсоединена от высоковольтной сети.



489\_083

# Топология



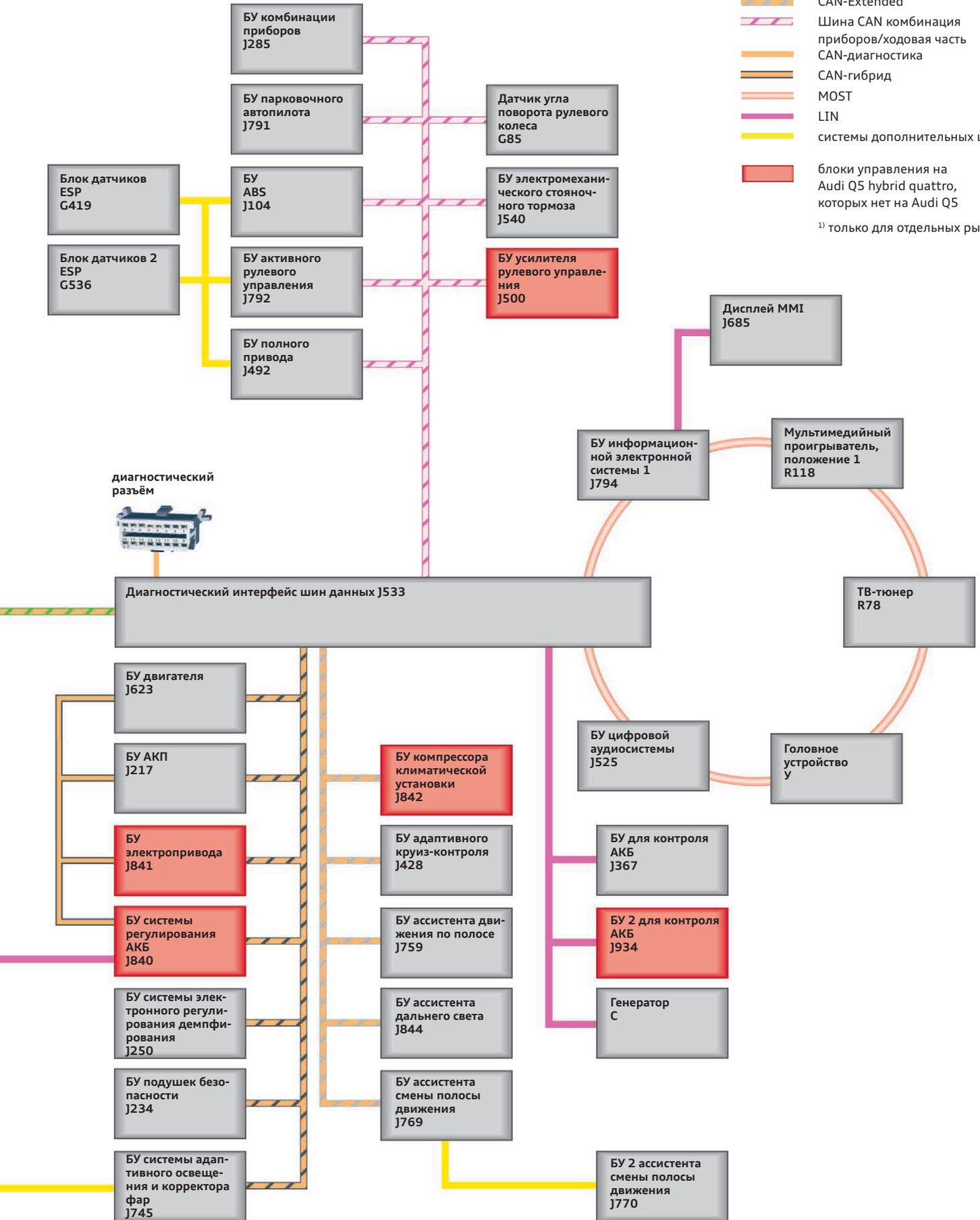
## Указание

В Audi Q5 hybrid quattro блок переключателей для Charisma E592 и блок управления дополнительного отопителя J364 не устанавливаются.

Условные цветовые обозначения:

-  CAN-привод
-  CAN-комфорт
-  CAN-Extended
-  Шина CAN комбинация приборов/ходовая часть
-  CAN-диагностика
-  CAN-гибрид
-  MOST
-  LIN
-  системы дополнительных шин
-  блоки управления на Audi Q5 hybrid quattro, которых нет на Audi Q5

