



**УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ  
И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ  
DSG 02E**

Екатеринбург  
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра «Сервис и эксплуатация транспортных и технологических машин»

# **УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ DSG 02E**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
обучающимися очной и заочной форм обучения

Направления 23.03.03, 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-  
технологических машин и комплексов», специальность  
23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Дисциплины: «Конструкция автомобилей и тракторов», «Эксплуатация  
автомобилей и тракторов», «Развитие и современное состояние мирового  
автомобилетракторостроения», «Развитие и современное состояние  
мировой автомобилизации», «Техническая эксплуатация силовых  
агрегатов и трансмиссий», «Конструкция и эксплуатационные свойства  
транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»

Екатеринбург  
2019

Печатается по рекомендации методической комиссии ИАТТС.  
Протокол № 2 от 5 октября 2018 г.

Авторы: А.П. Пупышев, А.П. Панычев, Д.О. Чернышев, Е.Г. Есюнин.

Рецензент – Будалин С.В., канд. техн. наук, доцент.

Редактор А.Л. Ленская  
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

---

Подписано в печать 30.04.19		Поз. 68
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,86	Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## Введение

Современные механические коробки переключения передач надежны и имеют высокий КПД (до 95 %), однако у них есть существенный недостаток – разрыв мощности при переключении передач, что ухудшает разгон автомобиля и снижает проходимость. Большое значение оказывает также правильный выбор скорости движения автомобиля в момент переключения передачи. Часто водитель проводит его в неоптимальных условиях, что способствует преждевременному износу двигателя и трансмиссии. При движении в городских условиях водителю приходится переключать передачи очень часто. Это вызывает его утомление и повышает риск принятия неверных решений в сложной обстановке.

Для устранения этих недостатков используются автоматические коробки переключения передач (КПП) различных конструкций, одним из вариантов которых является КПП типа DSG (**D**irekt-**S**chalt-**G**etriebe). За счет быстрого переключения передач без разрыва потока мощности КПП типа DSG со сдвоенным сцеплением является более динамичной, чем обычная механическая КПП. В то же время она обеспечивает плавность переключения автоматической КПП.

К основным компонентам и особенностям конструкции коробки передач DSG 02E, разработанной концерном «Фольксваген», относятся:

- два независимо действующих ряда передач, обеспечивающих шесть передач движения вперед и одну передачу заднего хода;
- обычные для автоматов программы переключения передач «D» и «S» (спортивный режим), а также система Tiptronic, позволяющая управлять коробкой передач от руки посредством рычага селектора или устанавливаемых на рулевом колесе по заказу переключателей;
- модуль Mechatronik, содержащий электронные и электрогидравлические компоненты системы управления, установленный непосредственно на картере коробки передач;
- функция Hillholder, обеспечивающая полную остановку автомобиля за счет повышения давления масла в приводе муфт сцепления при легком нажатии на тормоз;
- функция регулирования «ползучего» (Creep) движения автомобиля, например, при парковании без воздействия на педаль акселератора;
- функция работы в аварийном режиме. В аварийном режиме возможно движение автомобиля только на первой и третьей передачах или только на второй передаче, что определяется видом возникших неисправностей.

## 1. Устройство КПП DSG

### 1.1. Принципиальная схема

Коробка передач DSG содержит два независимо действующих ряда передач (рис. 1, 2).

По своему действию каждый ряд передач подобен обычной механической коробке передач, переключаемой от руки. При этом каждому ряду передач соответствует своя многодисковая муфта сцепления. Обе многодисковые муфты сцепления работают в масле. Муфты размыкаются и замыкаются по командам модуля управления Mechatronik, который регулирует также переходные процессы при переключении передач.

