



## Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid

В ноябре 2011 года появилась первая в новом столетии серийная модель Audi с гибридным приводом — Audi Q5 hybrid quattro. Этот Performance-SUV (спортивный внедорожник) стал первым в мире автомобилем в своём классе с полным гибридным приводом с перспективными литий-ионными аккумуляторами. В 2012 году были созданы также Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid.

В них используется та же концепция параллельного гибридного привода, что и на Performance-SUV, с той лишь разницей, что две новые модели имеют привод только на передние колёса. С выходом на рынок этих двух больших седанов Audi стала первой маркой класса премиум, предлагающей модели с полным гибридным приводом с литий-ионными аккумуляторами одновременно в сегментах B, C и D.

За создание крутящего момента отвечают двигатель внутреннего сгорания TFSI с рабочим объёмом 2,0 л и мощностью 155 кВт (211 л. с.) и электродвигатель с мощностью 40 кВт и крутящим моментом 210 Н·м; при совместной работе их максимальная мощность достигает 180 кВт (245 л. с.). На постоянной скорости 60 км/ч оба автомобиля могут проехать до трёх километров в чисто электрическом режиме, также уникальна и их максимальная скорость на электротяге — 100 км/ч.

Подвергаясь глубокой модернизации восьмиступенчатая коробка передач tiptronic работает без гидротрансформатора. Его функции взял на себя электродвигатель, скомбинированный с фрикционной муфтой, соединяющей и разъединяющей электродвигатель и ДВС. Для накопления электроэнергии используется система литий-ионных аккумуляторов общей массой всего около 38 кг. Развитая двухпоточная воздушная система охлаждения следит за тем, чтобы температура батареи всегда оставалась в пределах рабочего диапазона.



615\_046



615\_047

#### Учебные цели этой программы самообучения:

Эта программа самообучения даёт общее представление об автомобилях Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid, после её проработки читатель будет в состоянии ответить себе на следующие вопросы:

- ▶ По каким внешним признакам можно отличить модели Audi A6 hybrid или Audi A8 hybrid?
- ▶ Сколько элементов входит в батарейный блок высоковольтной батареи A38?
- ▶ Где в автомобилях Audi A8 hybrid находится блок охлаждения модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1?

## Введение

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

## Правила техники безопасности

Правила техники безопасности VDE при работах с электрооборудованием	6
Предупреждающие надписи	7

## Основы техники гибридного привода

Гибридный привод	8
Техника гибридного привода	8
Полный гибридный привод	8
Другие термины	9

## Двигатель

Комбинированный силовой агрегат	10
8-ступенчатая АКП с гибридным блоком	11

## Ходовая часть

Электромеханический усилитель рулевого управления	12
Вакуумный насос усилителя тормозов V469	13

## Электрооборудование

Модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1	14
Высоковольтная аккумуляторная батарея A38	16
Блок управления системы регулирования аккумуляторной батареи J840	17
Сервисный разъём высоковольтной системы TW	18
Концепция безопасности	20
Охлаждение аккумуляторной батареи	22
Блок силовой и управляющей электроники электропривода JX1	24
Блок управления электропривода J841	27
Электрический компрессор климатической установки V470	28
Электропривод трёхфазного переменного тока VX54	29
Тяговый двигатель электропривода V141	30
Жгут высоковольтных проводов АКБ гибридного привода PX1 и PX2	34
Запуск 12-вольтовым стартером	35
Блок управления гибридным приводом	36
Расширенный режим электротяги (режим EV)	37

## Индикация

Индикация при движении в гибридном режиме	38
---	----

## Сервисное обслуживание

Специальный инструмент	40
Оборудование	40

## Приложение

Контрольные вопросы	41
Программы самообучения	43

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

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

При проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту нужно обязательно пользоваться актуальной литературой по техническому обслуживанию.



Указание



Дополнительная информация

# Введение

## Внешние отличительные признаки

Помимо надписи «Hybrid» на заводской табличке, автомобили Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid можно отличить по следующим внешним признакам.

Комбинация приборов с указателем (Powermeter) и индикацией гибридного привода



Надпись «Hybrid» на декоративном кожухе в моторном отсеке



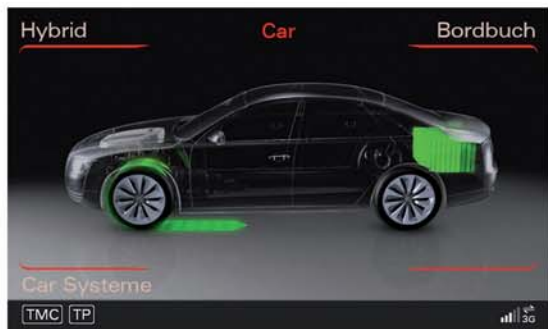
Надпись «Hybrid» на крыльях



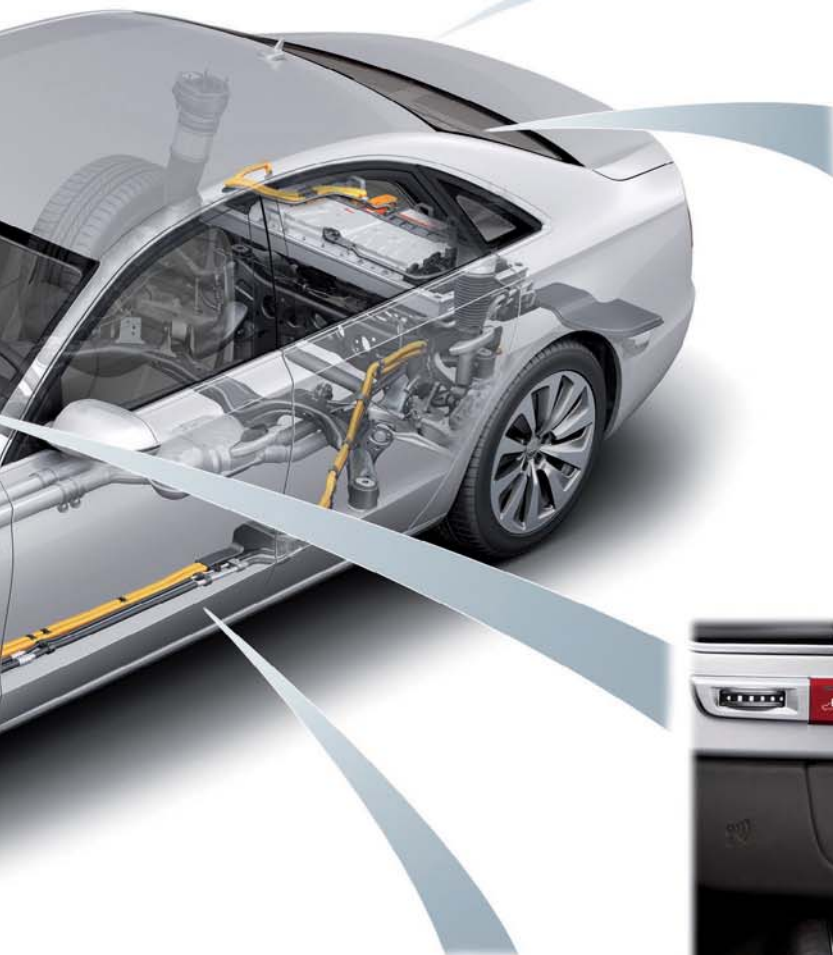
### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по базовым моделям можно найти в программах самообучения 456 «Audi A8 '10» и 486 «Audi A6 '11».

Система MMI с индикацией гибридного привода



Надпись «Hybrid» на крышке багажного отсека



Надпись «Hybrid» в передней части багажного отсека



Надпись «Hybrid» на порогах



Клавиша расширенного режима электротяги (режим EV)

# Правила техники безопасности

## Правила техники безопасности VDE при работах с электрооборудованием

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

То же самое относится и к ответственному, квалифицированному электротехнику по высоковольтным цепям. 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.

- 1. Отключение высоковольтной системы.**
- 2. Принятие мер для исключения возможности непредусмотренного включения напряжения.**
- 3. Проверка отсутствия напряжения.**

Эти рабочие операции для высоковольтных транспортных средств значения не имеют.

- 4. Заземление и закорачивание.**
- 5. Находящиеся под напряжением соседние детали или части укрыть или оградить.**



### Указание

Уже переменное напряжение 25 В или постоянное напряжение 60 В представляют опасность 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.



### Указание

Работы с высоковольтной системой должны выполняться только квалифицированным электротехником по высоковольтным цепям.

## Предупреждающие надписи

Чтобы свести к минимуму опасность для пользователей, технического и другого персонала сервисных предприятий, а также сотрудников технических спасательных служб и врачей скорой помощи, в Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid используются 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.

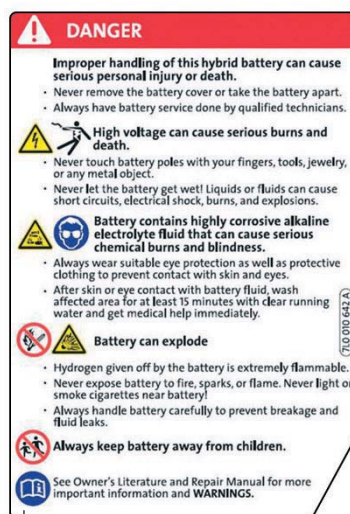


Все используемые предупреждающие наклейки подразделяются на два типа:

- ▶ жёлтые предупреждающие 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.



**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, сочетающее в себе две разных системы или принципа действия.

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

- ▶ двухтопливный двигатель;
- ▶ 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 по разным физическим принципам.

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.

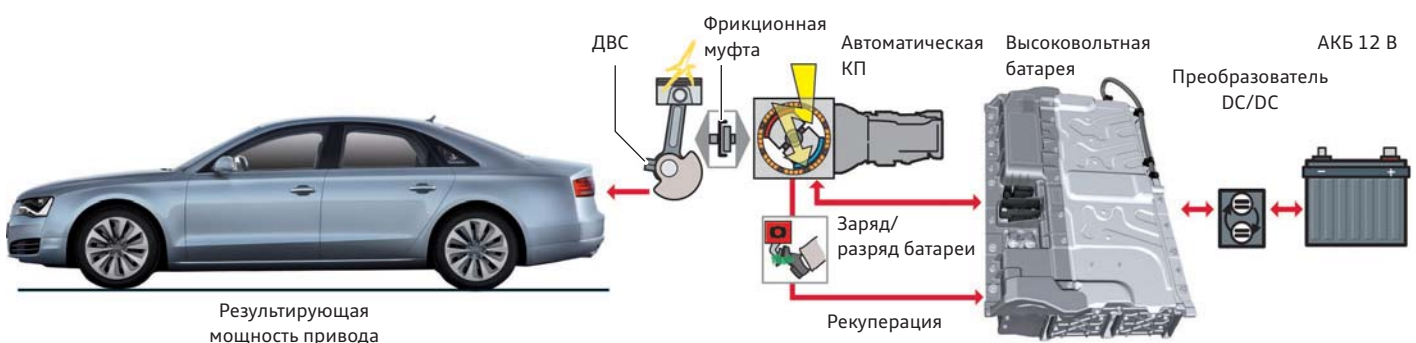
## Полный гибридный привод

С ДВС скомбинирован электродвигатель-генератор большой мощности. Возможно движение в чисто электрическом режиме. Электродвигатель-генератор, насколько это позволяют условия, поддерживает работу ДВС.

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 разъединить оба компонента. Таким образом, ДВС может подключаться только в случае необходимости.

Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid оснащаются полным гибридным приводом.



### Типы

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.



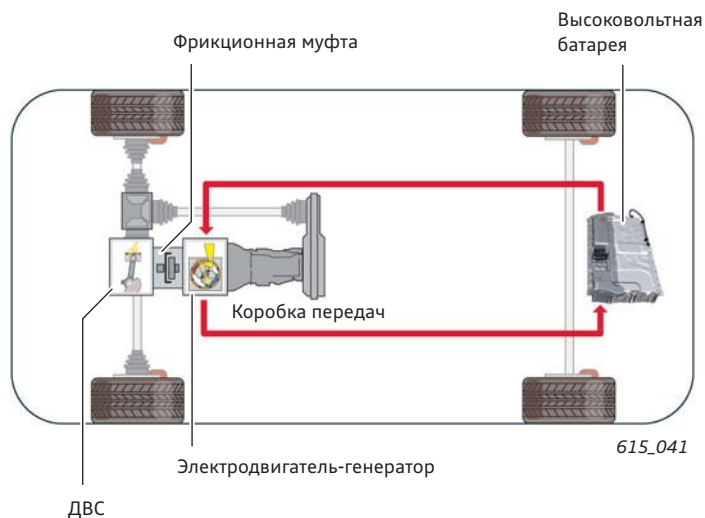
### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по устройству гибридного привода можно найти в программе самообучения 489 «Audi Q5 hybrid quattro».



## 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.



## Другие термины

### Рекуперация

Под рекуперацией (лат. «recuperare» = получать обратно, восстанавливать) понимают использование кинетической энергии автомобиля, высвобождающейся при его замедлении. Это означает, что в режиме торможения и режиме принудительного холостого хода «даровая» кинетическая энергия преобразуется в электрическую и запасается в АКБ автомобиля.

Функция рекуперации является важной составной частью системы управления выработкой и потреблением электроэнергии.

### 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, как только водитель снимает ногу с педали акселератора. При активном торможении (нажатии педали тормоза) количество рекуперированной энергии, соответственно, возрастает. Бортовая электросеть 12 В получает питание от ходового электродвигателя, работающего в качестве генератора.

### Электродвигатель-генератор

Под электродвигатель-генератором понимается ходовой электродвигатель, который может использоваться также в качестве генератора и стартера. В принципе, любой электродвигатель может функционировать и 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.

### Электрическая поддержка разгона (Boost)

Аналогично тому, как в обычном приводе с ДВС есть функция Kick-down, реализующая максимально возможную мощность двигателя, в гибридном приводе имеется функция электрической поддержки разгона — т. н. Boost («буст»). При необходимости максимального ускорения к работающему на полной мощности ДВС подключается работающий также 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 A6 hybrid и Audi A8 hybrid мощность ДВС составляет 155 кВт. Мощность электродвигатель-генератора в режиме генератора составляет 31 кВт, а в режиме тягового электродвигателя — 40 кВт. Работая вместе, ДВС и электродвигатель-генератор в тяговом режиме развивают суммарную мощность 180 кВт.

# Двигатель

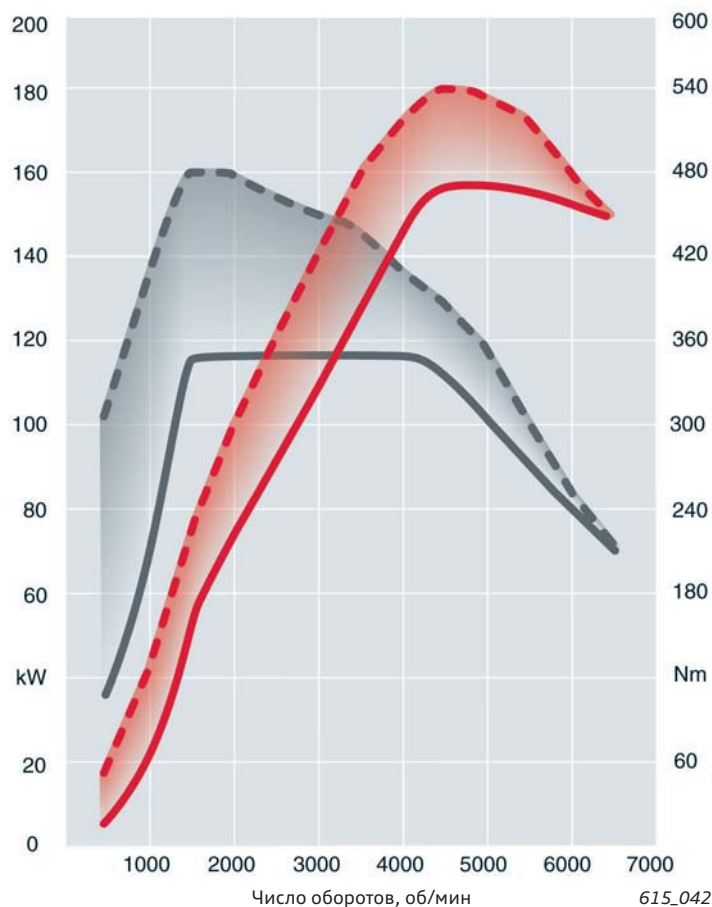
## Комбинированный силовой агрегат

### Технические характеристики

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

#### Двигатель 2,0 л TFSI, букв. обозначение — CHJA

- Мощность, кВт
- Крутящий момент, Н·м
- - - Общая мощность, кВт (10 с)
- - - Общий крутящий момент, Н·м (10 с)



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, Н·м при об/мин	350 при 1500-4200
Крутящий момент общий, Н·м	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
Система управления двигателя	MED 17.1.1
Топливо	Бензин с октановым числом не ниже 95
Экологический класс	Евро 5
Увеличение массы за счёт высоковольтной батареи, кг	< 130