<sup>1)</sup> только для отдельных рынков



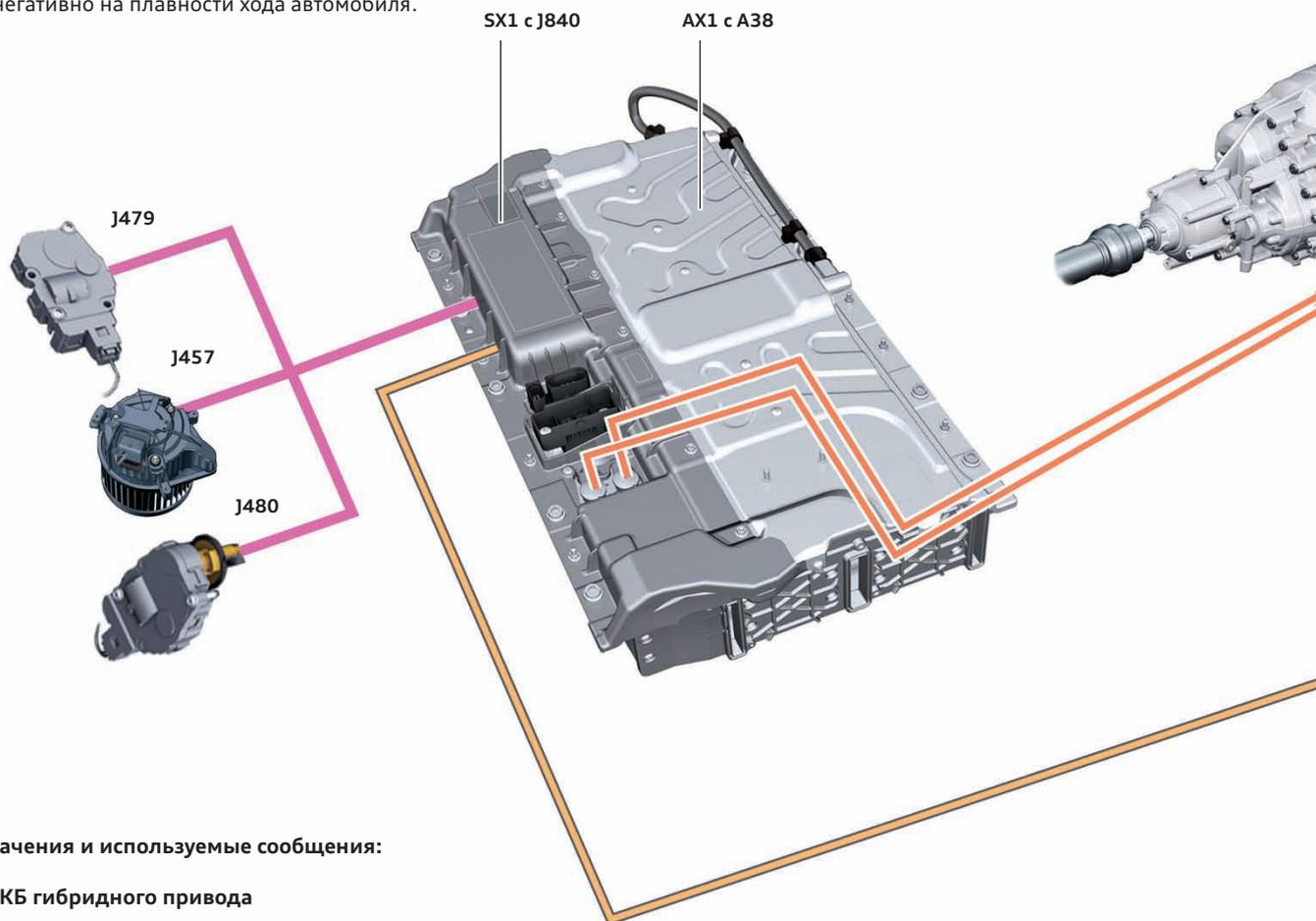
# Система управления

## Схема системы

На приведённой схеме показаны основные компоненты, осуществляющие управление движением в электрическом режиме. В реальности в управлении принимают участие и многие другие системы автомобиля, обменивающиеся с показанными большим количеством данных (см. указанные ниже сообщения), необходимых, например, для работы системы отопления и климат-контроля, усилителя рулевого управления или тормозной системы.

Особенно важную роль играет слаженная совместная работа различных систем автомобиля при переходе с электрического режима движения на режим движения с ДВС и обратно, чтобы изменения передаваемого в трансмиссию крутящего момента не сказывались негативно на плавности хода автомобиля.

Для этого в первую очередь должна быть исключительно точно синхронизирована работа систем управления двигателя (ДВС), коробки передач и гибридного привода. Для режимов движения с ДВС и на электрической тяге главным, задающим блоком управления является блок управления двигателя.



Условные обозначения и используемые сообщения:

**AX1** Модуль АКБ гибридного привода

**PX1** Жгут высоковольтных проводов АКБ гибридного привода

**SX1** Коммутационно-распределительный короб 1  
▶ контроль высоковольтных проводов.

**A38** Высоковольтная батарея

**J104** БУ ABS

- ▶ гидравлическое давление тормозной системы, тормозное давление;
- ▶ регистрация частоты вращения колёс.

**J217** БУ АКП

- ▶ частота вращения КП;
- ▶ распознавание передачи;
- ▶ температура в гидросистеме КП;
- ▶ электрический гидронасос, гидравлическое давление КП, переключение передачи;
- ▶ задействование фрикционной муфты ДВС/тяговый электродвигатель.

**J234** БУ подушек безопасности

- ▶ сигнал удара.

**J255** БУ Climatronic

- ▶ подача управляющего сигнала на компрессор кондиционера.

**J285** БУ комбинации приборов

- ▶ текстовые сообщения и описания режима движения на дисплее в комбинации приборов.

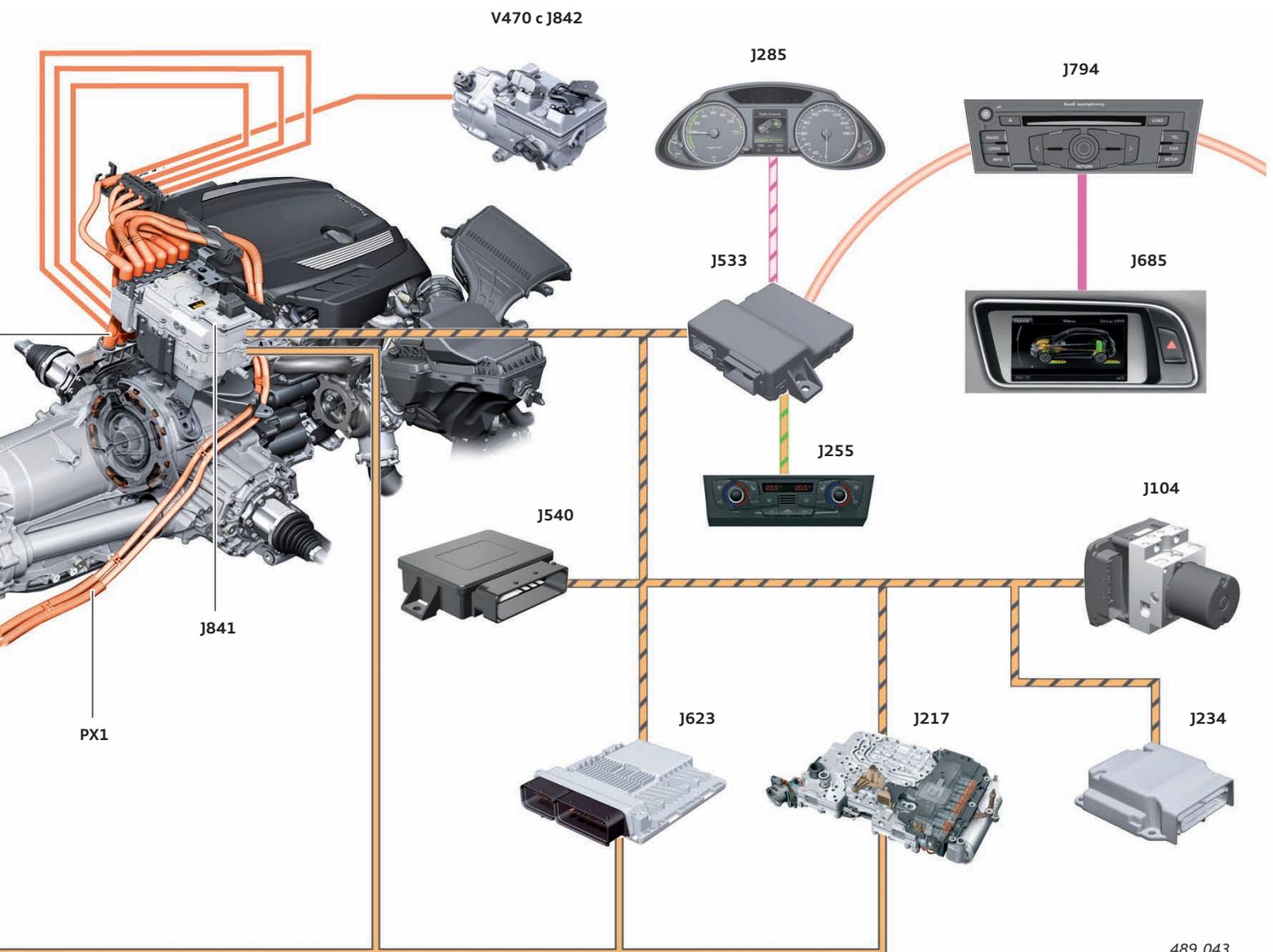
**J457** Вентилятор 1 АКБ

**J479** Исп. электродвигатель заслонки рециркуляции воздуха 1 АКБ гибридного привода

**J480** Исп. электродвигатель заслонки рециркуляции воздуха 2 АКБ гибридного привода

**J533** Диагностический интерфейс шин данных

- ▶ организация обмена данными между различными шинами данных автомобиля.



489\_043

**Условные цветовые обозначения:**

-  CAN-привод
-  Шина CAN комбинация приборов/ходовая часть
-  CAN-гибрид
-  CAN-комфорт

-  MOST
-  LIN
-  высоковольтный провод

**J540 БУ электромеханического стояночного тормоза**

- ▶ Распознавание покидания водителем водительского места.