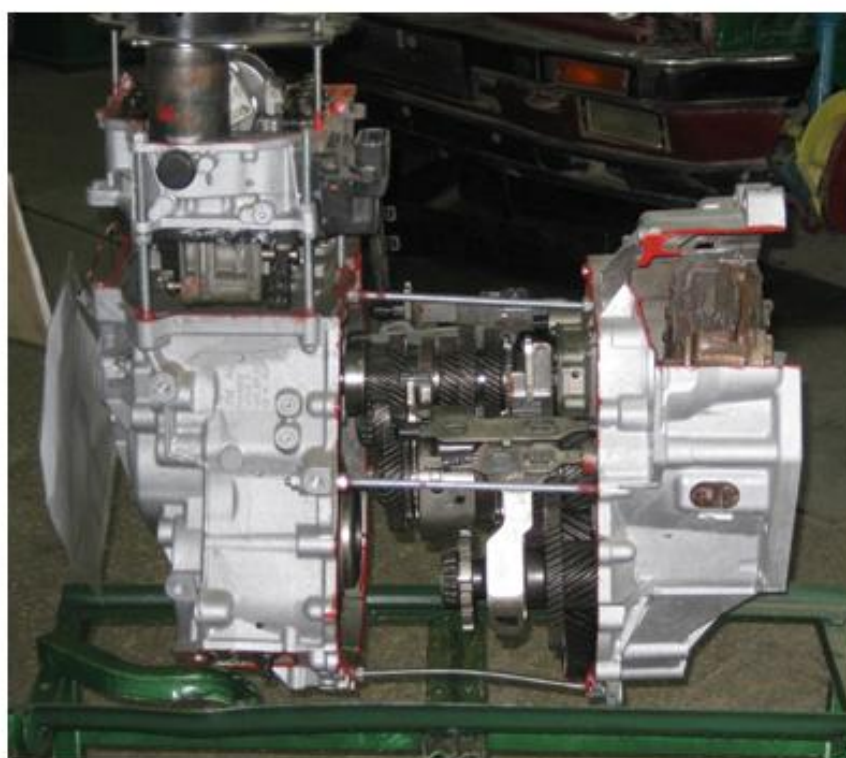


Рис. 1. Стенд коробки передач DSG в лаборатории кафедры «Сервис и эксплуатация транспортных и технологических машин» УГЛТУ

Многодисковая муфта K1 служит для включения первой, третьей и пятой передач, а также передачи заднего хода. Вторая, четвертая и шестая передачи включаются посредством многодисковой муфты K2.

Принцип работы коробки передач заключается в последовательном включении передач обоих рядов: если одна из муфт передает крутящий момент на включенную передачу соответствующего ей ряда, то вторая муфта разомкнута, но уже включена следующая передача связанного с ней ряда. Все передачи предварительно включаются посредством синхронизаторов обычного типа.

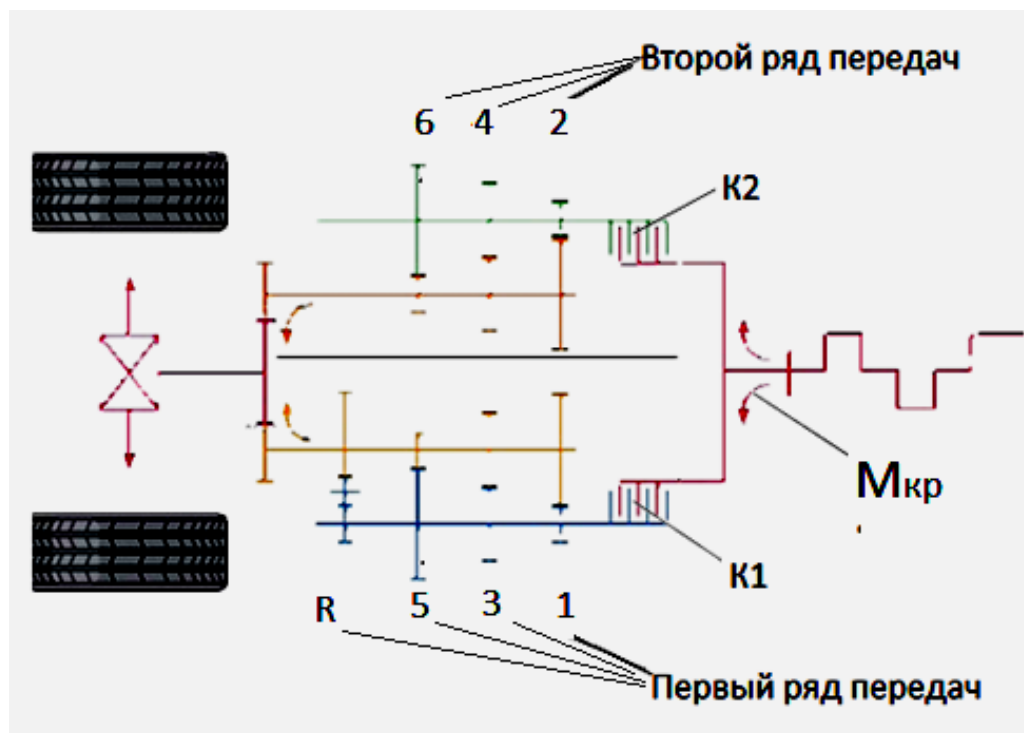


Рис. 2. Кинематическая схема КПП DSG:

$M_{кр}$  – крутящий момент от двигателя;  
 К1, К2 – многодисковые муфты сцепления; R – задний ход

## 1.2. Передача крутящего момента на коробку передач

Крутящий момент с коленчатого вала двигателя передается на двухмассовый маховик 1 (рис. 3–6). Далее крутящий момент передается через разъемное шлицевое соединение маховика с входной ступицей 13 коробки передач. Входная ступица жестко соединена с ведущим диском сдвоенного сцепления. Ведущий диск сдвоенного сцепления соединен посредством корпуса муфты К1 с главной ступицей сцепления 14. С этой же ступицей соединен корпус муфты К2.

Через зубчатое зацепление двухмассового маховика момент двигателя передается на входную ступицу сдвоенного сцепления 13. Входная ступица приварена к ведомому диску 3. Ведомый диск соединен с ведущим валом К1 путём кинематического замыкания и за счёт этого передаёт крутящий момент двигателя на сдвоенное сцепление. Ведущий вал К1 и ведущий вал К2 приварены к ступице. Это обеспечивает постоянное силовое замыкание.

Мощностные характеристики сдвоенного сцепления:

- максимальный передаваемый крутящий момент – 350 Н·м;
- максимальное давление сжатия – 10 бар;
- максимальная мощность трения – 70 кВт;
- максимальный объём потока охлаждающего масла – 20 л/мин.