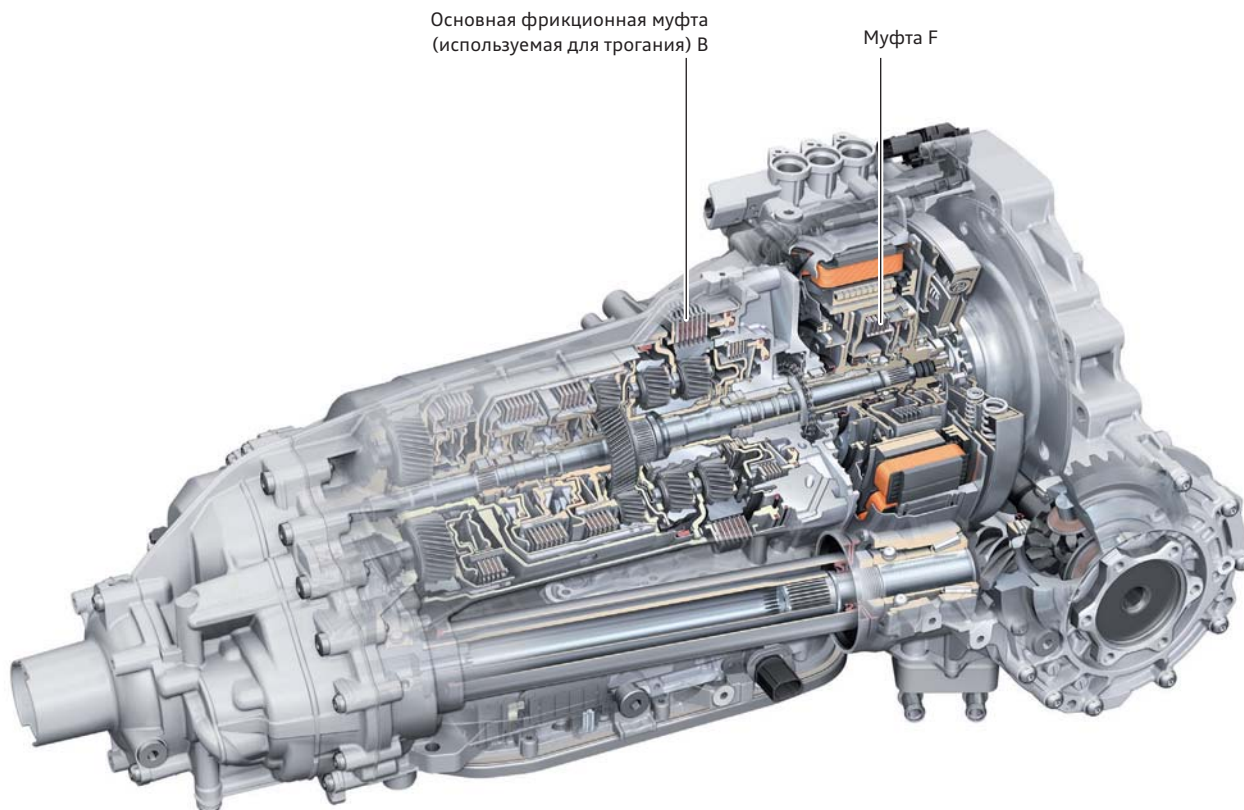


#### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по данному ДВС можно найти в программе самообучения 436 «Изменения в 4-цилиндровом двигателе TFSI с цепным приводом ГРМ».

## 8-ступенчатая АКП с гибридным блоком

Блок управления АКП J217 подключён к шинам данных CAN Гибрид и CAN Привод.



615\_045

На месте гидротрансформатора устанавливается блок гибридного привода, состоящий из электродвигатель-генератора и фрикционной муфты (муфта F), при этом размеры картера гидротрансформатора сохраняются. Фрикционная муфта работает в масляной ванне и разъединяет или соединяет ДВС и электродвигатель-генератор.

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

Режим движения	Муфта F	Основная фрикционная муфта (используемая для трогания) В
Пуск двигателя	замкнута	открыта
Только электрическая тяга	открыта	замкнута
Рекуперация	открыта	замкнута
ДВС при движении	замкнута	замкнута
ДВС на холостом ходу	замкнута	открыта
Режим максимального ускорения (boost)	замкнута	замкнута

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 этот насос может оказаться не в состоянии создавать достаточное давление. В таких случаях необходимое давление создаётся электродвигатель-генератором и механическим масляным насосом в автоматической коробке передач.



### Указание

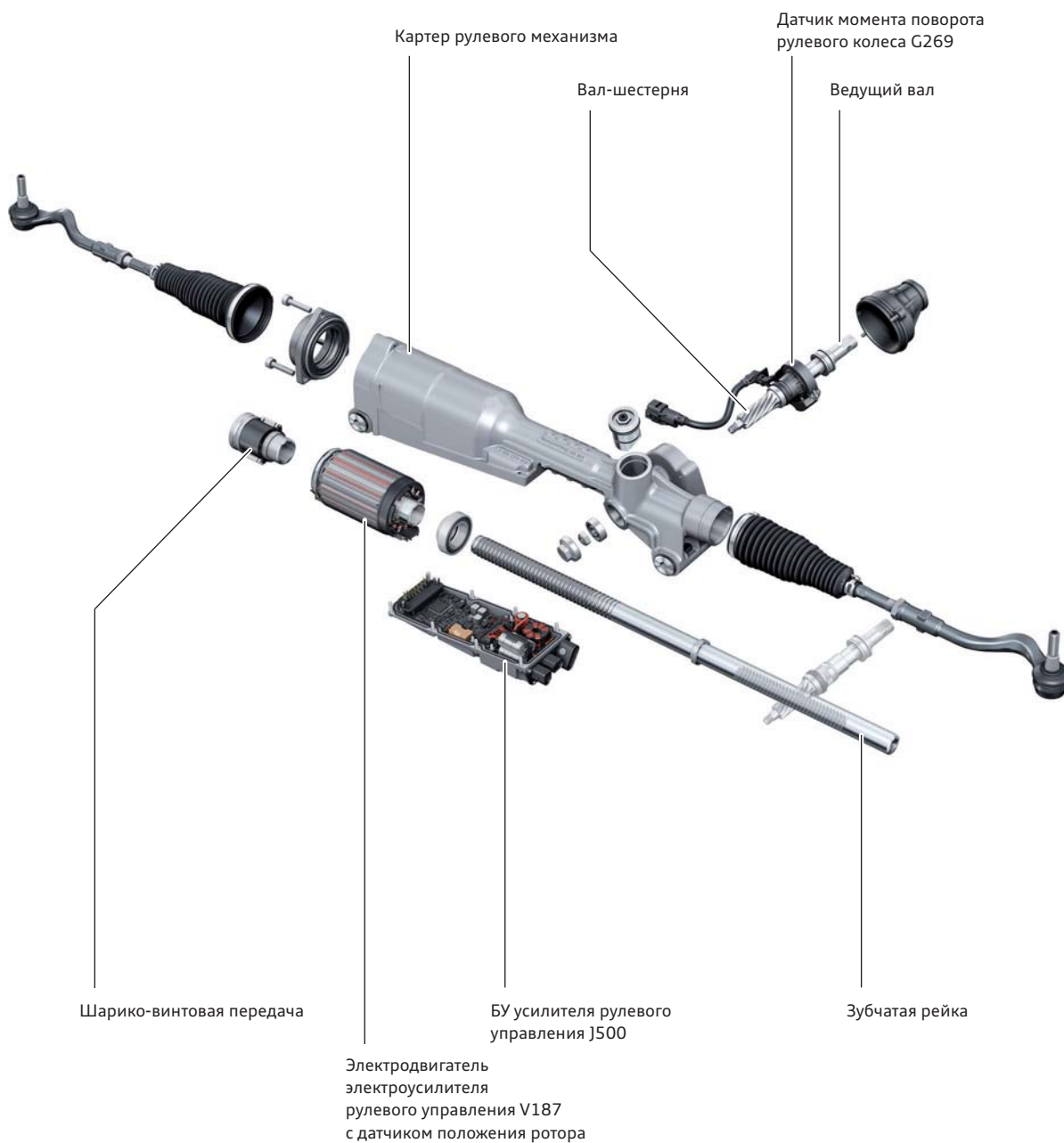
Буксировка автомобиля, как и с другими ступенчатыми АКП, осуществляется при нахождении селектора в положении «N», то есть на расстояние не более 50 км и со скоростью не более 50 км/ч, поскольку при буксировке система смазки коробки передач не работает.

# Ходовая часть

## Электромеханический усилитель рулевого управления

В Audi A8 hybrid вместо гидравлического усилителя рулевого управления используется электромеханический усилитель (электроусилитель).

В Audi A6 hybrid электроусилитель рулевого управления перенят от Audi A6 '11.



### Дополнительная информация

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

## Вакуумный насос усилителя тормозов V469

Электрический вакуумный насос усилителя тормозов V469 установлен в моторном отсеке спереди слева. 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 вакуумный насос через реле J318.



Вакуумный насос усилителя тормозов V469

615\_044

## Модуль ESP

На Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid используется такой же модуль ESP, как и на Audi A6 '11 или Audi A8 '10. В программное обеспечение добавлена функция «Регулирование крутящего момента при торможении двигателем для гибридного привода». Поскольку при электрическом торможении (усиленной рекуперации) нет возможности уменьшить тормозное давление для поддержания курсовой устойчивости, при необходимости в блок управления двигателем передаётся команда соответственно изменить крутящий момент. Если при нахождении селектора в положении «D» отключена система ESP, то 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 функции электрического торможения (усиленной рекуперации) и модулем ESP для активации основной, гидравлической тормозной системы. Педаль тормоза имеет примерно 9 мм свободного хода по отношению к усилителю тормозов. В этих пределах перемещения педали осуществляется только чисто 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

В Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 находится в передней части багажного отсека.

Модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 включает в себя следующие компоненты:

- ▶ высоковольтная аккумуляторная батарея A38;
- ▶ блок управления системы регулирования аккумуляторной батареи J840;
- ▶ высоковольтные контакты;
- ▶ 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 модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 подключён эквипотенциальным соединением к массе кузова.

Для охлаждения высоковольтной аккумуляторной батареи A38 в корпусе аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 встроены штуцеры для подвода и отвода охлаждающего воздуха.

Кроме того, на корпусе аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 имеется вентиляционный шланг. Он нужен для отвода под днище автомобиля газов, которые могут образовываться при неисправности одной из банок батареи.

### Место установки модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 в Audi A6 hybrid



615\_028

Модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1

Блок охлаждения модуля аккумуляторной батареи гибридного привода

Высоковольтные провода

Сервисный разъём TW

Высоковольтная батарея	
Номинальное напряжение, В	266
Напряжение элемента, В	3,7
Количество элементов	72 (включены последовательно)
Ёмкость, А·ч	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

Место установки модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 в Audi A8 hybrid



Модуль аккумуляторной  
батареи гибридного  
привода AX1

Сервисная крышка

615\_029

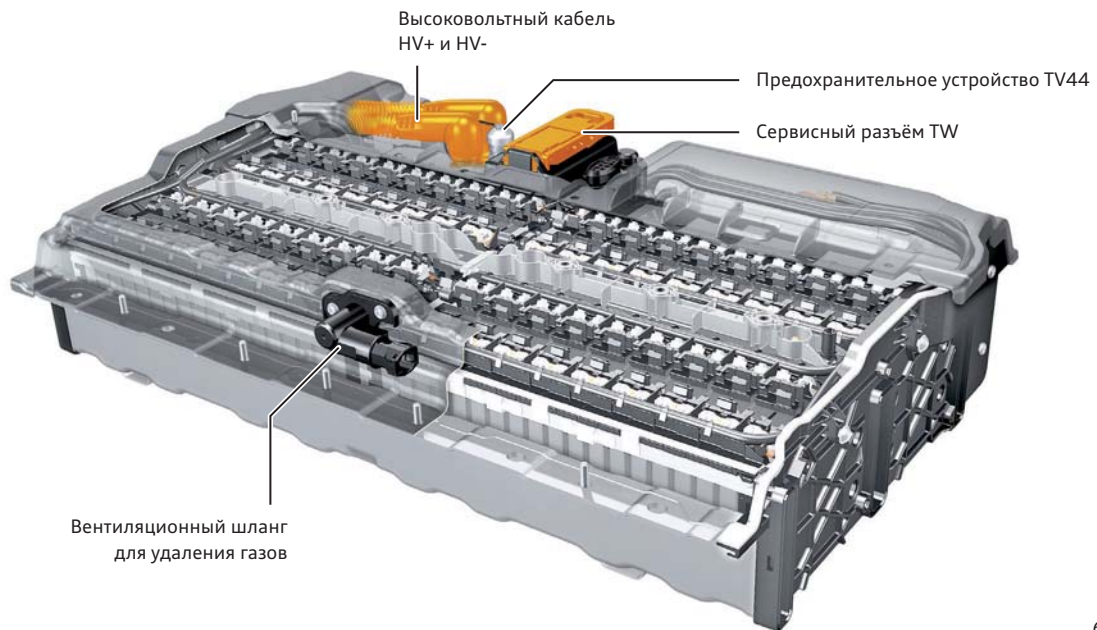
## Высоковольтная аккумуляторная батарея А38

Высоковольтная аккумуляторная батарея А38 состоит из двух параллельно включённых блоков, соединённых друг с другом через сервисный разъём TW. Каждый блок состоит, в свою очередь, из двух модулей. В каждый модуль входят 18 литий-ионных элементов; номинальное выходное напряжение каждого модуля составляет 66,5 В. При работе ток заряда и разряда батареи регистрируется датчиком тока и контролируется БУ системы регулирования АКБ J840.

Уровень заряда высоковольтной батареи А38 поддерживается в диапазоне от 30 до 80 % её ёмкости. Такое ограничение используемого диапазона заряда позволяет заметно повысить срок службы высоковольтной батареи. При этом индикатор батареи в комбинации приборов показывает для крайних значений этого диапазона 0 % или 100 %, соответственно.

При уровне заряда ниже 25 % высоковольтная батарея А38 находится в состоянии критически низкой готовности к запуску. Если в этом состоянии попытка запуска двигателя не будет успешной, на дисплее в комбинации приборов выводится сообщение «Автомобиль в настоящий момент к запуску не готов. См. бортовую документацию». При уровне заряда меньше 20 % система управления не допускает дальнейший отбор тока от высоковольтной батареи. Запуск ДВС от тягового двигателя электропривода V141 больше не возможен. Если уровень заряда высоковольтной батареи опустится ниже 5 %, её зарядка больше не возможна!

При движении автомобиля высоковольтная батарея заряжается от тягового двигателя электропривода V141. В режиме движения бортовая сеть автомобиля (12 В) получает питание от высоковольтной батареи А38.



615\_012

### 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 от электросети другого автомобиля или с помощью зарядного устройства 12 В.

Поскольку зарядка осуществляется при включённой клемме 15, зарядное устройство должно в идеале обеспечивать зарядный ток от 50 до 70 А.

Через 30 минут автомобиль автоматически выключает клемму 15. Это означает, что процесс зарядки прерван.

#### Порядок действий:

- ▶ включить клемму 15;
- ▶ подключить к соответствующему выводу зарядное устройство или пусковой кабель от другого автомобиля;
- ▶ выключить клемму 15;
- ▶ подождать примерно две минуты;
- ▶ включить клемму 15.

По завершении на дисплее в комбинации приборов отображается сообщение «Готовность к запуску восстановлена. Автомобиль может быть запущен».

Примерно через одну минуту на дисплее в комбинации приборов отображается сообщение «Восстанавливается готовность к запуску. Подождите...». Когда уровень заряда высоковольтной батареи достигает 35 %, процесс зарядки автоматически завершается.

Вывод сообщения «Зарядка батареи отменена. Восстановить готовность к запуску не удалось» означает, что, скорее всего, зарядный ток от другого автомобиля или зарядного устройства недостаточен.



## Блок управления системы регулирования аккумуляторной батареи J840

Блок управления регулирования АКБ J840 является составной частью модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 и находится внутри его корпуса с левой стороны.

Блок управления регулирования АКБ J840 выполняет, помимо прочего, следующие функции:

- ▶ определение и анализ напряжения батареи;
- ▶ определение и анализ напряжения отдельных элементов;
- ▶ регистрация температуры высоковольтной батареи;
- ▶ регулирование температуры высоковольтной батареи посредством блока охлаждения батареи;

Благодаря подключению к шинам CAN Гибрид, CAN Привод и к бортовой сети 12 В, БУ регулирования АКБ J840 может осуществлять связь с другими блоками управления и компонентами.

- ▶ сохранение данных истории;
- ▶ управление высоковольтными контактами;
- ▶ контроль и анализ состояния контрольного провода;
- ▶ выполнение и анализ результатов проверки изоляции;
- ▶ определение уровня заряда высоковольтной батареи A38;
- ▶ регистрация тока заряда/разряда.