**J623 БУ двигателя**

- ▶ Электрическая тяга вкл/выкл.
- ▶ Сигнал нажатия педали тормоза.
- ▶ Сигнал электронной педали акселератора.
- ▶ Число оборотов двигателя.
- ▶ Температура двигателя.
- ▶ Распознавание отсутствия водителя на водительском месте.
- ▶ Температура ОЖ, тяговый двигатель электропривода.

**J685 Дисплей MMI**

- ▶ анимированное представление режима движения а/м.

**J794 БУ информационной электронной системы 1**

- ▶ передача данных для индикации.

**J840 БУ системы регулирования АКБ**

- ▶ температура АКБ;
- ▶ управление высоковольтными контактами.

**J841 БУ электропривода**

- ▶ обороты тягового двигателя электропривода;
- ▶ температура тягового двигателя электропривода;
- ▶ температура блока силовой электроники;
- ▶ контроль напряжения.

**J842 БУ компрессора климатической установки**

- ▶ число оборотов компрессора.

**V141 Тяговый двигатель электропривода**

**V470 Электрический компрессор климатической установки**

## Распознавание покидания водителем водительского места

При выполнении следующих условий контролируются изменения состояний двери водителя и сигнала педали тормоза:

- ▶ дверь водителя закрыта;
- ▶ установлена готовность к движению (гибридный привод к работе готов) или работает ДВС;
- ▶ скорость автомобиля не превышает 7 км/ч;
- ▶ рычаг селектора в положении **D**, **R**, **S** или **Tip**
- ▶ педаль тормоза не нажата.

Если теперь будет открыта дверь водителя, распознаётся покидание водителем водительского места и автоматически включается электромеханический стояночный тормоз.

Для того чтобы вновь могло произойти распознавание покидания водителем водительского места, скорость автомобиля должна сначала хотя бы один раз превысить 7 км/ч.

При селекторе в положении **N** (а/м в автоматической мойке) или **P** (механический трансмиссионный тормоз в АКП) автоматического включения электромеханического стояночного тормоза не происходит.

## Распознавание отсутствия водителя на водительском месте

При выполнении следующих условий система считает, что водитель находится на водительском месте:

- ▶ готовность к движению «Гибридный привод к работе готов»;
- ▶ распознано присутствие водителя на водительском месте (дверь водителя закрыта, и ремень безопасности водителя пристёгнут).

или

- ▶ дверь водителя закрыта и селектор был переведён в одно из ходовых положений.

Если теперь при селекторе в положении **P** будет открыта дверь водителя или отстёгнут ремень безопасности, система распознаёт отсутствие водителя на водительском месте:

- ▶ если это произойдёт при работающем ДВС, он остаётся работать постоянно, не выключаясь;
- ▶ если это произойдёт при неработающем ДВС, система управления гибридным приводом переходит в режим ожидания (standby). Высоковольтная батарея не отдаёт ток, и запуск ДВС также больше невозможен. Низковольтные АКБ (12 В) разряжаются, если не подключено внешнее зарядное устройство 12 В.

## Программы движения

В Audi Q5 hybrid quattro водитель может выбрать одну из трёх программ движения:

Положение	Программа	Характеристики
<b>EV</b> (см. стр. 51)	Расширенный режим электротяги.	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ движение на электрической тяге до уровня заряда высоковольтной батареи 30 %</li><li>▶ движение только на электрической тяге до скорости 100 км/ч</li><li>▶ движение накатом</li><li>▶ «Старт-стоп»</li><li>▶ функция поддержки разгона (boost) отсутствует</li><li>▶ рекуперация энергии при торможении</li></ul>
<b>D</b>	Режим, оптимизированный по расходу топлива, с небольшой поддержкой разгона (boost)	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ движение на электрической тяге до уровня заряда высоковольтной батареи 30 %</li><li>▶ движение накатом</li><li>▶ «Старт-стоп»</li><li>▶ некоторая поддержка разгона (boost)</li><li>▶ рекуперация энергии при торможении</li></ul>
<b>S и Tip</b>	Усиленная поддержка разгона тяговым электродвигателем (boost).	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ «Старт-стоп»</li><li>▶ энергичная поддержка разгона (boost)</li><li>▶ рекуперация энергии при торможении</li><li>▶ режим электрической тяги не включается</li></ul>



### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по устройству и работе электромеханического стояночного тормоза см. в программе самообучения SSP 394 «Audi A5 — ходовая часть».

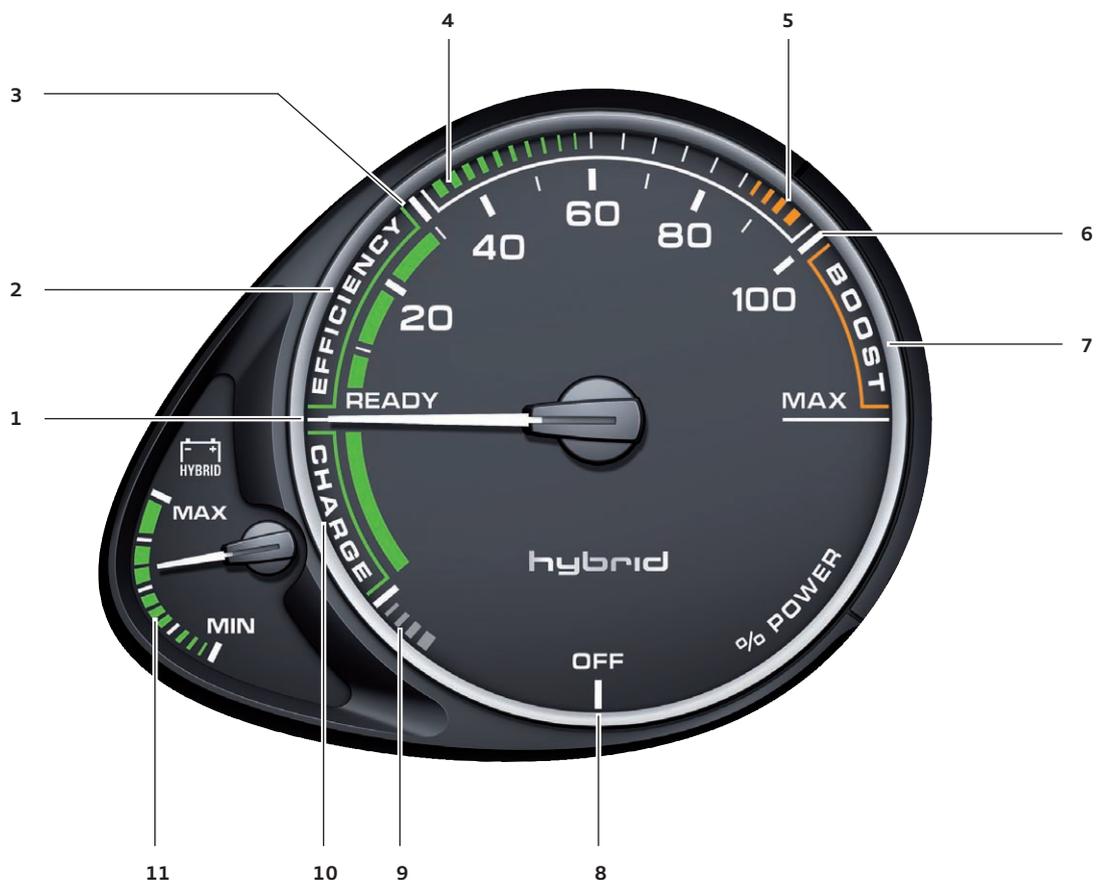
## Индикаторы и органы управления для движения в гибридном режиме

Для режима движения на электрической тяге в Audi Q5 hybrid quattro имеются следующие индикаторы / органы управления:

- ▶ указатель гибридного привода (powermeter) вместо тахометра;
- ▶ индикация на дисплее в комбинации приборов;
- ▶ анимированная индикация на дисплее MMI;
- ▶ указатель уровня заряда высоковольтной батареи вместо указателя температуры ОЖ;
- ▶ клавиша предпочтительного электрического режима движения (EV) E709.