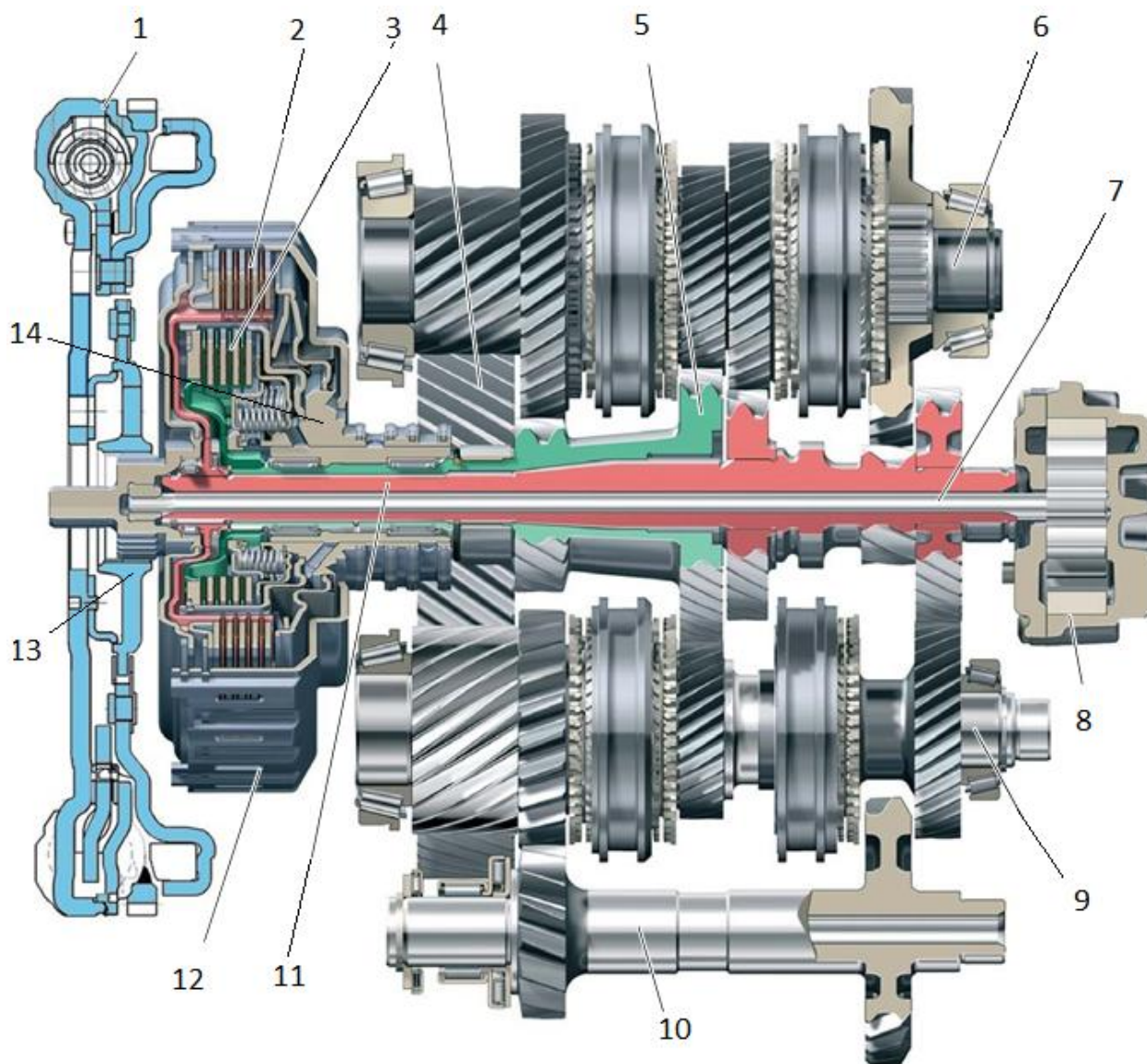


Рис. 3. Сдвоенное сцепление:

1 – двухмассовый маховик, 2, 3 – корпуса многодисковых муфт К1 и К2;  
 4 – зубчатое колесо главной передачи; 5 – первичный вал 2; 6 – вторичный вал 1;  
 7 – вал масляного насоса; 8 – масляный насос; 9 – вторичный вал 2; 10 – ось  
 шестерни заднего хода; 11 – первичный вал 1; 12 – корпус сдвоенного  
 сцепления; 13 – входная ступица; 14 – главная ступица сцепления

Подача масла под давлением в сцепления осуществляется через ступицу главной передачи 8 по кольцевым канавкам. Кольца 12 прямоугольного сечения обеспечивают уплотнение между корпусом и ступицей главной передачи. Каналы в ступице подводят масло к соответствующим точкам.

Охлаждение и смазка сцепления осуществляются отдельной системой охлаждения, производительность которой зависит от требуемого расхода масла (см. охлаждение сцепления).

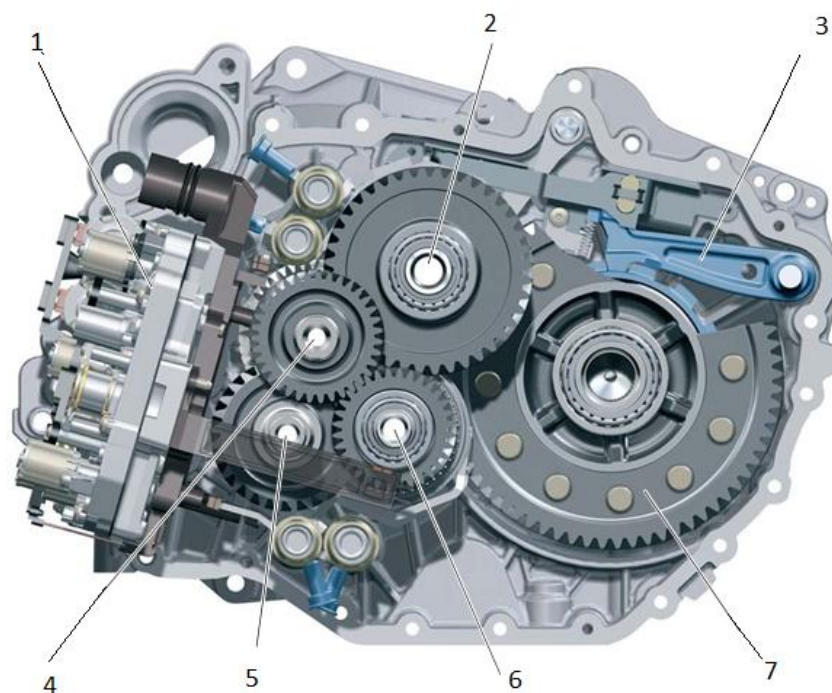


Рис. 4. Расположение валов в коробке передач:  
1 – модуль управления; 2 – вторичный вал 1; 3 – блокировка трансмиссии на стоянке; 4 – первичные валы 1 и 2; 5 – ось шестерни заднего хода; 6 – вторичный вал 2; 7 – главная передача