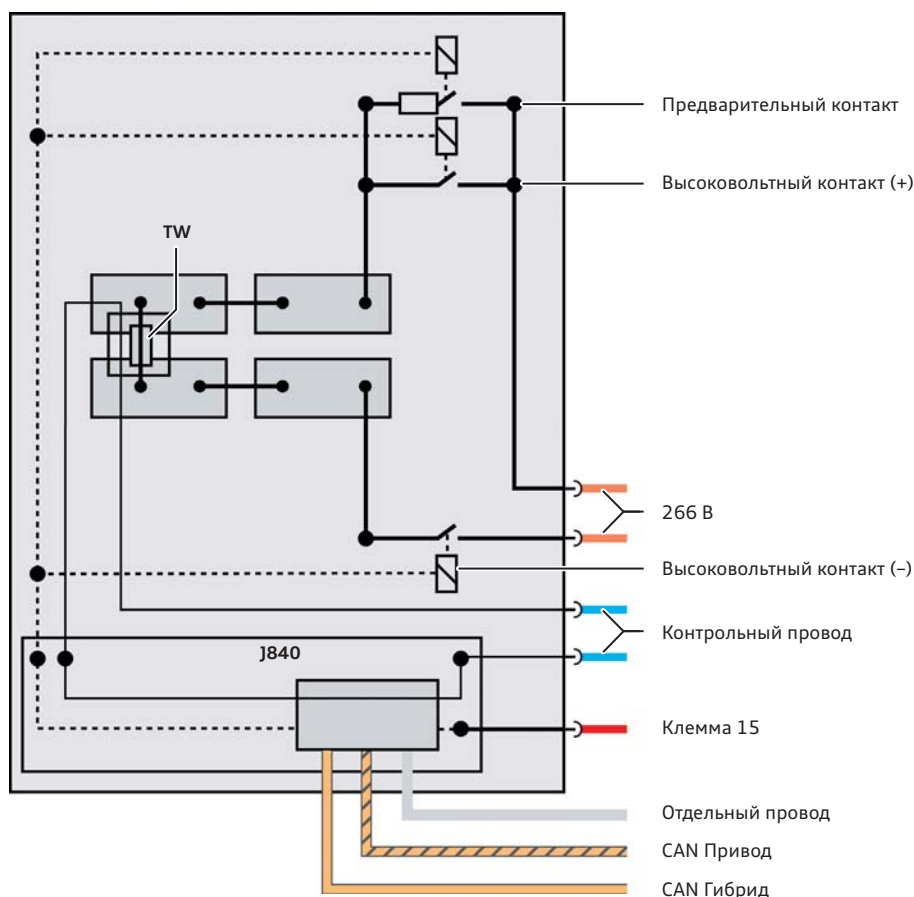
### Высоковольтные контакты

Внутри модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 находятся в общей сложности три специальных высоковольтных контакта (так называемые контакторы). По принципу устройства контактор можно сравнить с реле, рассчитанным на большие токи. Когда высоковольтные контакты замкнуты, высоковольтная батарея соединена с другими высоковольтными компонентами и по высоковольтной цепи может протекать ток. По одному высоковольтному контакту установлено на каждом из выводов, «плюс» и «минус». Кроме того, на выводе «плюс» установлен также и ещё один высоковольтный контакт — так называемый предварительный контакт, в котором имеется резистор сопротивлением 10 Ом.

Высоковольтные контакты размыкаются блоком управления системы регулирования батареи J840, когда:

- ▶ клемма 15 выключена;
- ▶ или разомкнут контрольный провод;
- ▶ или блоком управления подушек безопасности J234 распознан удар;
- ▶ или прерывается питание 12 В блока управления регулирования АКБ J840.

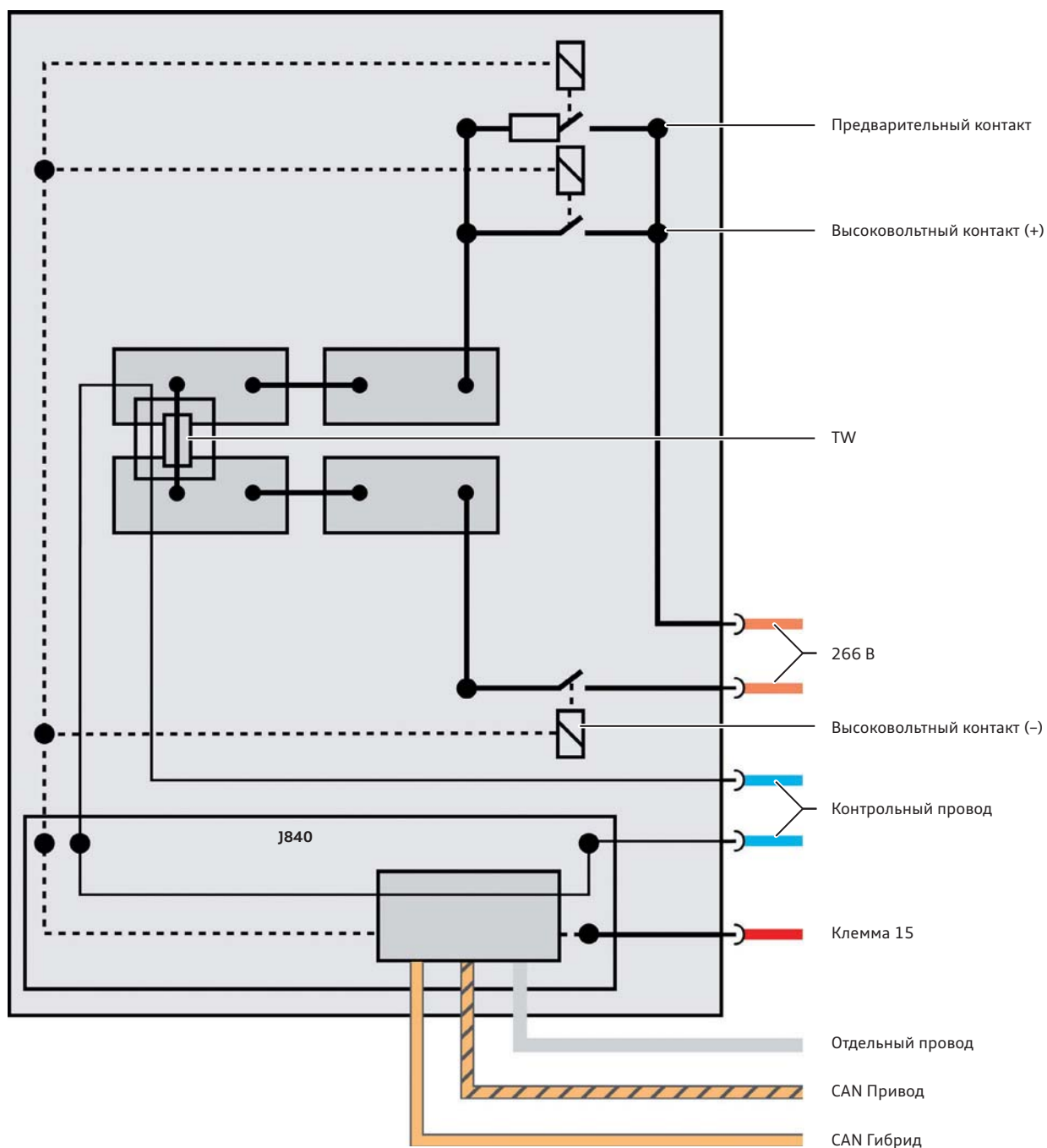
При включении клеммы 15 БУ регулирования АКБ J840 сначала замыкает высоковольтный контакт «минус» и предварительный контакт. Через резистор течёт только незначительный ток, который заряжает конденсатор промежуточного контура 1 С25 в блоке силовой и управляющей электроники электропривода JX1. Только когда конденсатор промежуточного контура 1 будет заряжен, БУ регулирования АКБ J840 замыкает основной высоковольтный контакт «плюс».



## Сервисный разъём высоковольтной системы TW

Сервисный разъём TW представляет собой электрическую перемычку, соединяющую оба блока высоковольтной батареи А38. При удалении сервисного разъёма цепь тока оказывается разорванной.

Извлечение сервисного разъёма должно выполняться только с помощью программы тестера «Отключение напряжения в высоковольтной системе». Кроме того, сервисный разъём включён также в цепь контрольного провода.

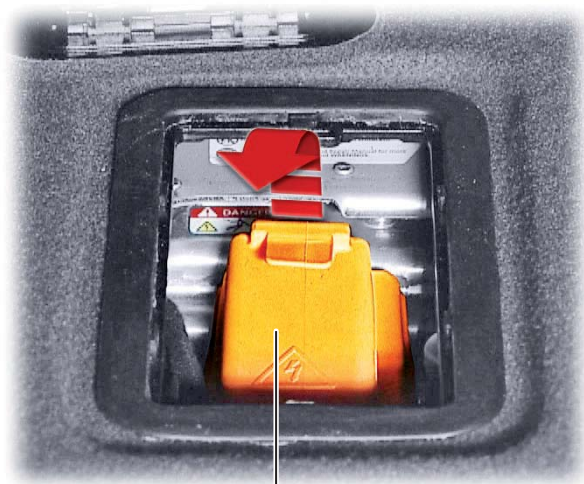


615\_016

## Сервисный разъём

Сервисный разъём TW вставляется в модуль аккумуляторной батареи гибридного привода AX1, доступ к нему осуществляется через сервисный лючок в багажном отсеке.

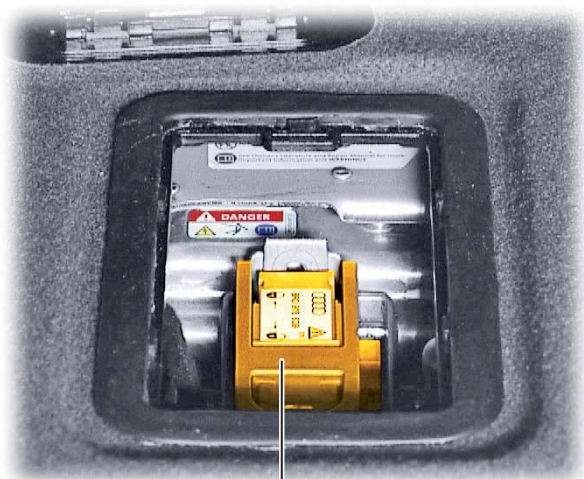
## Audi A6 hybrid



615\_030

Резиновая крышка под сервисным лючком

После снятия оранжевой резиновой крышки становится виден сервисный разъём TW.

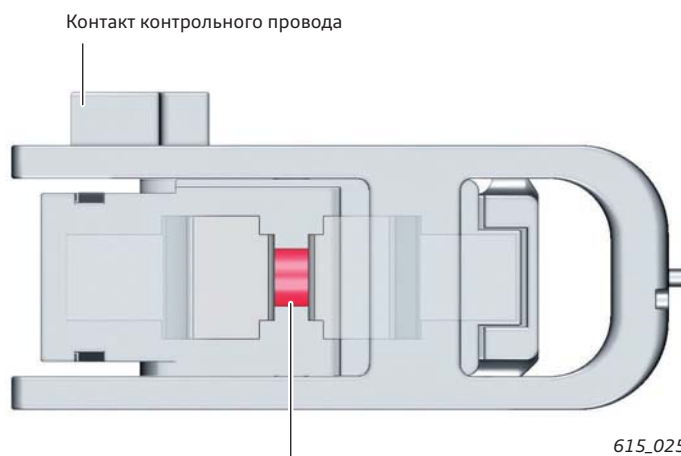


615\_056

Сервисный разъём TW

## Предохранитель в сервисном разъёме

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



615\_025

Плавкий предохранитель в сервисном разъёме



### Указание

Снятие сервисного разъёма для обесточивания системы должно производиться только квалифицированным электротехником по высоковольтным цепям.

## Концепция безопасности

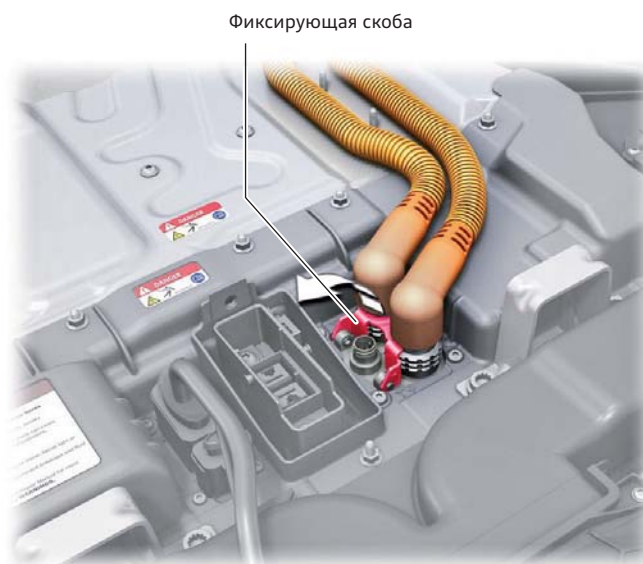
### Предохранительное устройство TV44

Предохранительное устройство TV44 является составной частью модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 и включено в цепь контрольного провода. Предохранительное устройство с фиксирующей скобой играет роль дополнительного механического предохранителя жгута высоковольтных проводов АКБ гибридного привода PX1. Извлекать предохранительное устройство TV44 допускается только после отключения (обесточивания) высоковольтной системы. Для извлечения предохранительного устройства TV44 его нужно сначала разблокировать, сдвинув вверх байонетное кольцо. Пока предохранительное устройство TV44 не установлено на место, цепь контрольного провода остаётся разомкнутой.



615\_026

После того как фиксирующая скоба будет откинута вверх, становится возможным разблокировать байонетные кольца жгута высоковольтных проводов АКБ гибридного привода PX1. Установить предохранительное устройство TV44 на место можно только после того, как фиксирующая скоба будет опущена в её исходное положение.



615\_027

### Контроль изоляции

При активной высоковольтной системе («Hybrid Ready») БУ регулирования АКБ J840 каждые 30 секунд выполняет проверку изоляции. В ходе этой проверки под напряжением 266 В проверяется сопротивление между токоведущими проводами и корпусом модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1.

При этом могут быть распознаны неисправности изоляции во всём высоковольтном контуре, то есть в модуле аккумуляторной батареи гибридного привода AX1, в жгуте высоковольтных проводов АКБ гибридного привода PX1, в блоке силовой и управляющей электроники электропривода JX1, в жгуте высоковольтных проводов тягового электродвигателя PX2, в тяговом двигателе электропривода V141 и в электрическом компрессоре климатической установки V470 с подходящим к нему проводом.

При обнаружении неисправности изоляции на дисплей в комбинации приборов выводится соответствующее сообщение, водитель получает указание обратиться на сервисное предприятие.

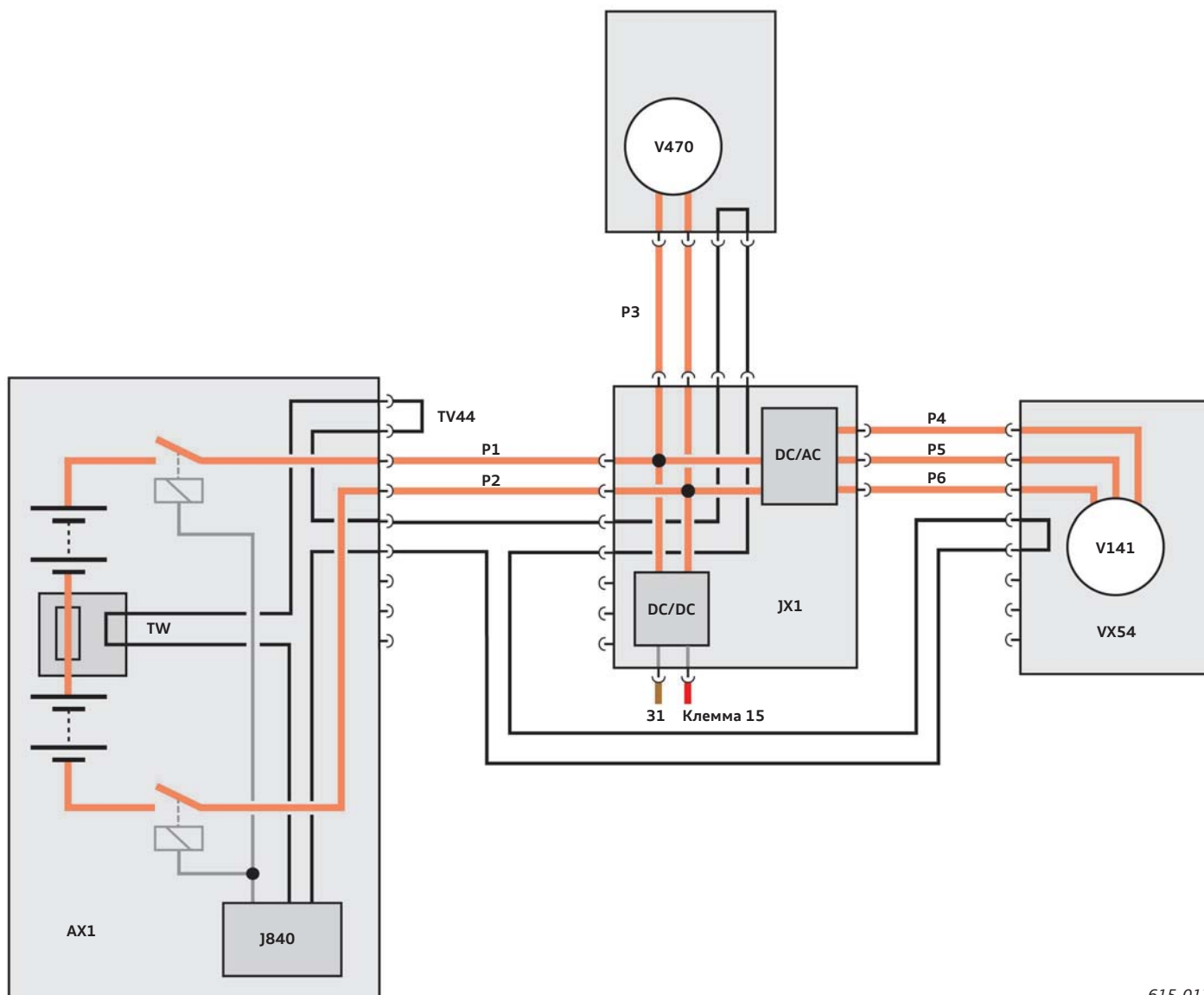
## Контрольный провод

Контрольный провод представляет собой замкнутую электрическую цепь (12 В), в которую последовательно включены все высоковольтные компоненты.