### Индикация указателя гибридного привода (powermeter)

На указателе гибридного привода отображаются различные режимы/состояния автомобиля, а также отдача или накопление энергии гибридным приводом во время движения.



489\_079

#### Условные обозначения:

- |   |   |    |  |
|---|---|----|--|
| 1 | готовность автомобиля к работе «Гибридный привод к работе готов», «Клемма 15 ВКЛ» и «Клемма 50 ВКЛ» | 7  | поддержка ДВС тяговым электродвигателем для достижения максимального момента (boost) |
| 2 | движение на электрической тяге (возможен запуск ДВС) или движение в гибридном режиме                | 8  | «клемма 15 ВЫКЛ» или «клемма 15 ВКЛ» и «клемма 50 ВЫКЛ»                              |
| 3 | граница запуска ДВС в режиме EV   | 9  | торможение гидравлической тормозной системой дополнительно к рекуперации энергии     |
| 4 | экономичный режим движения (диапазон частичной нагрузки)  | 10 | рекуперация энергии (торможение и движение накатом)                                  |
| 5 | диапазон полной нагрузки  | 11 | уровень заряда высоковольтной батареи  |
| 6 | ДВС 100 %   |    |  |

## Индикация на дисплее в комбинации приборов

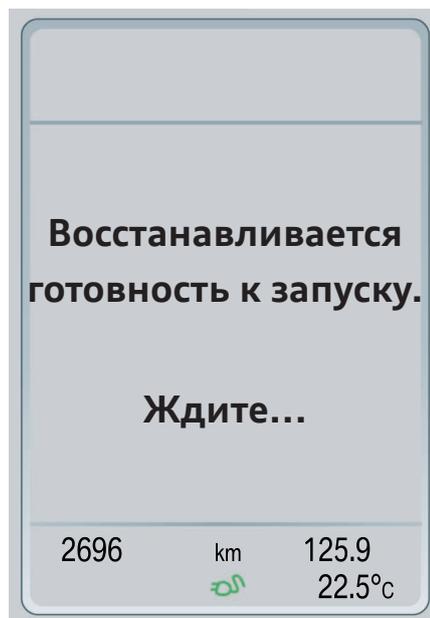
### Индикация — сообщение о неисправности

При сбое в работе или неисправности в высоковольтной системе в комбинации приборов отображается соответствующая индикация. Эта индикация может быть жёлтого или красного цвета. Цвет индикации зависит от характера сбоя или неисправности, на дисплей также выводится текстовое указание.

Индикация	Текстовое сообщение	Значение
	Гибридный привод: Сбой в системе. Обратитесь на сервисную станцию.	Автомобиль всё ещё может продолжать движение. Движение может быть продолжено в режиме ДВС.
	Гибридный привод: Сбой в системе! Возможно прекращение действия усилителя руля и тормозов.	Автомобиль не может продолжать движение.

### Индикация — зарядка высоковольтной батареи

При распознавании тока зарядки на дисплее в комбинации приборов отображается зелёный символ электрической «вилки».



489\_102

Индикация распознанного тока зарядки на дисплее в комбинации приборов.

### Индикация — дисплей в комбинации приборов

Режим движения на электротяге индицируется также на дисплее в комбинации приборов. Символ высоковольтной батареи и направленные от колёс стрелки показывают, что движение осуществляется в электрическом режиме, тяговый электродвигатель работает от высоковольтной батареи.

### Индикация — гибридный привод к работе готов

Гибридный привод готов к работе.

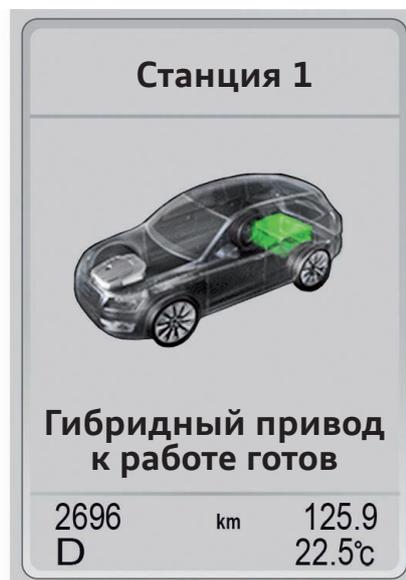
### Индикация — движение только на электротяге

Символ высоковольтной батареи и направленные от колёс зелёные стрелки показывают, что движение осуществляется в электрическом режиме, тяговый электродвигатель работает от высоковольтной батареи.

### Индикация — движение только с ДВС

Символы ДВС, высоковольтной батареи и направленные от колёс жёлтые стрелки показывают, что движение осуществляется с использованием только ДВС.

Все остальные режимы также индицируются на дисплее в комбинации приборов. Графическое отображение всего лишь несколько изменяется в соответствии с индицируемым режимом.



489\_058



489\_059



489\_060

**Индикация — движение с работающими электродвигателем и ДВС (boost)**

Символы ДВС и высоковольтной батареи и направленные от колёс зелёные стрелки показывают, что движение осуществляется с работающими и ДВС, и тяговым электродвигателем (последний работает от высоковольтной батареи).



489\_061

**Индикация — рекуперация в режиме движения накатом < 160 км/ч**

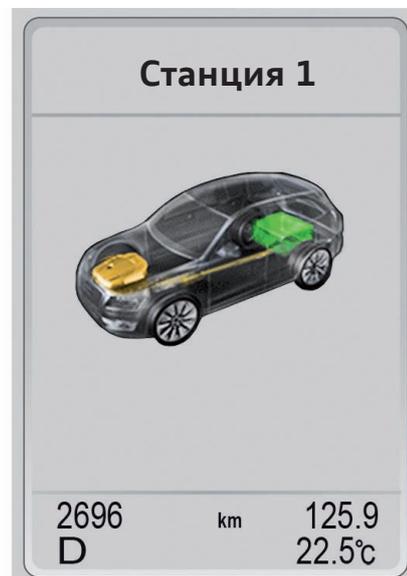
Символ высоковольтной батареи и направленные к колёсам зелёные стрелки показывают, что происходит рекуперация энергии и высоковольтная батарея заряжается.



489\_062

**Индикация — неподвижный автомобиль с работающим ДВС**

Символы ДВС и высоковольтной батареи показывают, что работает ДВС и заряжается высоковольтная батарея.