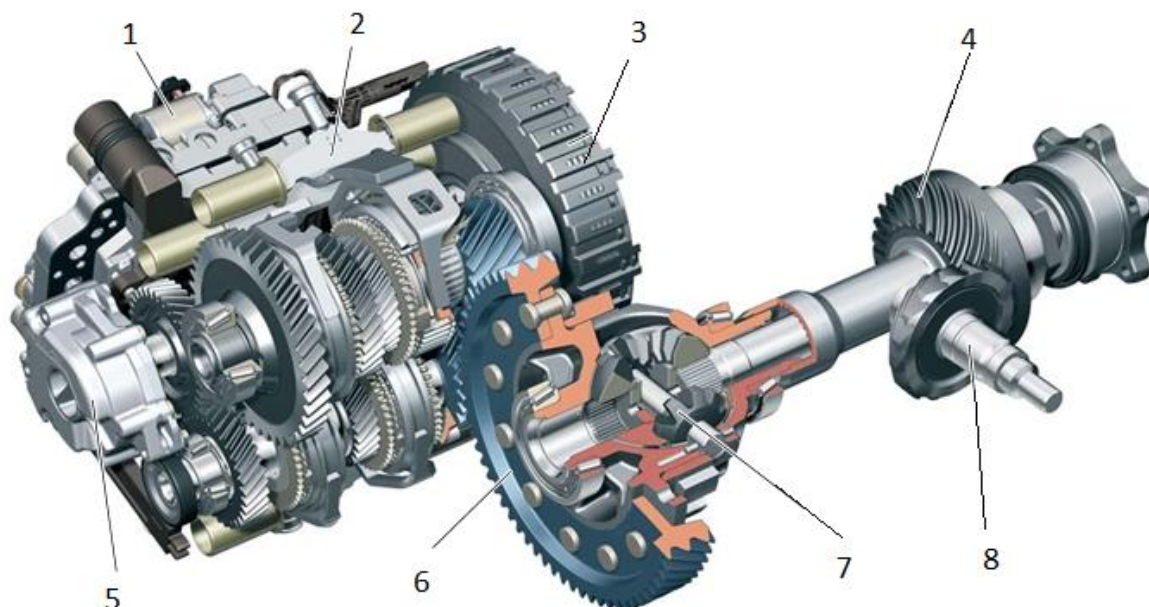


Рис. 5. Вид с главной передачей и угловым редуктором (угловой редуктор только для полноприводных автомобилей):  
1 – модуль управления; 2 – вилка переключения передач; 3 – сдвоенное сцепление; 4 – угловой редуктор (для полноприводных автомобилей); 5 – масляный насос; 6 – главная передача; 7 – дифференциал; 8 – полуось с фланцем карданного вала