БУ регулирования АКБ J840 пропускает по контрольному проводу ток прим. 10 мА и контролирует его наличие. Кроме того, контрольный провод управляется также БУ электрического привода J841. При размыкании контактов контрольного провода БУ регулирования АКБ сразу же отключает высоковольтную систему. Высоковольтные контакты размыкаются.

Водителя информирует об этом соответствующее сообщение на дисплее в комбинации приборов.

Для контроля высоковольтных разъёмов на электрическом компрессоре климатической установки V470 в высоковольтном кабеле, идущем к компрессору от управляющей электроники электропривода JX1, дополнительно имеются два низковольтных провода, включённых в цепь контрольного провода. Все высоковольтные разъёмы на высоковольтных компонентах конструктивно выполнены так, что, прежде чем их можно будет отсоединить, должна быть разомкнута цепь контрольного провода. За счёт этого предотвращается возникновение электрической дуги при отсоединении, а также возможность прикосновения к находящимся под напряжением частям разъёмов. Кроме того, в качестве дополнительной меры безопасности все высоковольтные компоненты конструктивно выполнены так, что цепь контрольного провода размыкается при открывании их корпуса.



### Условные обозначения:

- Высоковольтный кабель
- Контрольный провод

**AX1** Модуль аккумуляторной батареи гибридного привода

**J840** БУ регулирования АКБ

**JX1** Блок силовой и управляющей электроники электропривода

**P1** Высоковольтный провод АКБ гибридного привода, плюс

**P2** Высоковольтный провод АКБ гибридного привода, минус

**P3** Высоковольтный провод электрического компрессора климатической установки

**P4** Высоковольтный провод 1 тягового двигателя электропривода (U)

**P5** Высоковольтный провод 2 тягового двигателя электропривода (V)

**P6** Высоковольтный провод 3 тягового двигателя электропривода (W)

**TV44** Предохранительное устройство 1

**TW** Сервисный разъём высоковольтной системы

**V141** Тяговый двигатель электропривода

**V470** Электрический компрессор климатической установки

**VX54** Электропривод трёхфазного переменного тока

615\_017

## Охлаждение аккумуляторной батареи

При зарядке и разрядке высоковольтной батареи А38 в ней происходят химические процессы, в результате которых батарея нагревается.

Поскольку в высоковольтной батарее в Audi А6 hybrid и Audi А8 hybrid процессы разрядки и зарядки происходят практически постоянно, в ней может выделяться весьма значительное количество теплоты. Следствием этого, помимо ускорения старения батареи, является также увеличение её внутреннего электрического сопротивления, что приводит к тому, что электрическая энергия не преобразуется в механическую работу, а рассеивается в виде тепла. Чтобы удерживать модуль батареи гибридного привода АХ1 в допустимом диапазоне температур, он оснащается отдельным блоком охлаждения, получающим питание от бортовой сети 12 В и имеющим собственный испаритель, подключённый к холодильному контуру климатической установки (к электрическому компрессору).

### Охлаждение батареи в Audi А6 hybrid

В Audi А6 hybrid блок охлаждения модуля батареи гибридного привода установлен в нише запасного колеса.

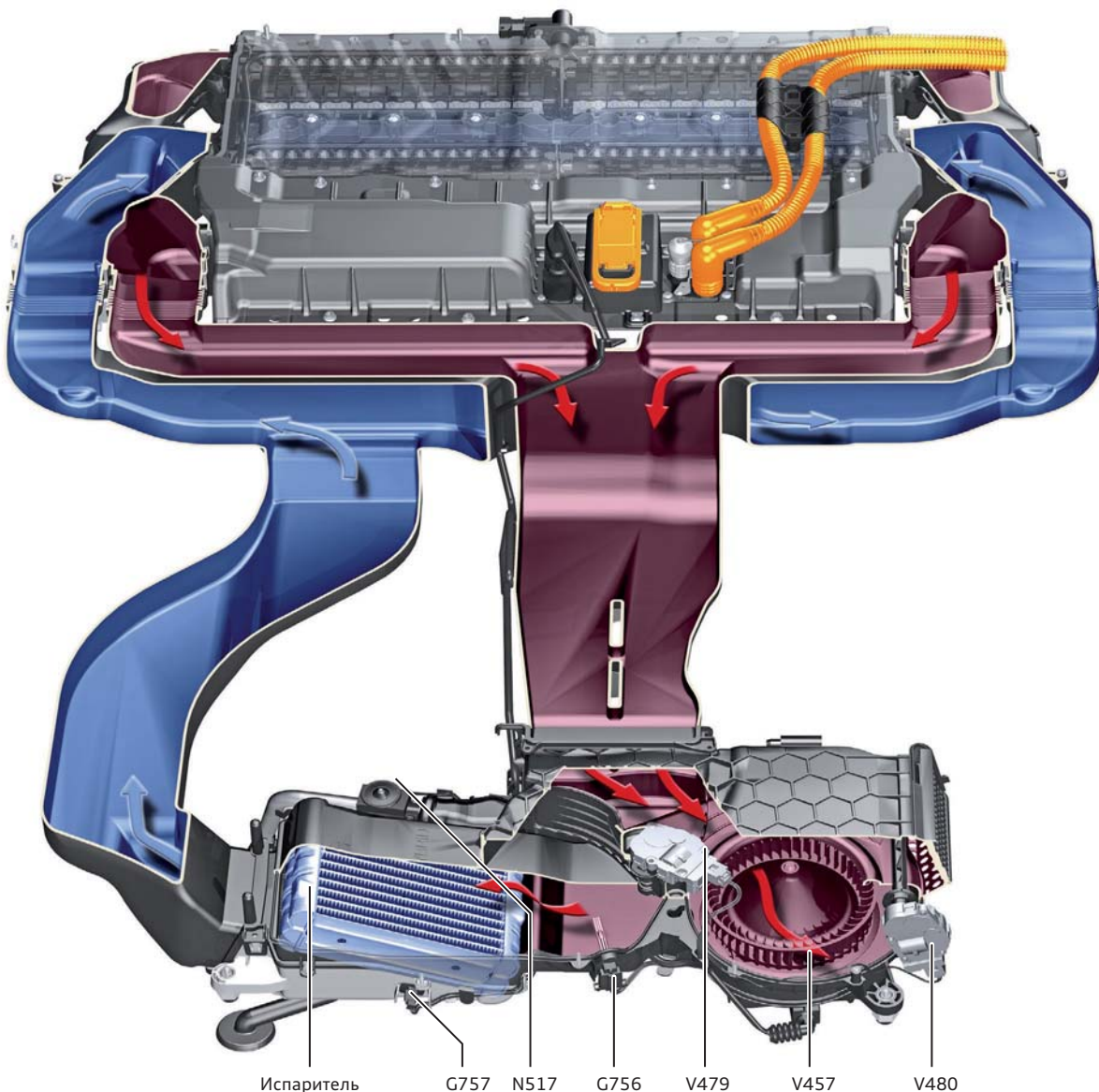
В блок охлаждения входят следующие компоненты:

- ▶ 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 2 хладагента АКБ гибридного привода N517;
- ▶ испаритель.

Между элементами модуля батареи гибридного привода JX1 распределены шесть датчиков температуры. Датчики температуры установлены и в каждом канале впуска и выпуска охлаждающего воздуха блока охлаждения.

Когда БУ регулирования АКБ J840 определяет, что температура батареи слишком высока, он включает вентилятор V457. В режиме приточного воздуха вентилятор V457 засасывает воздух из ниши запасного колеса, направляет его через испаритель в модуль батареи гибридного привода, после чего нагретый воздух выпускается под задним бампером слева.

Блок охлаждения может быть установлен в сервисное положение для обеспечения доступа к расположенной под ним аккумуляторной батарее 12 В.



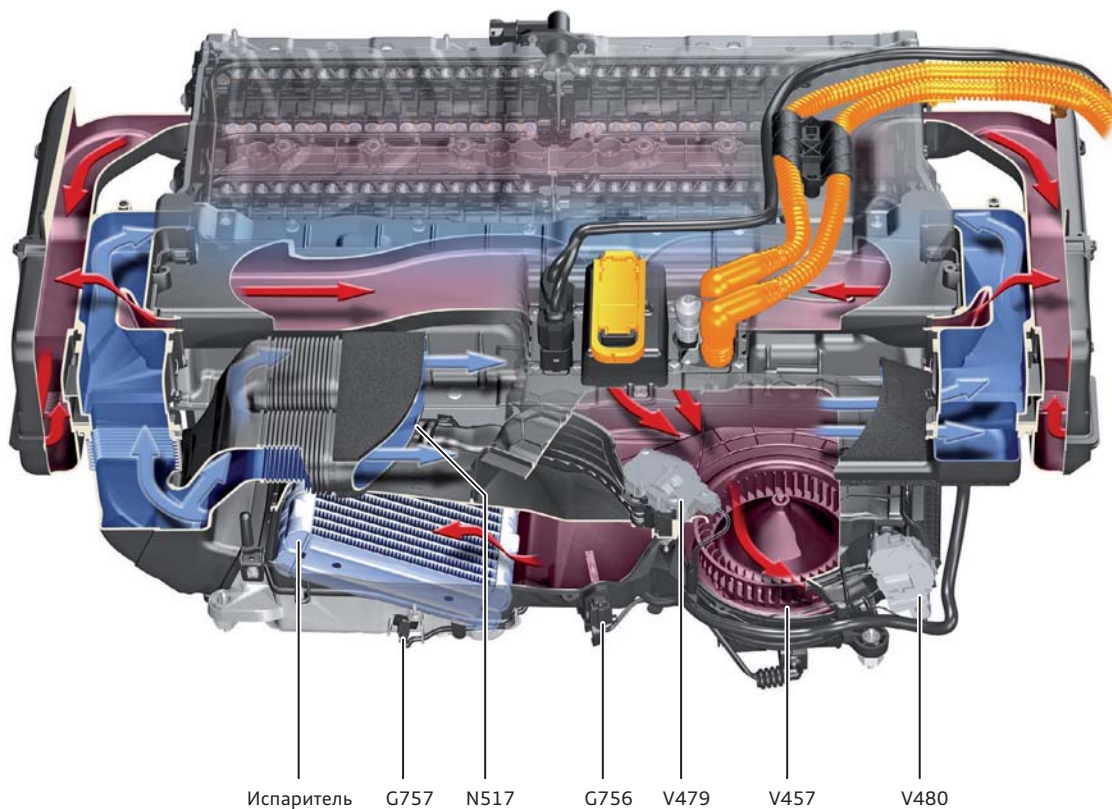
615\_013

В зависимости от температурных условий, происходит переключение с режима приточного воздуха на режим рециркуляции с активным использованием испарителя. Для этого закрываются заслонки рециркуляции 1 и 2, так что приточный воздух больше не засасывается из ниши запасного колеса, а нагретый воздух больше не выпускается в атмосферу. Кроме того, на запорный клапан 2 хладагента АКБ гибридного привода N517 подаётся напряжение, и этот клапан открывается. Одновременно с этим БУ регулирования АКБ J840 отправляет по шине CAN в БУ Climatronic J255 запрос на включение электрического компрессора V470. Температура охлаждающего воздуха за испарителем поддерживается теперь на уровне 10 °С.

В БУ регулирования АКБ заложена цифровая модель функции охлаждения, в соответствии с которой БУ Climatronic J255 устанавливает необходимую скорость работы вентилятора 1 АКБ V457 и мощность электрического компрессора климатической установки V470. При значительной потребности в охлаждении температура охлаждающего воздуха за испарителем может достигать до 3 °С. Вентилятор 1 АКБ V457, исполнительные электродвигатели заслонок рециркуляции воздуха 1 и 2 АКБ гибридного привода V479 и V480 управляются БУ регулирования АКБ J840 по шине LIN.

### Охлаждение батареи в Audi A8 hybrid

В Audi A8 hybrid блок охлаждения модуля батареи гибридного привода AX1 расположен под модулем батареи.



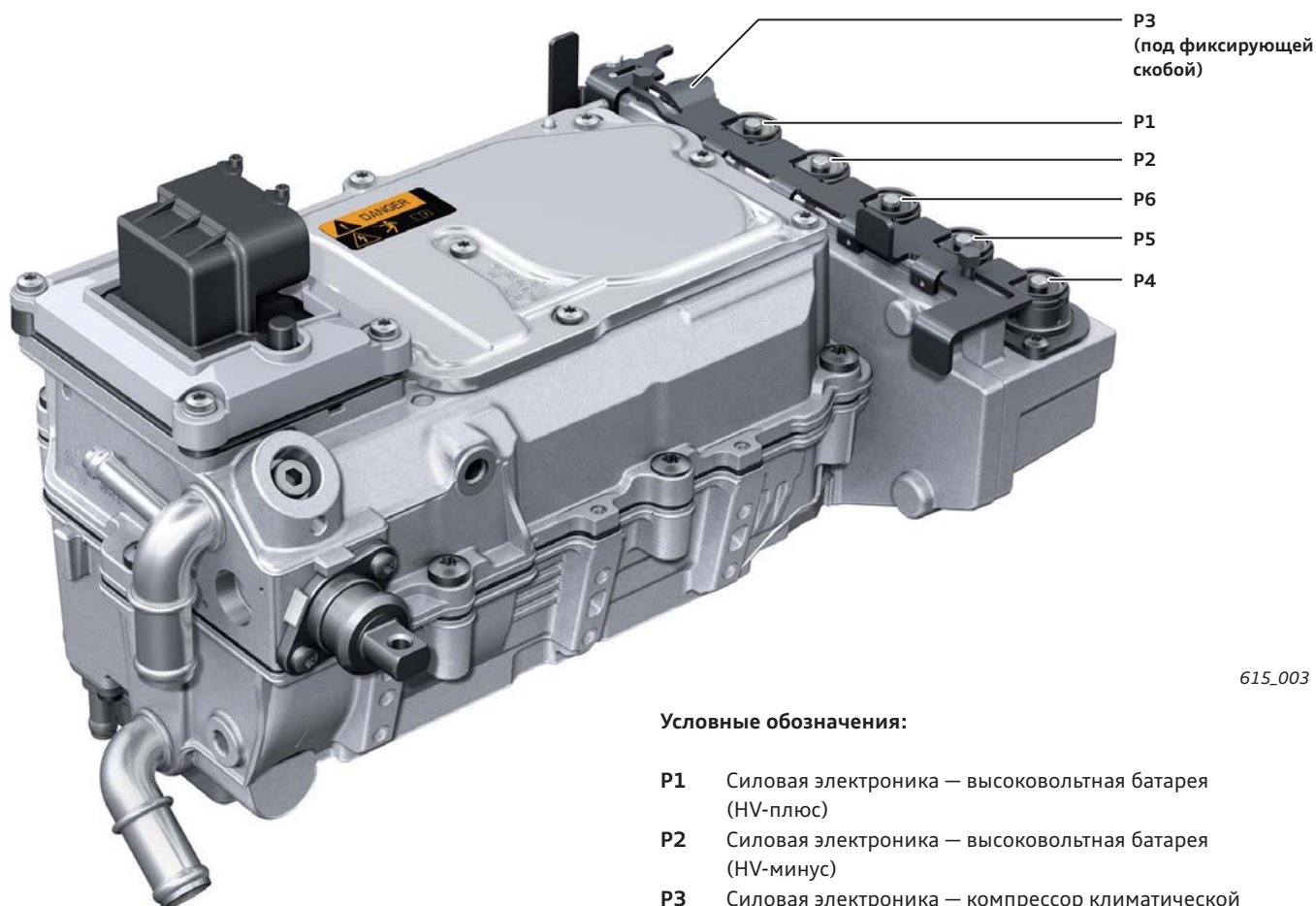
615\_014

## Блок силовой и управляющей электроники электропривода JX1

В блок силовой и управляющей электроники электропривода JX1 входят следующие компоненты:

- ▶ блок управления электропривода J841;
- ▶ инвертор тягового электродвигателя A37;
- ▶ преобразователь напряжения A19;
- ▶ конденсатор промежуточного контура 1 C25.

БУ электропривода J841 подключён к шинам данных CAN Гибрид и CAN Привод, а также к бортовой сети 12 В. Бортовая сеть автомобиля 12 В получает питание от разъёма на блоке силовой и управляющей электроники электропривода JX1.