489\_064

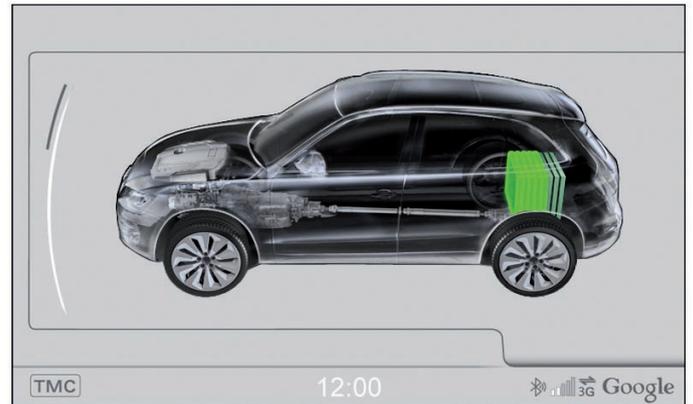
## Индикация на дисплее MMI

Audi Q5 hybrid quattro поставляется укомплектованной системой MMI Navigation plus. В этой системе имеется возможность отображать на дисплее MMI информацию о режиме движения с ДВС или на электротяге, а также показывать уровень заряда высоковольтной батареи.

В отличие от индикации на дисплее в комбинации приборов, индикация на дисплее MMI анимированная.

### Индикация — гибридный привод к работе готов

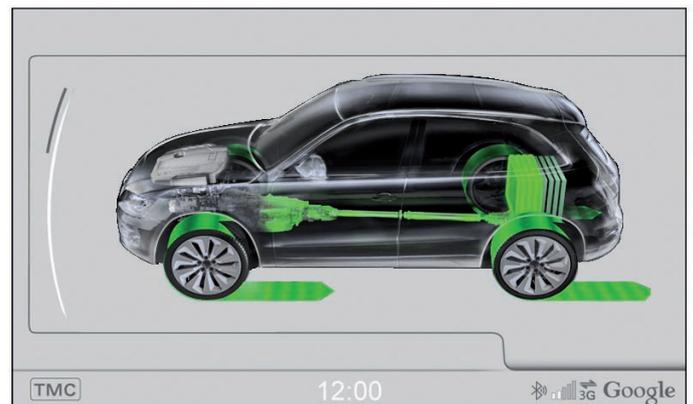
Гибридный привод готов к работе.



489\_065

### Индикация — движение только на электротяге

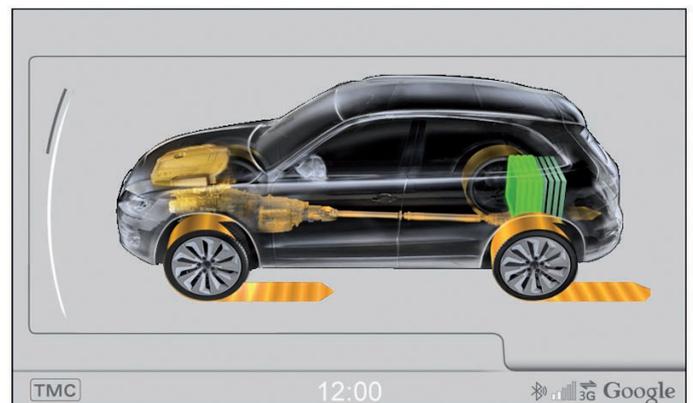
Символ высоковольтной батареи и направленные от колёс зелёные стрелки показывают, что движение осуществляется в электрическом режиме, тяговый электродвигатель работает от высоковольтной батареи.



489\_066

### Индикация — движение только с ДВС

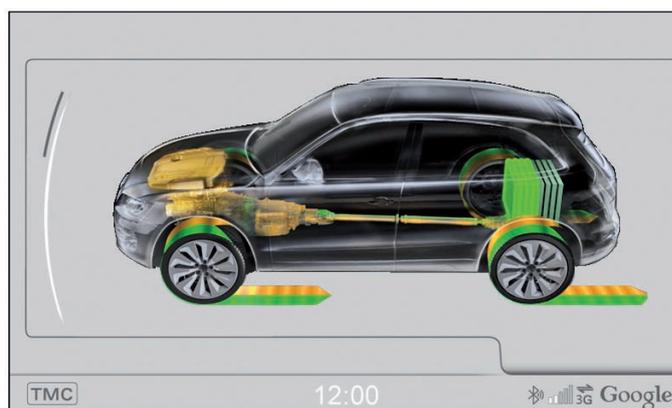
Символы ДВС, высоковольтной батареи и направленные от колёс жёлтые стрелки показывают, что движение осуществляется с использованием только ДВС.



489\_067

**Индикация — движение с работающими электродвигателем и ДВС (boost)**

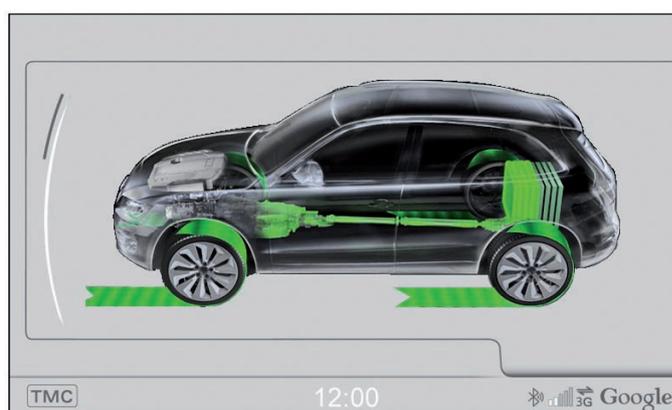
Символы ДВС и высоковольтной батареи и направленные от колёс зелёные стрелки показывают, что движение осуществляется с работающими и ДВС, и тяговым электродвигателем (последний работает от высоковольтной батареи).



489\_068

**Индикация — рекуперация в режиме движения накатом < 160 км/ч**

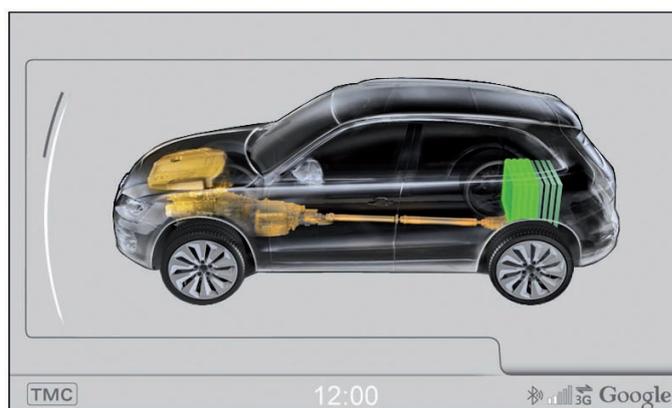
Символ высоковольтной батареи и направленные к колёсам зелёные стрелки показывают, что происходит рекуперация энергии и высоковольтная батарея заряжается.



489\_069

**Индикация — неподвижный автомобиль с работающим ДВС**

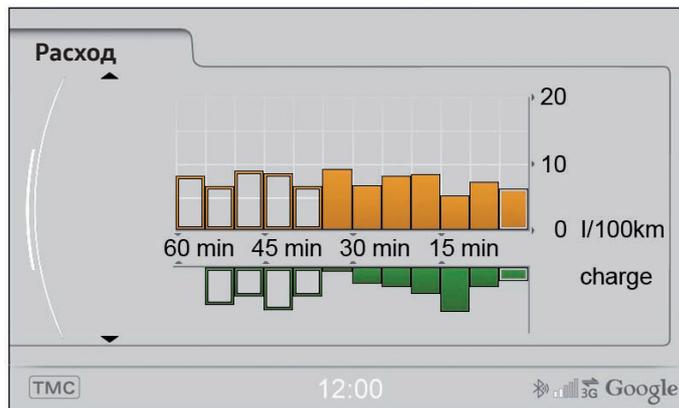
Символы ДВС и высоковольтной батареи показывают, что работает ДВС и заряжается высоковольтная батарея.