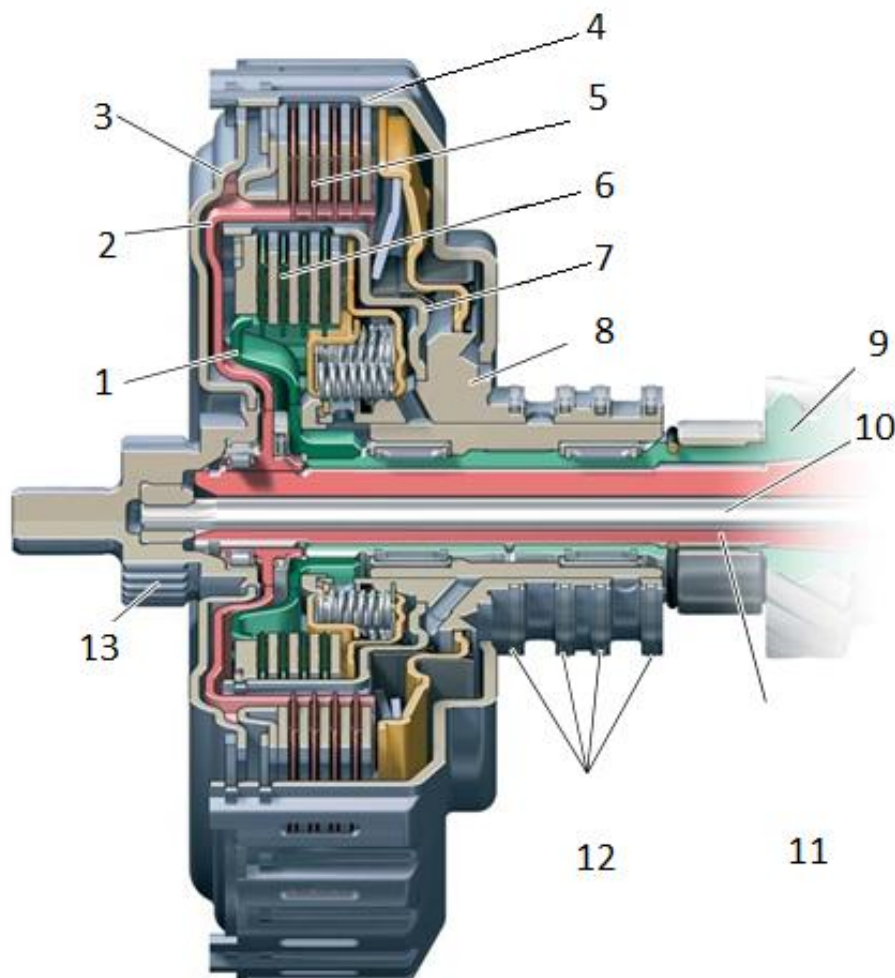


Рис. 6. Сдвоенное сцепление:

1 – ведомый вал K2; 2 – ведомый вал K1; 3 – ведомый диск; 4 – ведущий вал K1;  
 5 – сцепление K1; 6 – сцепление K2; 7 – ведущий вал K2; 8 – ступица главной  
 передачи; 9 – первичный вал 2; 10 – вал масляного насоса; 11 – первичный вал 1;  
 12 – кольца; 13 – входная ступица с ведомым диском

Масло, используемое для смазки и охлаждения сцеплений, поступает к K2 через отверстия в ступице. Масло для выравнивания давления отводится оттуда же. Если K1 передаёт силовой поток, то охлаждающее масло проходит через разомкнутое K2 (не нагреваясь) и поступает к K1, где оно выполняет свои задачи (смазка и охлаждение), а затем направляется обратно в корпус КП.

В ведущих валах имеются отверстия, через которые охлаждающее масло соответствующего сцепления может перетекать изнутри наружу. Специальная форма фрикционных накладок и центробежная сила способствуют хорошему прохождению масла через сцепления. Это позволяет удерживать давление охлаждающего масла на относительно низком уровне, решающую роль играет количество масла.

## 2. Многодисковые муфты сцепления

Момент двигателя подаётся на соответствующий ведущий вал и при замкнутом сцеплении передаётся на соответствующий ведомый вал. Ведомый вал К1 соединён с первичным валом 1, ведомый вал К2 - с первичным валом 2.

Крутящий момент подводится к каждой из муфт через ее корпус. Если муфта замкнута, крутящий момент передается на ее ступицу и далее на соединенный с ней первичный вал.

Многодисковая муфта передает крутящий момент только за счет сил трения между дисками.

### 2.1. Муфта К1

Многодисковая муфта К1 (рис. 7) образует внешнюю часть блока муфт сцепления. Она служит для передачи крутящего момента на первичный вал 1, обслуживающий первую, третью и пятую передачи, а также передачу заднего хода. Замыкание муфты К1 производится под давлением масла, подводимого в ее гидроцилиндр.

Перемещающийся под давлением масла поршень 1 сжимает пакет дисков муфты К1. В результате этого крутящий момент передается на диски, вращающиеся вместе с ее ступицей и соединенным с ней первичным валом 1. При размыкании муфты поршень 1 отжимается диафрагменной пружиной 5 в исходное положение.

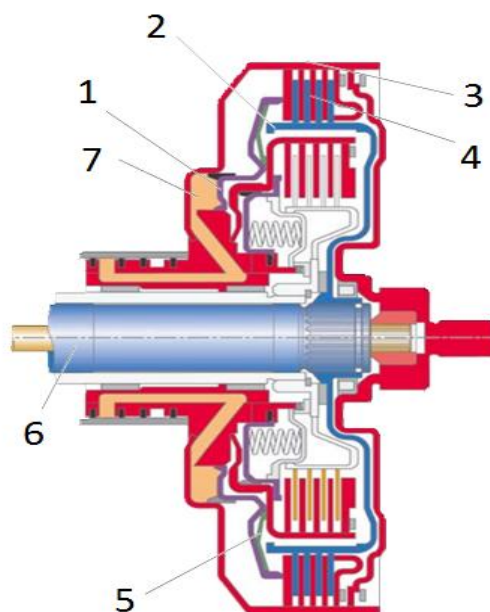


Рис. 7. Устройство муфты К1:

1 – поршень; 2 – ступица; 3 – корпус; 4 – ведущие диски муфты К1;  
5 – диафрагменная пружина; 6 – первичный вал 1; 7 – гидроцилиндр

Фрикционные диски 4 с особой насечкой устанавливаются по направлению вращения, чтобы маслопроводящие канавки фрикционов усиливали циркуляцию масла, а не снижали. Диски чувствительны даже к небольшому износу с уменьшением сечения маслоотводящих каналов и увеличением зазоров в пакетах сцепления.

## 2.2. Муфта К2

Многодисковая муфта К2 (рис. 8) образует внутреннюю часть блока муфт сцепления. Она служит для передачи крутящего момента на первичный вал 2, обслуживающий вторую, четвертую и шестую передачи.

Замыкание муфты К2 производится под давлением масла, подводимого в ее гидроцилиндр 1. При этом перемещающийся под давлением масла поршень 2 сжимает пакет дисков муфты К2, обеспечивая передачу крутящего момента на второй первичный вал 6. При размыкании муфты поршень 2 отжимается в исходное положение винтовыми пружинами 5.

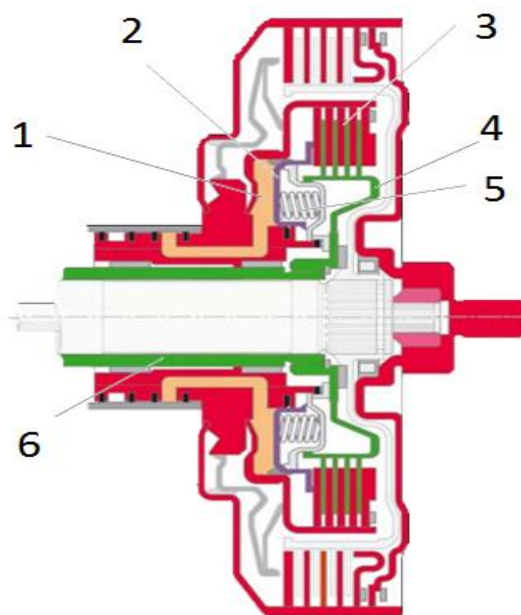


Рис. 8. Устройство муфты К2:

- 1 – гидроцилиндр; 2 – поршень; 3 – ведущие диски муфты К2;  
4 – ступица; 5 – винтовая пружина; 6 – первичный вал 2

## 2.3. Динамическое выравнивание давления сцеплений

При высокой частоте вращения масло в камерах нагнетания сцепления подвергается сильному воздействию центробежных сил. Это приводит к увеличению давления в камере нагнетания сцепления 3 или 6 (рис. 9) в направлении большего радиуса (динамический рост давления). Динамический рост давления нежелателен, так как при этом давление увеличивается

выше необходимого уровня и затрудняет заданное повышение или снижение давления в камере нагнетания.

Для обеспечения заданного процесса протекания процессов замыкания и размыкания дисков сцеплений К1 и К2 в соответствующей компенсационной камере 2 или 5 осуществляется динамическое выравнивание давления (при увеличении частоты вращения). Это позволяет проводить точное управление процессом переключения передач, что повышает комфорт при их переключении.

Негерметичность компенсационной камеры приводит к повреждениям сцепления и нарушениям синхронизации из-за бесконтрольного силового замыкания сцепления при высокой частоте вращения.

Масло подаётся на поршни с обеих сторон. Это реализуется с помощью дополнительных масляных камер (компенсационных камер), которые размещены на сторонах поршня, расположенных напротив камер нагнетания. Для этого на сцеплении К2 установлена подпорная шайба 4, которая образует компенсационную камеру К2 для поршня К2. В сцеплении К1 ведущий вал сцепления К2 одновременно служит подпорной шайбой.

Компенсационные камеры наполняются охлаждающим маслом под небольшим давлением. Находящееся в компенсационных камерах масло подвергается воздействию тех же самых сил (динамический рост давления), что и камеры нагнетания. Это обеспечивает выравнивание давлений прижима в нагнетательных камерах.