615\_003

### Условные обозначения:

- P1** Силовая электроника — высоковольтная батарея (HV-плюс)
- P2** Силовая электроника — высоковольтная батарея (HV-минус)
- P3** Силовая электроника — компрессор климатической установки
- P4** Силовая электроника — тяговый двигатель электропривода (U)
- P5** Силовая электроника — тяговый двигатель электропривода (V)
- P6** Силовая электроника — тяговый двигатель электропривода (W)

### Силовая электроника

Преобразователь постоянного тока в переменный ток (DC/AC) 266 В<sub>номин.</sub> в 189 В<sub>эфф.</sub> переменного тока

Переменный ток (AC), длительный 240 А<sub>эфф.</sub>

Переменный ток (AC), кратковременный 395 А<sub>эфф.</sub>

Преобразователь переменного тока в постоянный ток (AC/DC) 189 В<sub>эфф.</sub> переменного тока в 266 В<sub>номин.</sub>

Напряжение для тягового электродвигателя 0–215 В

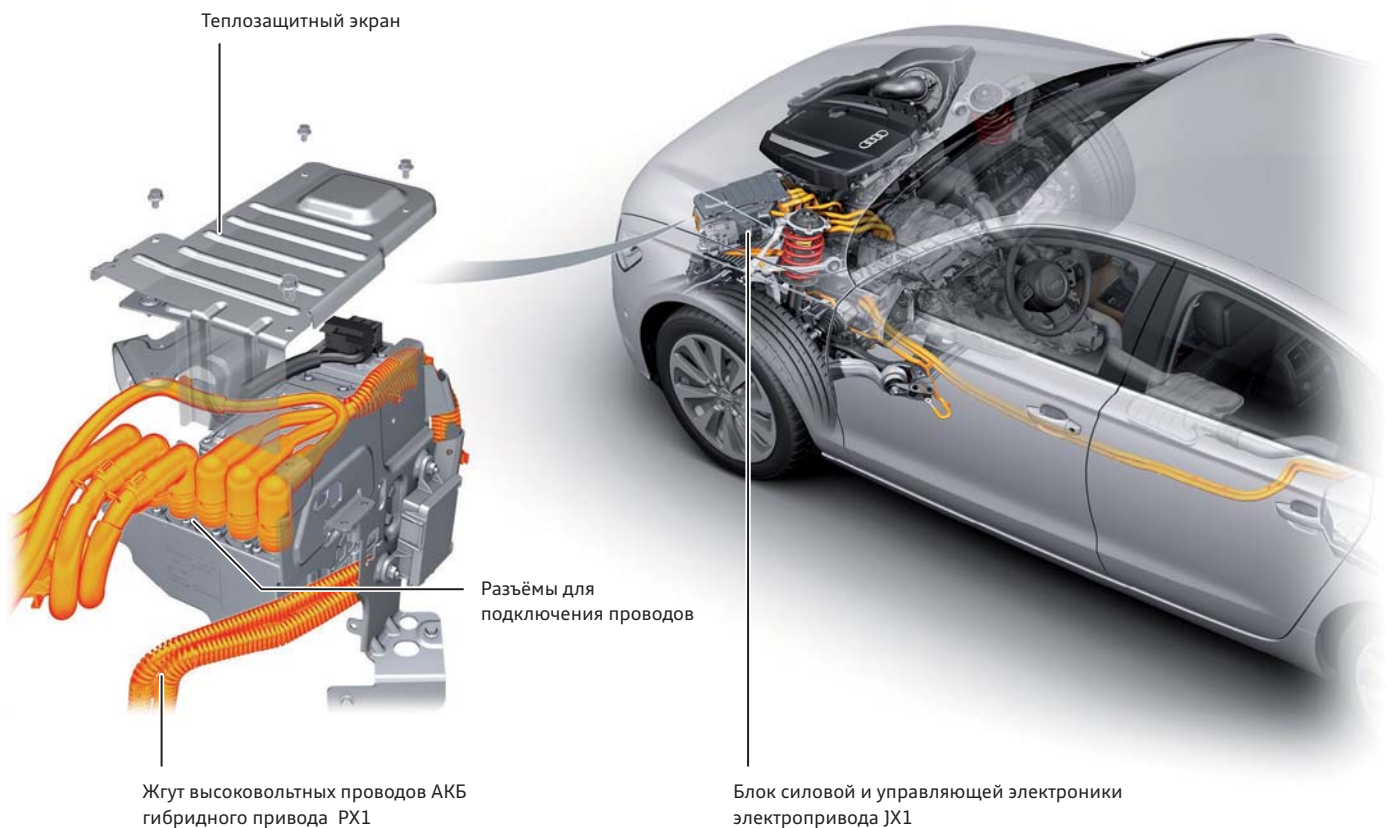
Преобразователь постоянного тока (DC/DC) 266 В в 12 В и 12 В в 266 В (в обоих направлениях)

Мощность преобразователя постоянного тока (DC/DC), кВт 2,6

Масса, кг 9,3

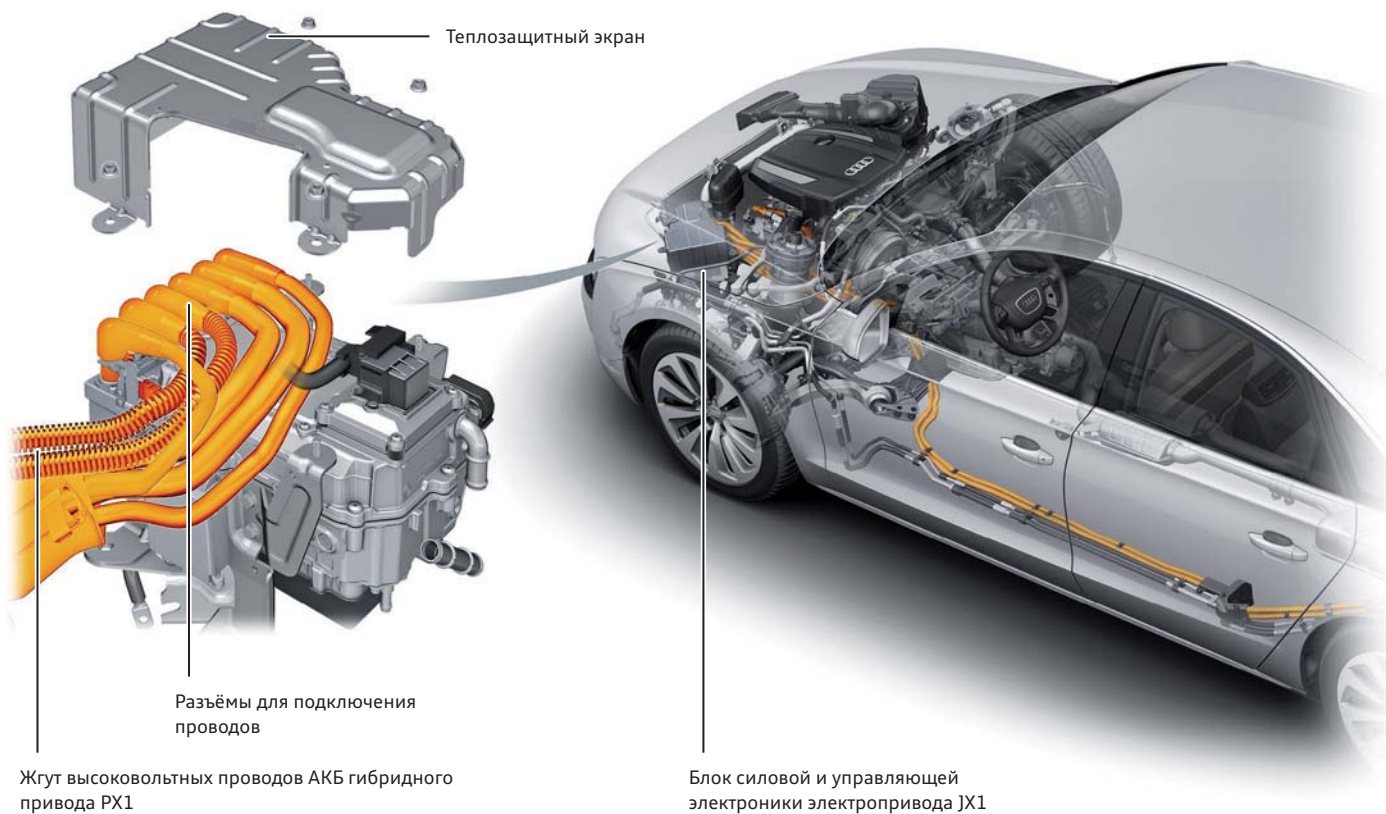


### Место установки в Audi A6 hybrid



615\_007

### Место установки в Audi A8 hybrid



615\_008

## Инвертор тягового электродвигателя А37

### Тяговый двигатель электропривода V141 в режиме электродвигателя

Когда тяговый двигатель электропривода V141 используется в качестве электродвигателя, инвертор тягового электродвигателя А37 преобразует постоянный ток высоковольтной батареи А38 в переменный трёхфазный. Преобразование постоянного напряжения в переменное происходит с помощью широтно-импульсной модуляции.

В инверторе тягового электродвигателя А37 имеется схема с шестью транзисторами, по два для каждой из трёх фаз U, V и W. Для каждой из фаз имеются отдельные транзисторы для плюса и минуса. При наличии управляющего сигнала включается соответствующий потенциал. Включение транзисторов осуществляется блоком управления электропривода J841 с помощью широтно-импульсно модулированного сигнала.

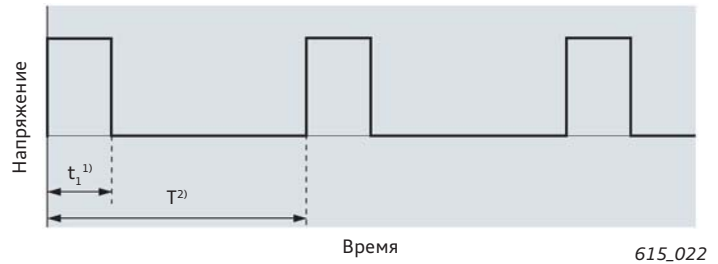
### Пример:

Синусоидальная кривая разбивается на 20 широтных импульсов. Необходимая синусоидальная форма кривой достигается за счёт изменения длительности включённой части соответствующих импульсов. В данном примере последовательность из 20 широтных импульсов проходит за одну секунду. Если теперь пропускать последовательность из 20 импульсов за 0,5 секунды, частота получаемого напряжения увеличится, а вместе с ней увеличится и частота вращения (число оборотов) тягового двигателя электропривода V141.

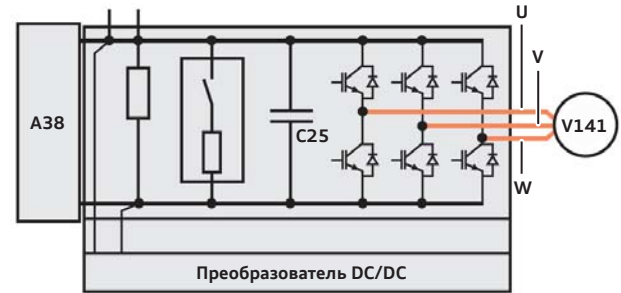
Число оборотов тягового двигателя электропривода V141 регулируется управлением частотой подаваемого на него переменного тока. Например, для реализации числа оборотов 1000 об/мин необходима частота переменного тока 267 Гц.

Крутящий момент тягового двигателя электропривода V141 регулируется изменением длительности включённой части широтных импульсов.

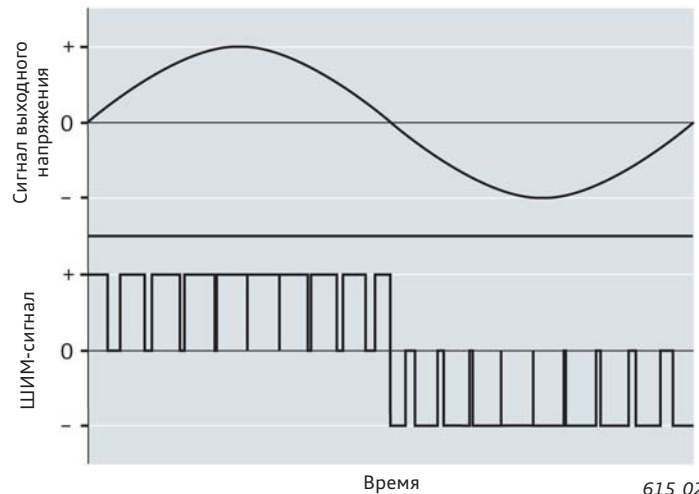
$t_1^{1)}$  длительность включённой части импульса  
 $T^{2)}$  длительность («ширина») всего импульса



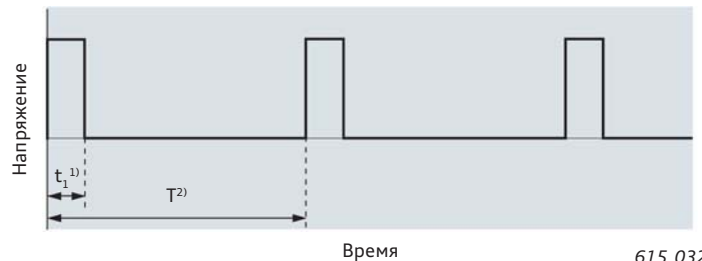
615\_022



615\_031



615\_023



615\_032

## Тяговый двигатель электропривода V141 в режиме генератора

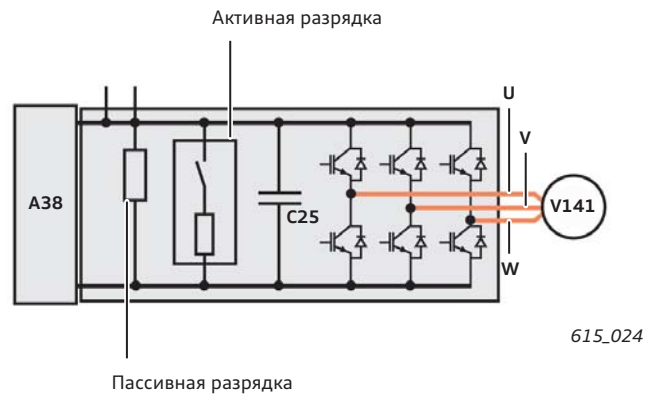
Когда тяговый двигатель электропривода V141 работает в режиме генератора, инвертор тягового электродвигателя A37 преобразует создаваемое трёхфазное напряжение в постоянное напряжение 266 В. Инвертор тягового электродвигателя A37 может работать как преобразователь переменного тока в постоянный и постоянного тока в переменный. Результирующее постоянное напряжение используется для питания высоковольтной сети, а также — через преобразователь напряжения A19 — для питания бортовой сети 12 В.

## Преобразователь напряжения A19

Преобразователь напряжения A19 представляет собой преобразователь постоянного тока и используется для преобразования высокого постоянного напряжения (266 В) в низкое постоянное напряжение бортовой сети (12 В). Он может также преобразовывать напряжение 12 В в напряжение 266 В. Эта функция используется при запуске от внешнего источника (зарядка высоковольтной батареи A38 от внешнего источника питания).

## Конденсатор промежуточного контура 1 C25

Ещё одним компонентом в блоке силовой и управляющей электроники электропривода JX1 является конденсатор промежуточного контура 1 C25. Он необходим для стабилизации напряжения. Колебания напряжения могут возникать при трогании с места или в режиме Kick-down (Boost). При выключении клеммы 15 или при отключении высоковольтной системы по сигналу датчика удара, конденсатор промежуточного контура 1 C25 разряжается и пассивно, и активно. Пассивная разрядка означает, что конденсатор промежуточного контура 1 C25 разряжается через резистор сопротивлением 22 кОм. При активной разрядке параллельно резистору 22 кОм включается резистор 1 кОм. Тем самым обеспечивается полная разрядка конденсатора промежуточного контура 1 C25 в кратчайшее время.



## Блок управления электропривода J841

Блок управления электропривода J841 с помощью датчика 1 положения электропривода G713 регистрирует число оборотов и положение ротора тягового двигателя электропривода V141. Кроме того, с помощью датчика температуры электропривода G712 блок управления электропривода J841 регистрирует температуру тягового двигателя электропривода V141.

Для охлаждения блока силовой и управляющей электроники электропривода JX1 в системе охлаждения предусмотрен отдельный низкотемпературный контур, подключённый к расширительному бачку контура охлаждения двигателя. Датчики температуры в блоке силовой и управляющей электроники электропривода JX1 передают в блок управления электропривода J841 значения температуры. Поскольку низкотемпературный контур системы охлаждения входит в общую систему терморегулирования ДВС, блок управления электропривода J841 передаёт соответствующие данные в блок управления двигателем J623. На основании этих данных блок управления двигателем J623 может регулировать производительность насоса ОЖ низкотемпературного контура V468 через блок управления электропривода J841 в зависимости от потребности в охлаждении.