489\_071

## Индикация — статистика расхода

Статистика расхода наглядно представляет данные по расходу топлива и рекуперации энергии с дискретизацией 5 минут. Эти данные охватывают предыдущие 60 минут движения и отображаются в форме гистограммы. «Закрашенные» столбики гистограммы означают текущую поездку, «незакрашенные» — предыдущую.



489\_096

## Органы управления

С помощью клавиши предпочтения электрического режима движения E709 (режим EV) водитель может расширить границы диапазона, в котором движение осуществляется только на электротяге, и также разрешить системе использовать в режиме только электрической тяги полную мощность тягового электродвигателя. Движение только на одной электрической тяге может происходить на скоростях до 100 км/ч и при уровне заряда высоковольтной батареи не ниже 34 %.

### Обязательные условия для движения в режиме EV:

- ▶ скорость < 100 км/ч;
- ▶ уровень заряда высоковольтной батареи > 42 %;
- ▶ температура высоковольтной батареи > +10 °C;
- ▶ температура ОЖ в ДВС в диапазоне +5 °C – +50 °C;
- ▶ температура наружного воздуха  $\geq$  +10 °C (для начала движения в режиме EV на непрогретом автомобиле, напр. утром);
- ▶ выполнены условия для запуска двигателя от стартера 12 В;
- ▶ высота над уровнем моря < 4000 м;
- ▶ селектор не находится в положении Tiptronic;
- ▶ возможная электрическая мощность системы  $\geq$  15 кВт;
- ▶ имеются разрешения (выполнены условия) для выключения двигателя.

О включении режима предпочтения электрического движения (режим EV) информирует зелёный символ в комбинации приборов и зелёная полоска под клавишей включения режима EV.

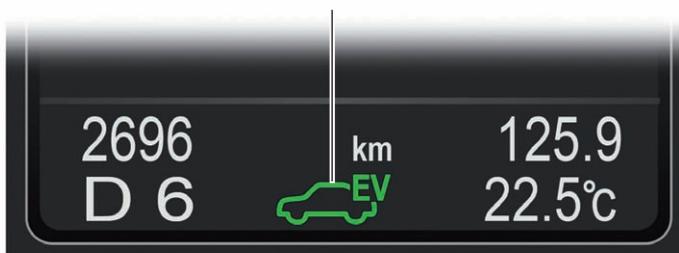
### Последствия при выходе из строя

Выход из строя не влечёт никаких последствий для работы гибридного привода. Становится только невозможно включить расширенный режим электротяги (EV).



489\_006

Индикация включённого режима EV на дисплее в комбинации приборов.



489\_008

# Техническое обслуживание

## Специальный инструмент

### Запорное приспособление для сервисного разъёма T40262

Чтобы при работах с высоковольтной системой обеспечить невозможность её непредусмотренного возвращения в рабочее состояние, сервисный разъём закрывается пластмассовой крышкой с висячим замком.

Тем самым соблюдается второе правило техники безопасности при работах с электрооборудованием: «Обеспечить невозможность включения напряжения в электрической установке».



489\_045

### Адаптеры T40259

Комплект состоит из трёх проушин с подходящими серьгами и служит для снятия и установки высоковольтной батареи.



489\_046

### Съёмник T40258

Съёмник используется для разъединения высоковольтных соединений.



489\_047

## Оборудование

### Коммутатор VAS 6606/10

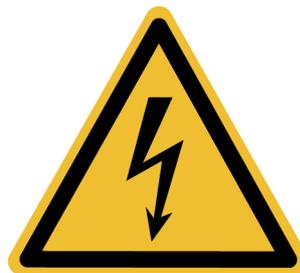
Высоковольтная батарея и блок силовой электроники проверяются с помощью коммутатора VAS 6606.



489\_049

### Предупреждающая табличка для гибридного привода VAS 6649

Перед началом работ на автомобиле с гибридным приводом необходимо обеспечить безопасность рабочего места. Установка в автомобиле, в хорошо видных местах, предупреждающих табличек «Внимание! Опасное напряжение» является строго обязательной! Соответствующие указания содержатся в ведомом поиске неисправностей.



489\_100

### Предупреждающая табличка для гибридного привода VAS 6650

Перед началом работ на автомобиле с гибридным приводом необходимо обеспечить безопасность рабочего места. Установка в автомобиле в хорошо видных местах предупреждающих табличек «Не включать, идут работы» является строго обязательной! Соответствующие указания содержатся в ведомом поиске неисправностей.



489\_101

### Зарядное устройство 12 В

Если высоковольтная батарея не готова к запуску ДВС (индикация в комбинации приборов), её можно зарядить с помощью зарядного устройства напряжением 12 В, обеспечивающего зарядный ток не менее 30 А, напр. VAS 5904 или VAS 5903 (см. стр. 23).



#### Указание

Выполнение работ с высоковольтной системой допускается только сертифицированным специалистом по высоковольтной технике! Снятие сервисного разъема для обесточивания системы допускается только электротехником по высоковольтным цепям (HVT)!



#### Указание

Для правильного и безопасного использования специальных инструментов для высоковольтных систем всегда в точности соблюдать указания в руководстве по ремонту. См. также указания в ELSA.

## Измерительный модуль для гибридных автомобилей VAS 6558

Измерительный модуль служит для создания измерительного напряжения 500 В (возможно напряжение до 1000 В) при обеспечении только незначительного тока. Питание осуществляется при этом через разъём USB 2.0. Измерительным устройством можно с помощью измерительного адаптера проконтролировать отсутствие напряжения (обесточивание системы). Кроме того, с его помощью можно также установить сопротивление изоляции.

Измерительное устройство совместимо с тестерами VAS 5051B, VAS 5052A и VAS 6150.



489\_050

## Измерительный адаптер для автомобилей с гибридным приводом VAS 6558/1A

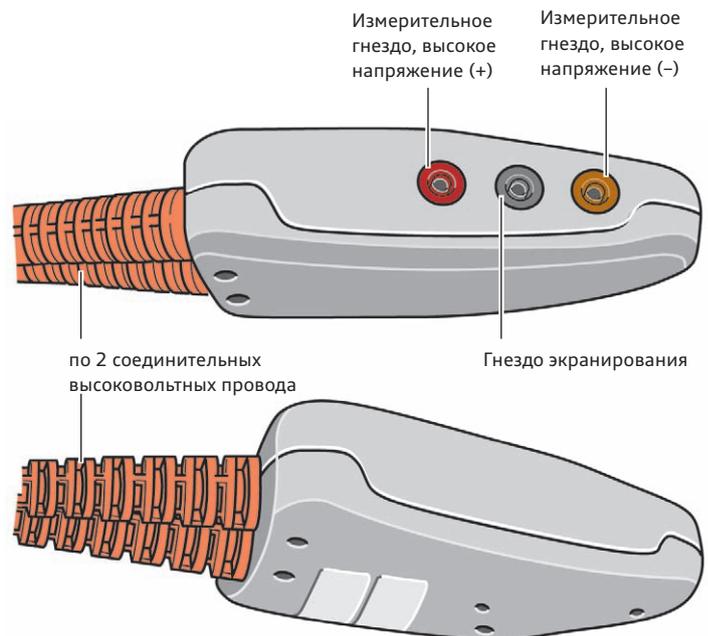
Адаптеры являются частью комплекта VAS 6558/1A и используются для контроля отсутствия напряжения и контроля исправности изоляции в высоковольтной системе с помощью VAS 6558.