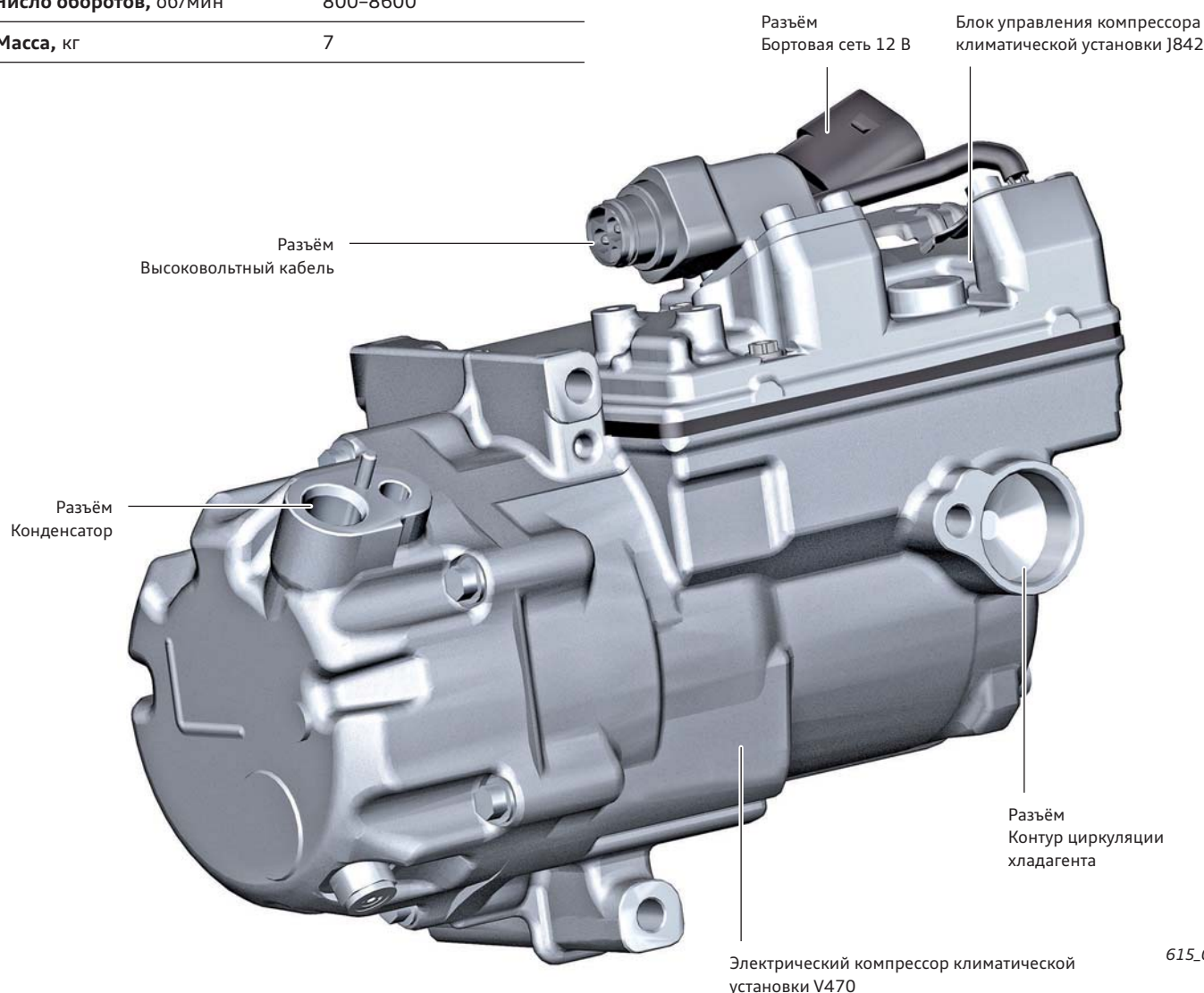
## Электрический компрессор климатической установки V470

Вместо компрессора климатической установки с ременным приводом устанавливается электрический компрессор V470, работающий с напряжением питания 266 В. Электрический компрессор климатической установки V470 входит, таким образом, в систему высокого напряжения, он подключён к блоку силовой и управляющей электроники электропривода JX1. В блоке силовой и управляющей электроники электропривода JX1 имеется предохранитель номиналом 30 А, защищающий высоковольтную цепь питания электрического компрессора от перегрузки. В электрическом компрессоре климатической установки V470 установлен БУ компрессора климатической установки J842. БУ компрессора климатической установки J842 подключён к шине CAN Extended для обмена данными с другими блоками управления. Управляет работой электрического компрессора блок управления Climatronic J255. Независимо от охлаждения воздуха в салоне, компрессор обеспечивает также охлаждение модуля аккумуляторной батареи гибридного привода AX1.

В области чашки левой амортизаторной стойки находится запорный клапан 1 хладагента АКБ гибридного привода N516. Через этот запорный клапан 1 хладагента АКБ гибридного привода N516 хладагент поступает к модулю климатической установки в салоне автомобиля. При отсутствии напряжения запорный клапан 1 хладагента АКБ гибридного привода N516 открыт. В случае необходимости (напр., AC-OFF) БУ Climatronic J255 через БУ регулирования АКБ J840 может активировать запорный клапан 1 хладагента АКБ гибридного привода N516.

### Электрический компрессор климатической установки V470

Электродвигатель	Бесщёточный асинхронный электродвигатель
Электрическая мощность, кВт	До 6
Напряжение, В	266, постоянный ток
Ток, А	До 22
Число оборотов, об/мин	800–8600
Масса, кг	7



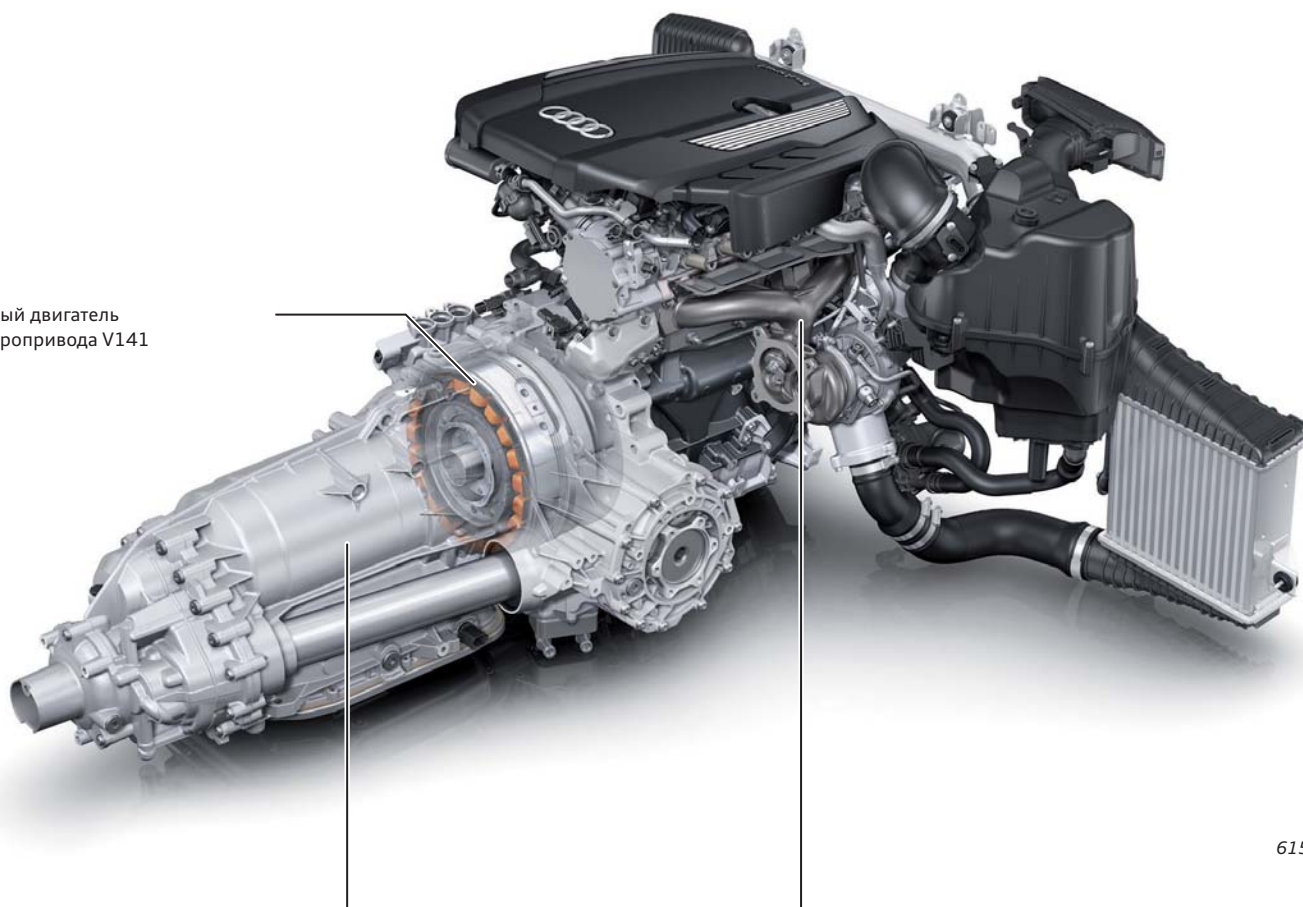
## Электропривод трёхфазного переменного тока VX54

В Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid электропривод трёхфазного тока VX54 установлен на место гидротрансформатора между ДВС и 8-ступенчатой АКП, при этом размеры картера гидротрансформатора сохраняются.

Электропривод трёхфазного тока VX54 включает в себя следующие компоненты:

- ▶ тяговый двигатель электропривода V141;
- ▶ двухмассовый маховик;
- ▶ коммутационный блок с разъёмами для подключения высоковольтных проводов;
- ▶ разъём для контрольного провода.

Тяговый двигатель электропривода V141



8-ступенчатая АКП

Двигатель 2,0 л TFSI

615\_002

# Тяговый двигатель электропривода V141

## Тяговый двигатель электропривода

Мощность, кВт при об/мин	40 при 2300
Крутящий момент, Н·м	210
Масса электродвигателя, кг	26
Напряжение, В	3 ~ 145, переменный ток

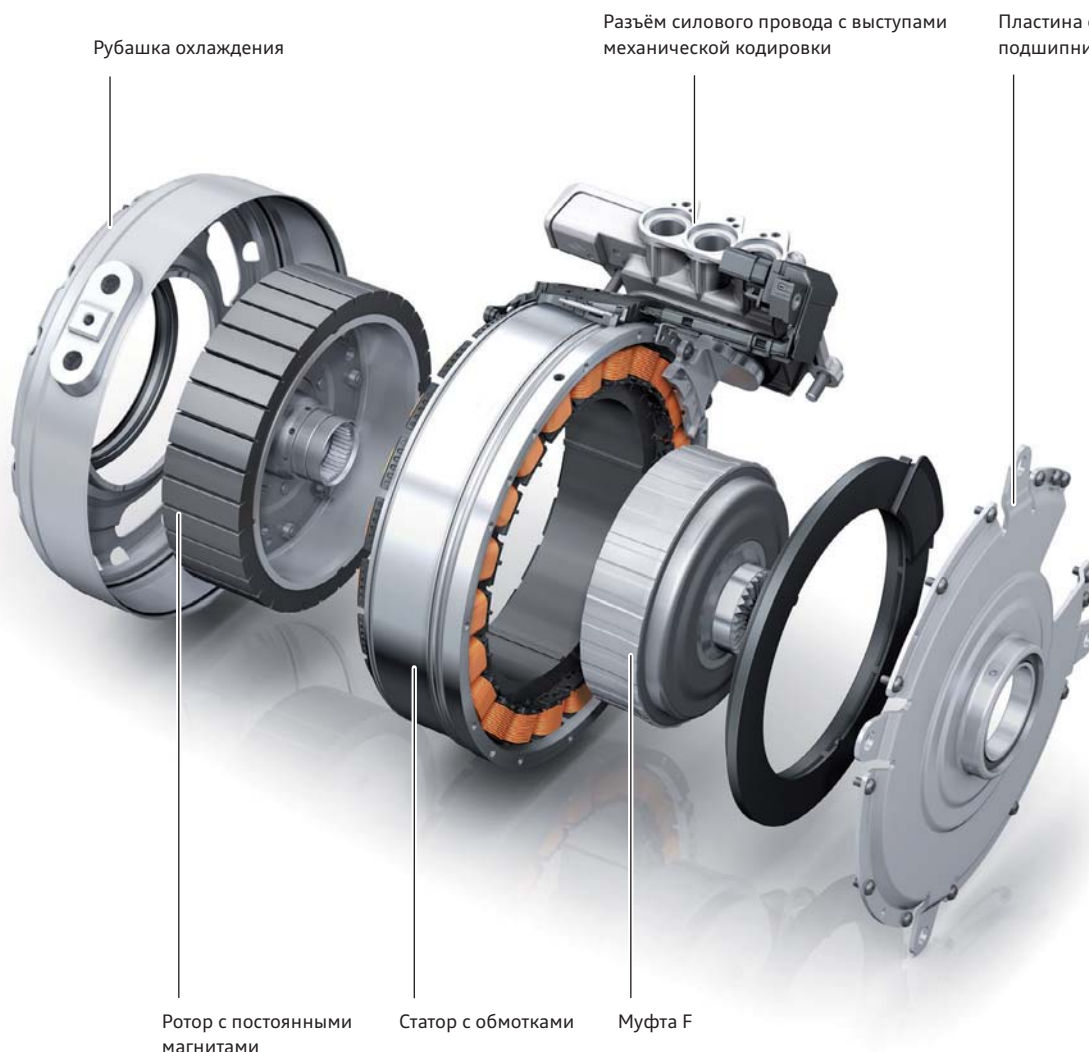
Конструктивно тяговый двигатель электропривода V141 представляет собой синхронную машину трёхфазного тока с возбуждением от постоянных магнитов: в ротор встроены 32 постоянных магнита на основе NdFeB (неодим-железо-бор), электромагнитное возбуждение ротора отсутствует.

В синхронном электродвигателе ротор вращается синхронно с магнитным полем, без «проскальзывания». Магнитное поле создаётся 24 катушками статора, на которые блок силовой и управляющей электроники электропривода JX1 подаёт переменное напряжение.

Благодаря тому что число постоянных магнитов превышает число электромагнитных катушек, при создании магнитного поля тяговый двигатель электропривода V141 начинает вращаться автоматически. Тяговый двигатель электропривода V141 используется для запуска ДВС, для движения на чисто электрической тяге и для поддержки ДВС при разгоне автомобиля. Когда тяговый двигатель электропривода V141 не используется как электродвигатель, он работает как генератор, обеспечивая напряжение питания для всех систем автомобиля.

Тяговый двигатель электропривода V141 состоит из следующих компонентов:

- ▶ ротор с постоянными магнитами;
- ▶ статор с обмотками;
- ▶ разделительное сцепление F;
- ▶ рубашка охлаждения;
- ▶ пластина с гнездом подшипника;
- ▶ разъём силового провода с выступами механической кодировки;
- ▶ датчик температуры тягового электродвигателя G712;
- ▶ датчик 1 положения ротора тягового электродвигателя G713.



## Датчик температуры тягового электродвигателя G712

Датчик температуры тягового электродвигателя G712 представляет собой терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC) и служит для регистрации температуры тягового двигателя электропривода V141. Он установлен между двумя электромагнитными катушками. На основании сигнала датчика и по заложенной в блок управления двигателя J623 температурной модели рассчитывается температура всего тягового двигателя электропривода V141. Если рассчитанная температура превышает 180–200 °С, мощность тягового двигателя электропривода V141 пошагово уменьшается вплоть до нуля.

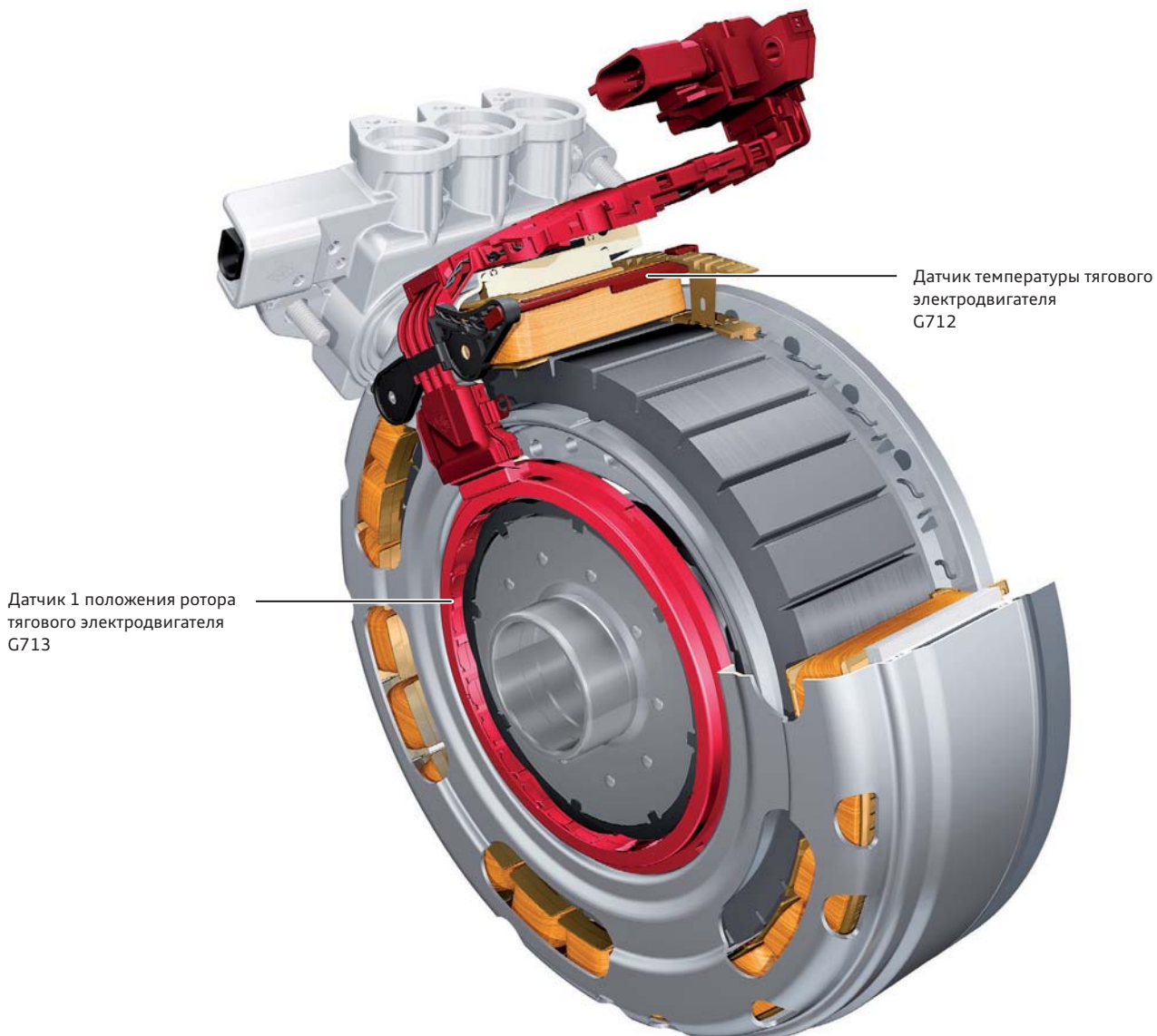
Тяговый двигатель электропривода выполнен с жидкостным охлаждением и включён в высокотемпературный контур системы охлаждения ДВС. Циркуляция ОЖ обеспечивается насосом ОЖ высокотемпературного контура V467 в зависимости от потребности (три уровня). Насос управляется БУ двигателя J623.