Все высоковольтные провода измерительного адаптера имеют механическую и визуальную кодировку. Они подходят только к определённым гнездам. Отсоединение и подсоединение высоковольтных разъёмов измерительного адаптера следует выполнять осторожно, чтобы не повредить гнезда. Повреждение гнезд влечёт за собой выход из строя защиты от прикосновения.

### Адаптер для контроля отсутствия напряжения VAS 6558/1-1

Измерительный адаптер для контроля отсутствия напряжения подключается непосредственно к источникам напряжения, высоковольтной батарее и блоку силовой электроники. В измерительном адаптере установлены высокоомные сопротивления. Они гарантируют, что в случае неисправности через гнезда будет протекать только минимальный ток.

Выполнение перед каждым контролем отсутствия напряжения проверки измерительного адаптера является обязательным!



489\_051



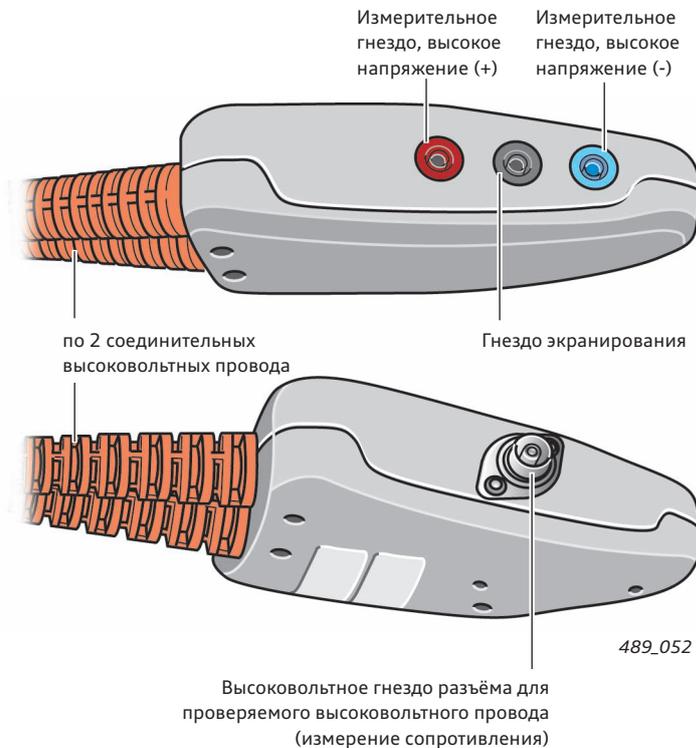
#### Примечание

Выполнение работ с высоковольтной системой допускается только электротехником по высоковольтным цепям (HVT).  
Снятие сервисного разъёма для обесточивания системы допускается только сертифицированным специалистом по высоковольтной технике.

### Адаптер для измерения сопротивления изоляции в высоковольтной сети VAS 6558/1-2

Оба высоковольтных соединительных провода измерительного адаптера подходят к разъёмам модуля батареи гибридного привода и блока силовой электроники. Высоковольтные гнезда измерительного адаптера подходят к высоковольтным проводам модуля батареи гибридного привода, блока силовой электроники и электродвигатель-генератора.

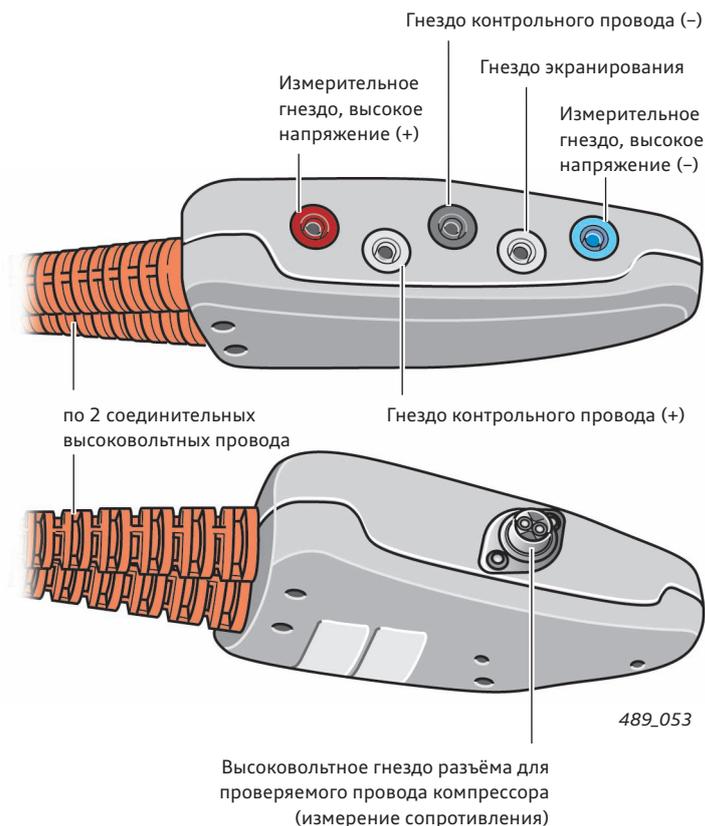
Этот измерительный адаптер даёт возможность измерить сопротивление изоляции в высоковольтной сети.



### Адаптер для измерения сопротивления изоляции в компрессоре климатической установки и контрольном проводе VAS 6558/1-3A

Один высоковольтный соединительный провод измерительного адаптера подходит только к гнезду компрессора климатической установки в блоке силовой электроники и самого компрессора. С помощью гнезда разъёма высокого напряжения можно установить сопротивление высоковольтного провода компрессора климатической установки.

Поскольку в высоковольтный провод компрессора климатической установки встроен контрольный провод, с помощью этого измерительного адаптера можно дополнительно проверить также и контрольный провод.



#### Примечание

Использовать адаптеры VAS 6558/1-2 и VAS 6558/1-3A допускается только после того, как будет проверено обесточивание системы.



#### Примечание

Для правильного и безопасного использования специальных инструментов для высоковольтных систем всегда в точности соблюдать указания в руководстве по ремонту. См. также указания в ELSA, в тестере.

# Приложение

## Словарь специальных терминов

### Регулирование крутящего момента при торможении двигателем, для гибридного привода

Регулирование крутящего момента при торможении двигателем (MSR) предотвращает тенденцию ведущих колёс блокироваться на скользком дорожном покрытии вследствие тормозного момента двигателя. Такая блокировка может происходить, когда водитель резко уменьшает нажатие педали акселератора или быстро переключается на более низкую передачу. Воздействующий на колёса тормозной момент двигателя может приводить к их проскальзыванию относительно дорожного покрытия. Тем самым сцепление между колёсами и покрытием на короткое время исчезает и автомобиль становится неустойчивым. Функция MSR повышает в таких ситуациях курсовую устойчивость автомобиля и тем самым безопасность движения.

Необходимые для работы данные блок управления MSR получает от датчиков частоты вращения колёс и от блока управления двигателем / КП по шине данных. Распознав проскальзывание ведущих колёс, блок управления MSR передаёт по шине данных сигнал в БУ двигателя, который постепенно увеличивает число оборотов двигателя до тех пор, пока сигнал проскальзывания не перестанет поступать, т. е. пока скорость вращения ведущих колёс не будет соответствовать скорости движения автомобиля. Тем самым сохраняется управляемость и курсовая устойчивость автомобиля. Функция регулирования крутящего момента при торможении двигателем работает во всём диапазоне скоростей.

### Терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (NTC)

Терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (NTC от англ. Negative Temperature Coefficient) представляет собой резистор, сопротивление которого при высоких температурах меньше, чем при низких. Такие резисторы часто используются для измерения температуры.

### ШИМ-сигнал

Аббревиатура ШИМ означает широтно-импульсную модуляцию сигнала. Под этим подразумевается цифровой сигнал, в котором какая-либо величина (например, электрический ток) скачками изменяется между двумя фиксированными значениями. Интервалы этих изменений могут меняться системой управления. Тем самым возможна передача цифровых сигналов.

### Нагревательный элемент PTC

Нагревательный элемент PTC (от англ. Positive Temperature Coefficient, положительный температурный коэффициент) электрическая энергия из сети постоянного тока автомобиля преобразуется в тепловую. Он состоит из отдельных PTC-элементов (керамических полупроводниковых резисторов). Электрический ток к ним подводится через контактные шины. Эти же шины служат и для отвода от PTC-элементов вырабатываемого ими тепла и подачи этого тепла к оребрению теплообменника. От теплообменника тепло передаётся к подаваемому в салон воздуху. Поскольку с ростом температуры сопротивление PTC-элементов тоже растёт, протекающий через них ток падает. Это предотвращает перегрев нагревательного элемента.

### Рекуперация

Под рекуперацией (от латинского «recuperare» = вновь обретать, снова получать) в общем смысле подразумевают использование энергии движения автомобиля, высвобождающейся при его замедлении. Практически это означает, что в фазе торможения, в том числе и торможения двигателем, генератор вырабатывает «даровую» электрическую энергию, которая запасается в аккумуляторной батарее.

### Резольвер

Под резольвером (синусно-косинусным вращающимся трансформатором) понимают измерительный трансформатор, преобразующий угол поворота ротора в электрическую величину. Две статорные обмотки, повернутые по отношению друг к другу на 90°, размещены в цилиндрическом корпусе так, что образуют трансформатор с роторной обмоткой вращающегося в корпусе ротора. Выводы роторной обмотки подключаются через контактные кольца и щётки.

### Контрольный провод

Контрольный провод представляет собой низковольтную электрическую цепь, последовательно соединяющую между собой все высоковольтные компоненты таким образом, что при отсоединении любого из высоковольтных проводов цепь контрольного провода размыкается и по этому сигналу высоковольтная система отключается. Другие названия: цепь безопасности, пилотная линия.

### TFSI

Сокращение TFSi расшифровывается как Turbo Fuel Stratified Injection. Этим термином называется применяемая Audi система непосредственного впрыска топлива в камеры сгорания для бензиновых двигателей с турбонаддувом. Давление впрыска топлива превышает 100 бар.

### Сервисный разъём

Сервисным разъёмом называют специальную вставку, электрически соединяющую собой две половины высоковольтной батареи. При выполнении работ на высоковольтной системе сервисный разъём должен быть вынут (две половины высоковольтной батареи отсоединены друг от друга).

Другие возможные названия: Service Disconnect (англ.) или Service Stecker (нем.).

## Контрольные вопросы

### 1. Каково номинальное напряжение высоковольтной батареи?

- а) 288 В, AC
- б) 266 В, AC
- в) 266 В, DC

### 2. Для чего нужна вторая АКБ?

- а) Она обеспечивает напряжение питания для стартера 12 В.
- б) Она используется как стабилизатор напряжения при запуске ДВС с помощью стартера 12 В.
- в) Она используется как накопитель энергии для высоковольтной батареи.

### 3. Что такое контрольный провод и для чего он нужен?

- а) Это электрический провод, проходящий через все компоненты высоковольтной системы.
- б) Он используется для стабилизации напряжения в бортовой сети 12 В.
- в) Он используется для подачи опорного напряжения для высоковольтной системы.

### 4. Для чего служит сервисный разъём?

- а) Сервисный разъём соединяет обе части высоковольтной батареи.
- б) Он играет роль механического фиксатора разъёмов высоковольтных проводов.
- в) Он используется для ограничения зарядного тока высоковольтной батареи.

### 5. Какой усилитель рулевого управления установлен на Audi Q5 hybrid quattro?

- а) Электрогидравлический усилитель рулевого управления.
- б) Электроусилитель рулевого управления.
- в) Гидравлический усилитель рулевого управления с аккумулятором давления.

**6. К какой шине данных подключён компрессор климатической установки?**

- a) CAN-привод
- b) CAN-Extended
- c) CAN-комбинация приборов/ходовая часть
- d) LIN

**7. Какая шина данных не подключена к межсетевому интерфейсу (Gateway)?**

- a) CAN-гибрид
- b) CAN-Extended
- c) CAN-диагностика
- d) LIN

**8. К какой шине данных подключено рулевое управление?**

- a) CAN-привод
- b) CAN-Extended
- c) CAN-комбинация приборов/ходовая часть
- d) LIN

**9. Каково напряжение питания компрессора климатической установки?**

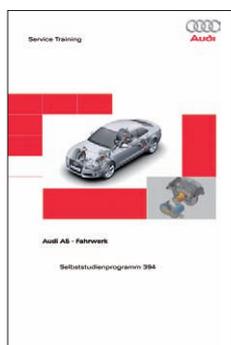
- a) 266 В DC, от высоковольтной батареи
- b) 266 В DC, от блока силовой электроники
- c) 12 В DC, от блока силовой электроники

**10. Для чего используется специальный инструмент T40262?**

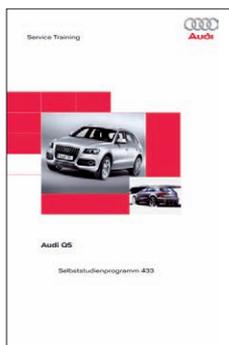
- a) Как мера предосторожности, чтобы нельзя было вынуть сервисный разъём.
- b) Чтобы обеспечить невозможность непредусмотренного возвращения высоковольтной системы в рабочее состояние.
- c) В этом специальном инструменте можно запереть ключ зажигания автомобиля.

## Программы самообучения

Дополнительную информацию по технике Audi Q5 hybrid quattro см. в следующих программах самообучения.



489\_073



489\_099



489\_097



489\_098

**SSP 394 Audi A5 — ходовая часть**, номер для заказа: A07.5S00.36.00

- ▶ Электромеханический стояночный тормоз

**SSP 433 Audi Q5**, номер для заказа: A08.5S00.49.00

- ▶ Кузов
- ▶ Пассивная безопасность
- ▶ Ходовая часть
- ▶ Электрооборудование
- ▶ Infotainment
- ▶ Техническое обслуживание

**SSP 436 Изменения в 4-цилиндровом двигателе TFSI с цепным приводом ГРМ**, номер для заказа: A08.5S00.52.00

- ▶ Система подачи вторичного воздуха (для ускоренного прогрева нейтрализатора)

**SSP 480 Audi A7 Sportback — ходовая часть**, номер для заказа: A10.5S00.73.00

- ▶ Электроусилитель рулевого управления

Впоследствии выйдет отдельная программа самообучения по трансмиссии Audi Q5 hybrid quattro.

Все права защищены, включая право на технические изменения.

Авторские права:

**AUDI AG**

I/VK-35

service.training@audi.de

**AUDI AG**

D-85045 Ingolstadt

По состоянию на 07/11

Перевод и вёрстка ООО «Фольксваген Груп Рус»

A11.5S00.83.75