При обнаружении неисправности датчика температуры тягового электродвигателя G712 на дисплей в комбинации приборов выводится соответствующее сообщение, водитель получает указание обратиться на сервисное предприятие.

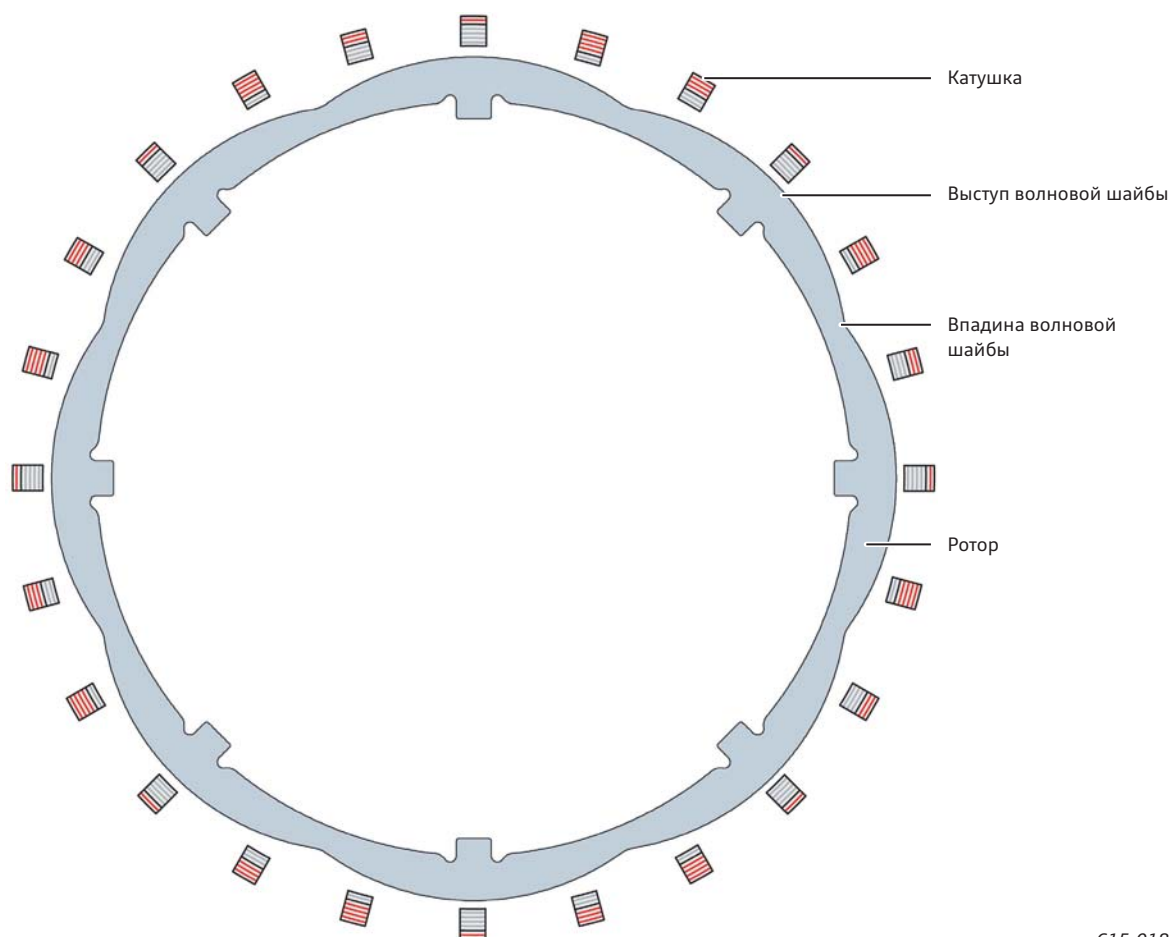
## Датчик 1 положения ротора тягового электродвигателя G713

Для точного управления магнитным полем статора тягового электродвигателя V141 БУ электропривода J841 обязательно нужно знать точное положение ротора и установленных в нём постоянных магнитов. Для этого служит датчик 1 положения ротора тягового электродвигателя G713, состоящий из 24 электромагнитных катушек и металлической волновой шайбы с восемью выступами, жёстко связанной с ротором.

В каждой катушке находятся одна обмотка возбуждения и две вторичных обмотки. Обмотки каждой из катушек изолированы друг от друга, соответствующие обмотки всех катушек соединены последовательно. Вторичные обмотки 1 и 2 отличаются друг от друга различным числом витков обмотки в каждой из катушек. Действие датчика 1 положения ротора тягового электродвигателя G713 основано на принципе резольвера; выражаясь упрощённо, датчик представляет собой трансформатор.



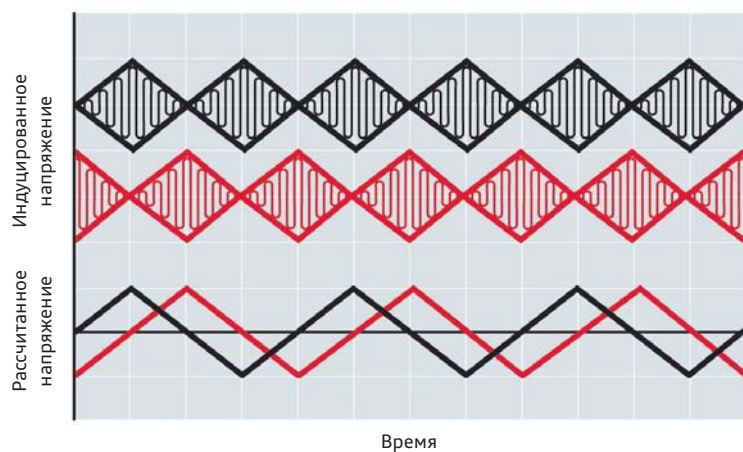
## Электрическая схема



615\_018

Когда ротор начинает вращаться, вместе с ним вращается и волновая шайба. Выступы шайбы переходят от катушки к катушке и усиливают индукцию во вторичных обмотках. Из-за различного числа витков во вторичных обмотках 1 и 2 в каждой из катушек происходит сдвиг амплитуд на  $90^\circ$ . На основании амплитуд блок управления электропривода J841 рассчитывает положение ротора в тяговом двигателе электропривода V141.

По изменению положения ротора рассчитывается число оборотов тягового двигателя электропривода V141. При включении клеммы 15 блок управления электропривода J841 начинает рассчитывать положение ротора независимо от режима работы привода.

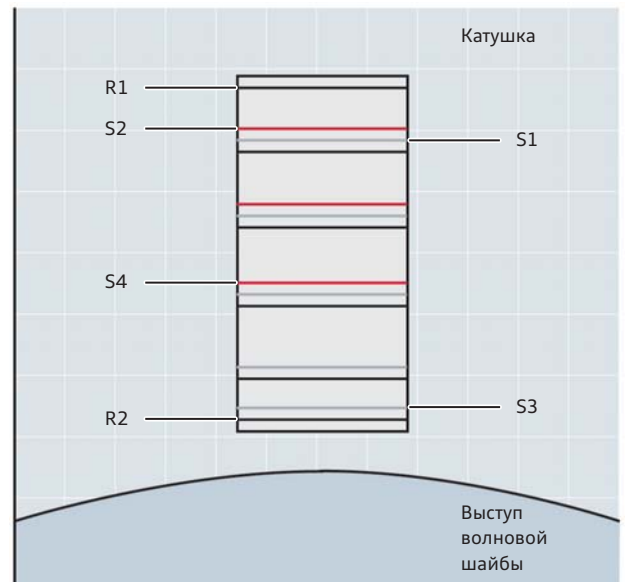


615\_021



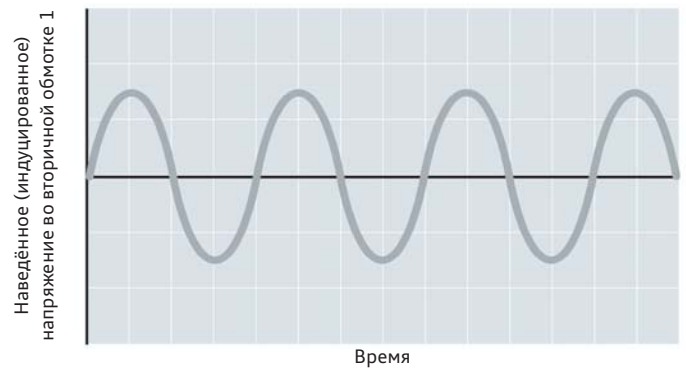
## Принцип резольвера

Блок управления электропривода J841 подаёт на обмотки возбуждения переменное напряжение высокой частоты. В результате во вторичных обмотках 1 и 2 индуцируется переменное напряжение той же частоты. Когда вблизи катушки находится выступ волновой шайбы, индукция вторичных обмоток усиливается. Поскольку вторичные обмотки 1 и 2 имеют разное число витков, индуцированные в них напряжения также будут различны. Анализируя напряжения вторичных обмоток 1 и 2, блок управления электропривода J841 рассчитывает положение ротора.

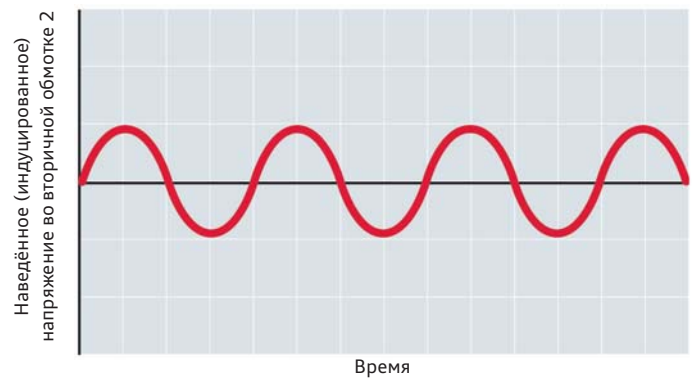


**S1 и S3**

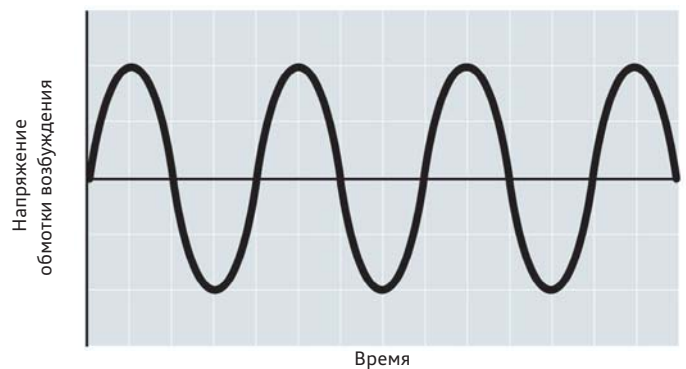
615\_019



**S2 и S4**



**R1 и R2**

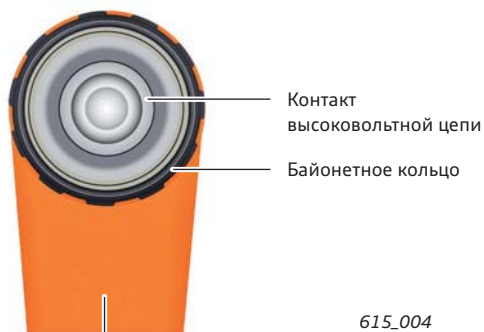


615\_020

# Жгут высоковольтных проводов АКБ гибридного привода PX1 и PX2

## Высоковольтные провода

Все высоковольтные провода высоковольтной системы имеют оранжевый цвет. Ввиду высоких напряжений и токов, эти провода имеют существенно большее сечение и оснащаются специальными разъёмами. По своему внутреннему устройству высоковольтные провода также значительно отличаются от обычных проводов бортовой сети 12 В.



Высоковольтные разъёмы P1, P2, P4, P5, P6

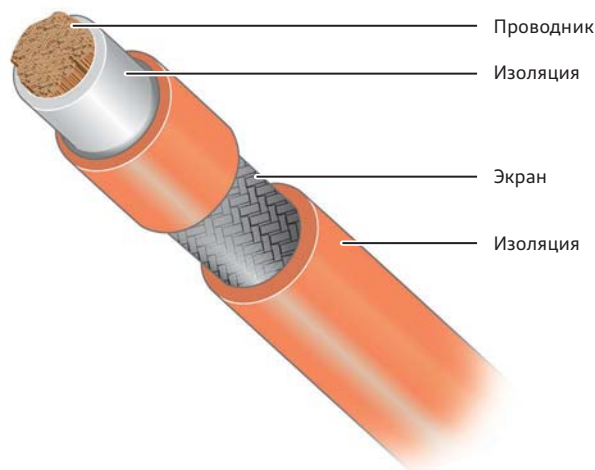
Кроме того, высоковольтные провода могут быть убиты в гофрированные трубки в качестве дополнительной защиты от истирания изоляции.

В высоковольтной системе используются высоковольтные провода двух разных типов: одножильные (с одноконтактными разъёмами) и четырёхжильные (с разъёмами с четырьмя контактами).



## Устройство одножильного высоковольтного провода

Во всех высоковольтных проводах экранирующая оплётка подсоединена к корпусам разъёмов. При подключении провода к разъёму высоковольтного компонента экранирующая оплётка провода гальванически соединяется с компонентом.



## Защита от неправильного подсоединения

Для предотвращения неправильного подсоединения все разъёмы высоковольтных проводов имеют механическую кодировку и специальную маркировку в виде кольца определённого цвета под байонетным кольцом. Ответные части разъёмов (на компонентах) имеют соответствующую ответную механическую кодировку, а также метки соответствующего цвета.

Кроме того, разъёмы высоковольтной сети имеют защиту от прикосновения — для предотвращения случайного прикосновения к ним.

Соединяемые компоненты	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

## Запуск 12-вольтным стартером

Запуск ДВС с помощью 12-вольтного стартера осуществляется только в определённых ситуациях. В таких случаях блок управления двигателем через переключающее реле стартерной батареи J580 отсоединяет АКБ А от бортовой сети. Тем самым вся ёмкость АКБ А может быть использована стартером 12 В для запуска ДВС.

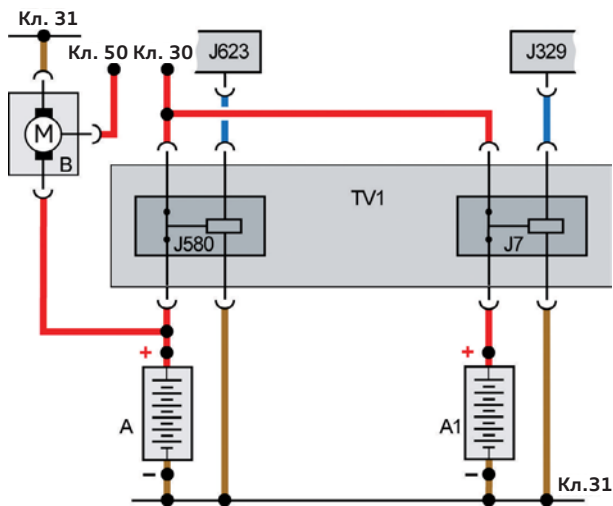
Питание бортовой сети осуществляется в это время второй АКБ А1 и преобразователем постоянного тока.

### Условные обозначения:

<b>A</b>	АКБ
<b>A1</b>	Вторая АКБ
<b>B</b>	Стартер
<b>J7</b>	Разделительное реле АКБ
<b>J329</b>	Реле электропитания клеммы 15
<b>J580</b>	Переключающее реле стартерной батареи
<b>J623</b>	БУ двигателя
<b>TV1</b>	Разветвитель

### Клемма 15 ВКЛ.

- ▶ Разделительное реле АКБ J7 замкнуто.
- ▶ Переключающее реле стартерной батареи J580 замкнуто.
- ▶ Бортовая электросеть 12 В получает питание от АКБ А и второй АКБ А1.
- ▶ При движении или в режиме «Hybrid Ready» бортовая сеть 12 В получает питание от высоковольтной системы от преобразователя постоянного тока.

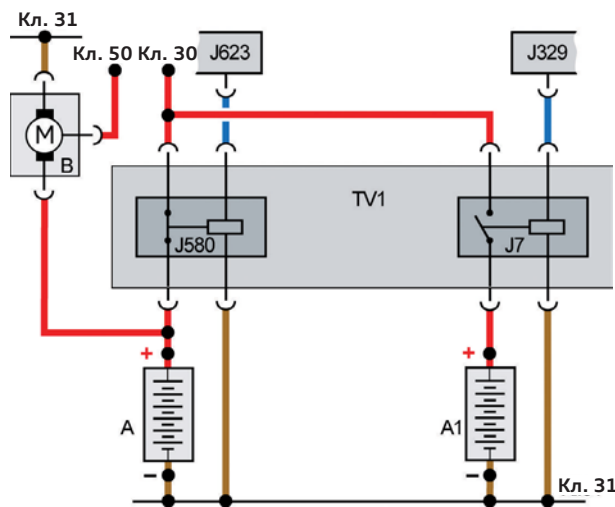


615\_054

Запуск ДВС 12-вольтным стартером допускается системой, только если температура второй АКБ составляет  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  или выше, а уровень заряда — прим. 12,5 В или выше. Если высоковольтная система автомобиля не готова к работе, запуск двигателя 12-вольтным стартером также невозможен.

### Клемма 15 ВЫКЛ.

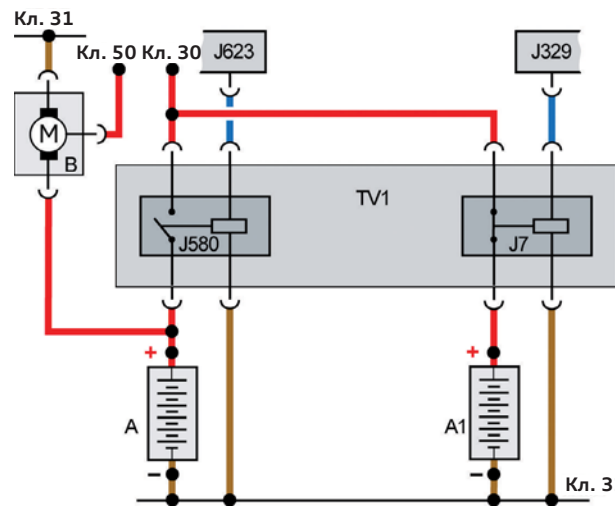
- ▶ Разделительное реле АКБ J7 разомкнуто.
- ▶ Переключающее реле стартерной батареи J580 замкнуто.
- ▶ Бортовая электросеть 12 В получает питание от АКБ А.



615\_053

### Клемма 15 ВКЛ. — запуск 12-вольтным стартером

- ▶ Разделительное реле АКБ J7 замкнуто.
- ▶ Переключающее реле стартерной батареи J580 разомкнуто.
- ▶ 12-вольтный стартер получает напряжение питания от АКБ А.
- ▶ Бортовая электросеть 12 В получает питание от высоковольтной системы при поддержке от второй АКБ А1.



615\_055



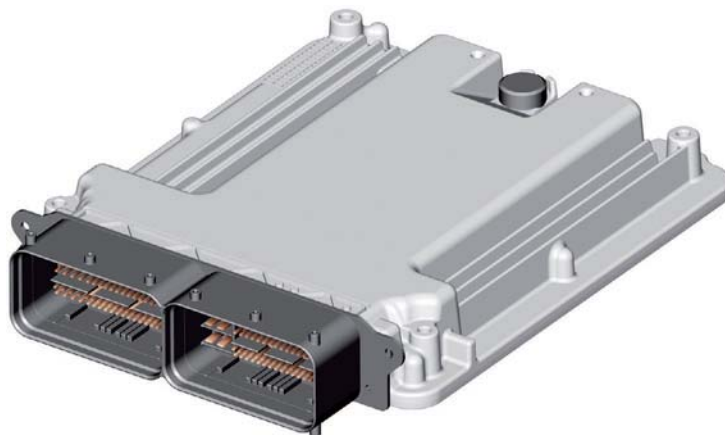
### Указание

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

## Блок управления гибридным приводом

Блок управления двигателя J623 выполняет теперь также функции управления гибридным приводом. Блок управления гибридным приводом реализует все функции автомобиля, связанные с гибридным приводом:

- ▶ Стратегия выбора режимов.
- ▶ Рекуперация при «торможении двигателем» и при активном торможении.
- ▶ Координатор высоковольтной системы.
- ▶ Управление охлаждением тягового двигателя электропривода V141 и блоком силовой и управляющей электроники электропривода JX1.
- ▶ Распределение крутящего момента между тяговым двигателем электропривода V141 и ДВС.
- ▶ Управление индикацией гибридного привода:
  - ▶ указатель гибридного привода (Powermeter);
  - ▶ указатель уровня заряда высоковольтной батареи;
  - ▶ индикация — дисплей в комбинации приборов;
  - ▶ визуальная индикация потоков энергии на дисплее MMI.



615\_034

### Стратегия выбора режимов

Под стратегией выбора режимов подразумевается выбор такого режима работы гибридного привода, который обеспечивает максимальную эффективность и комфортность движения с учётом всех необходимых параметрических условий, запросов от различных систем/компонентов автомобиля и пожеланий водителя (выражаемых через органы управления). В зависимости от динамической ситуации и уровня заряда высоковольтной батареи А38, система решает, должна ли тяга для движения автомобиля создаваться только ДВС, только тяговым электродвигателем или комбинацией ДВС и тягового электродвигателя.

Для реализации чисто электрического режима движения необходимы, кроме того, разрешения от других систем автомобиля, использующих ДВС (отсутствие запросов от них). Такими пользователями являются, например, блок управления Climatronic J255 (может выдавать запрос на отопление салона), диагностика ДВС (записи в регистраторе событий), система адсорбера и другие.

Для расширенного режима электротяги (режим EV) требуется также «разрешение» от аккумуляторных батарей 12 В. Слишком низкий уровень заряда или слишком низкая температура аккумуляторных батарей 12 В делают невозможным использование во время движения 12-вольтового стартера и, тем самым, реализацию режима EV.

В зависимости от приходящейся на тяговый двигатель электропривода V141 нагрузки (крутящего момента) и текущей динамической ситуации, блок управления гибридным приводом решает, будет ли для запуска ДВС использоваться тяговый электродвигатель V141 или 12-вольтовый стартер.

	ДВС	Тяговый двигатель электропривода работает как
Запустить ДВС	ВЫКЛ.	электродвигатель
Движение на электрической тяге	ВЫКЛ.	электродвигатель
Привод от ДВС	ВКЛ.	генератор
Гибридное движение	ВКЛ.	электродвигатель
Форсированное ускорение (Boost)	ВКЛ.	электродвигатель
Рекуперация с электрическим торможением или без него	ВКЛ. или ВЫКЛ.	генератор

## Рекуперация при «торможении двигателем» и при активном торможении

Кроме того, в зависимости от положения педали акселератора, положения педали тормоза, уровня заряда высоковольтной батареи, критериев курсовой устойчивости (ESP) и скорости автомобиля, блок управления гибридным приводом определяет, должна ли выполняться рекуперация при «торможении двигателем» или рекуперация при активном торможении (электрическое торможение).

## Координатор высоковольтной системы

Ещё одной задачей блока управления гибридного привода является контроль и координация работы всех высоковольтных компонентов.

Как через «центральный координатор», через блок управления гибридным приводом осуществляется управление блоком силовой и управляющей электроники электропривода JX1, тяговым двигателем электропривода V141, модулем аккумуляторной батареи гибридного привода AX1 и электрическим компрессором климатической установки V470.

При получении блоком управления двигателя J623 сигнала удара по шине CAN Привод этот сигнал обрабатывается также блоком управления гибридного привода, который передаёт его по шине CAN Гибрид всем подключённым высоковольтным компонентам. Так обеспечивается максимально быстрое отключение напряжения в высоковольтной системе. При уменьшающемся уровне заряда высоковольтной батареи A38 начиная с определённого заданного значения отбор тока разряда для различных высоковольтных компонентов ограничивается и приоритизируется. Этим предотвращается возможное повреждение высоковольтной батареи.

## Управление охлаждением

Управление охлаждением электропривода трёхфазного переменного тока VX54 и блока силовой и управляющей электроники электропривода JX1 также входят в число задач блока управления гибридного привода.

## Расширенный режим электротяги (режим EV)

С помощью клавиши расширенного режима электротяги E709 (режим EV) водитель может расширить границы диапазона, в котором движение осуществляется только на электротяге, а также разрешить системе использовать в режиме только электрической тяги полную мощность тягового электродвигателя. Движение только на электрической тяге (режим EV) может происходить на скоростях до 100 км/ч и при уровне заряда высоковольтной батареи не ниже 33 %.

### Обязательные условия для движения в режиме EV:

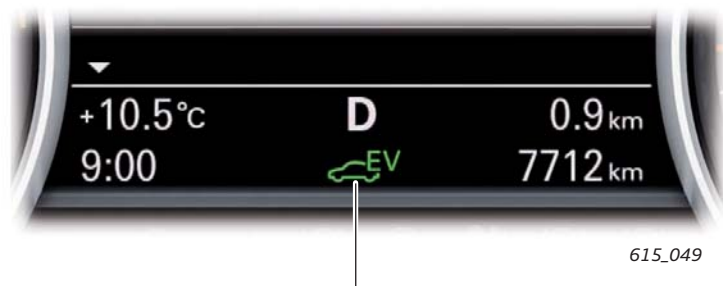
- ▶ скорость < 100 км/ч;
- ▶ уровень заряда высоковольтной батареи > 40 % (для включения);
- ▶ уровень заряда высоковольтной батареи < 33 % (для автоматического отключения);
- ▶ температура высоковольтной батареи > +10 °C (для включения);
- ▶ температура высоковольтной батареи < +5 °C (для автоматического отключения);
- ▶ выполнены условия для включения 12-вольтового стартера;
- ▶ селектор не находится в положении Tiptronic;
- ▶ не включён спортивный режим;
- ▶ выполнены условия для выключения двигателя.

О включённом режиме EV водителя извещает зелёная пиктограмма в комбинации приборов и зелёная контрольная лампа в клавише режима EV.

Audi A8 hybrid



615\_048



615\_049

Индикация включённого режима EV на дисплее в комбинации приборов

# Индикация

## Индикация при движении в гибридном режиме

Для индикации параметров электрического режима движения в Audi A6 hybrid и Audi A8 hybrid имеются:

- ▶ 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.

## Индикация в указателе гибридного привода (Powermeter)

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



615\_050

### Условные обозначения:

- |   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | Автомобиль готов к работе «Hybrid Ready», «Клемма 15 ВКЛ.» и «Снятие блокировки клеммы 50 ВКЛ.» в зависимости от условий разблокировки | 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  | Гидравлическое торможение в дополнение к электрическому торможению                                    |
| 4 | Экономичный режим движения (диапазон частичной нагрузки)   | 10 | Рекуперация энергии (торможение в режиме принудительного холостого хода или электрическое торможение) |
| 5 | Полная нагрузка  | 11 | Уровень заряда высоковольтной батареи   |
| 6 | ДВС 100 %  |    |   |

## Индикация на дисплее в комбинации приборов и на дисплее MMI

По желанию водителя или пассажиров может отображаться схема потоков энергии в высоковольтной системе.

Она может быть выведена на дисплей в комбинации приборов и/или на дисплее MMI.

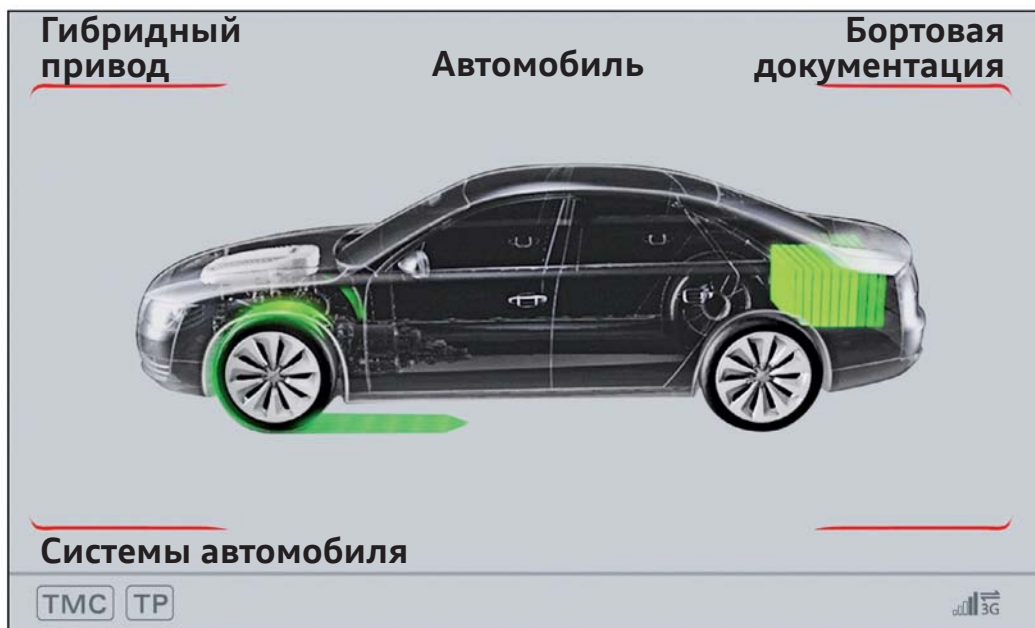
### Индикация на дисплее в комбинации приборов в Audi A8 hybrid — движение только на электротяге

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



615\_052

### Индикация на дисплее MMI в Audi A8 hybrid — движение только на электротяге



615\_051



#### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по индикации на дисплее в комбинации приборов и на дисплее MMI можно найти в программе самообучения 489 «Audi Q5 hybrid quattro» или в руководствах по эксплуатации соответствующих автомобилей.

# Сервисное обслуживание

## Специальный инструмент

Блокиратор T40262



615\_057

### Другие специальные инструменты:

- ▶ Адаптеры T40259.
- ▶ Съёмник T40258.
- ▶ Профили T40275.

## Оборудование

Предупреждающая табличка для гибридного привода  
«Высокое напряжение» VAS 6649



615\_058

Предупреждающая табличка для гибридного привода  
«Выключатель» VAS 6650A



615\_059

### Другое оборудование:

- ▶ Коммутатор VAS 6606.
- ▶ Контрольный переходник VAS 6606/10.
- ▶ Высоковольтный измерительный модуль VAS 6558A.
- ▶ Измерительный адаптер для автомобилей с гибридным приводом VAS 6558/1A:
  - ▶ с адаптером для контроля отсутствия напряжения VAS 6558/1-1;
  - ▶ с адаптером для измерения сопротивления изоляции в высоковольтной сети VAS 6558/1-2;
  - ▶ с адаптером для измерения сопротивления изоляции в компрессоре климатической установки и контрольном проводе VAS 6558/1-3A.



#### Указание

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



#### Указание

Работы с высоковольтной системой должны выполняться только квалифицированным электротехником по высоковольтным цепям. Снятие сервисного разъёма для обесточивания системы должно производиться только квалифицированным электротехником по высоковольтным цепям.



#### Указание

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



## Контрольные вопросы

### 1. 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.

### 2. 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.

### 3. 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.

### 4. Какой усилитель рулевого управления установлен на Audi A8 hybrid?

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

### 5. Каково напряжение питания компрессора климатической установки?

- а) 266 В, постоянный ток, от высоковольтной батареи.
- б) 266 В, постоянный ток, от блока силовой электроники.
- в) 12 В, постоянный ток, от блока силовой электроники.

**6. Каково номинальное напряжение высоковольтной батареи?**

- а) 288 В, переменный ток.
- б) 266 В, переменный ток.
- в) 266 В, постоянный ток.

**7. Сколько элементов входит в состав одного блока высоковольтной батареи А38?**

- а) 18.
- б) 36.
- в) 72.

**8. Каково сопротивление резистора, через который заряжается конденсатор промежуточного контура 1 С25?**

- а) 1000 Ом.
- б) 100 Ом.
- в) 10 Ом.

**9. Для чего используется специальный инструмент Т40262?**

- а) Как мера предосторожности, чтобы нельзя было вынуть сервисный разъём.
- б) Чтобы исключить возможность непредусмотренного возвращения высоковольтной системы в рабочее состояние.
- в) В этом специальном инструменте можно запереть ключ зажигания автомобиля.

**10. Каково сопротивление резистора, через который происходит пассивный разряд конденсатора промежуточного контура 1 С25?**

- а) 1 кОм.
- б) 11 кОм.
- в) 22 кОм.

## Программы самообучения

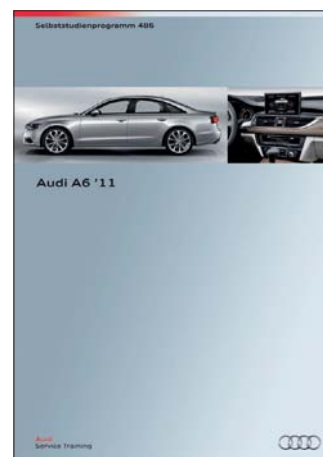
Дополнительную информацию можно найти в следующих программах самообучения.



615\_062



615\_063



615\_064

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

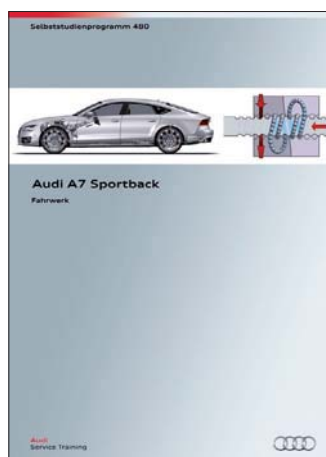
- ▶ Информация по ДВС.

**Программа самообучения 456** «Audi A8 '10», номер для заказа: A10.5S00.60.00.

- ▶ Информация по базовой модели.

**Программа самообучения 486** «Audi A6 '11», номер для заказа: A11.5S00.80.00.

- ▶ Информация по базовой модели.



615\_060



615\_061

**Программа самообучения 480** «Audi A7 Sportback – Ходовая часть», номер для заказа: A10.5S00.73.00.

- ▶ Электромеханический усилитель рулевого управления.

**Программа самообучения 489** «Audi Q5 hybrid quattro», номер для заказа: A11.5S00.83.00.

- ▶ Гибридный привод.

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 02/2013

© Перевод и вёрстка ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус»  
A13.5S00.99.75