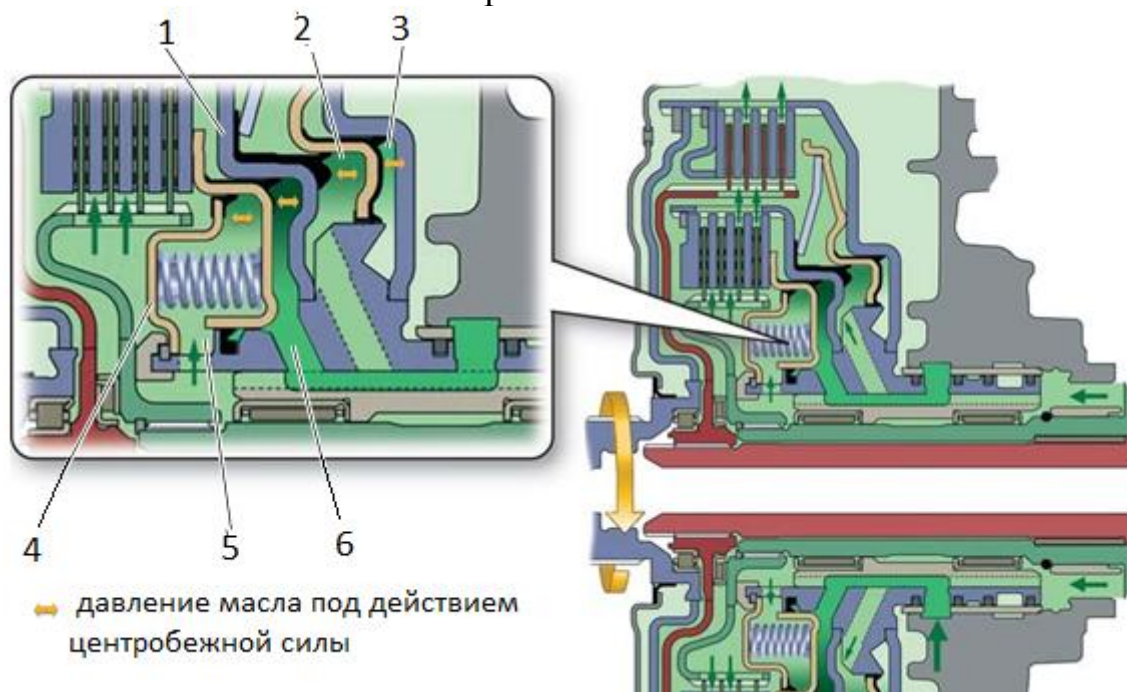


Рис. 9. Выравнивание динамического давления:

- 1 – ведущий вал К2 (подпорная шайба для К1); 2 – компенсационная камера К1;  
 3 – камера нагнетания К1; 4 – подпорная шайба для К2; 5 – компенсационная камера К2; 6 – камера нагнетания К2

### 3. Первичные валы

Развиваемый двигателем крутящий момент передается посредством многодисковых муфт К1 и К2 на первичные валы коробки передач (рис. 10).

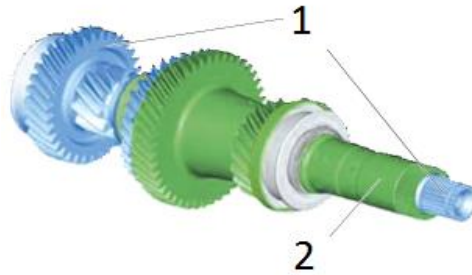


Рис. 10. Первичные валы КПП DSG:  
1, 2 – первичные валы муфт К1 и К2

#### 3.1. Второй первичный вал

Второй первичный вал (рис. 11) выполнен полым; муфта К2 установлена на нем на шлицах. На этом валу установлены шестерни второй, четвертой и шестой передач. Для четвертой и шестой передач используется одна общая ведущая шестерня 2.

Частота вращения второго первичного вала измеряется посредством датчика, который взаимодействует с задающим диском 1, установленным рядом с шестерней второй передачи 3.

Задающий диск выполнен из листового материала. На внешнюю поверхность диска нанесен слой резины с включенными в нее металлическими частицами. Этот слой намагничен с образованием последовательности чередующихся северных N и южных S полюсов. Между полюсными парами предусмотрены пробелы.

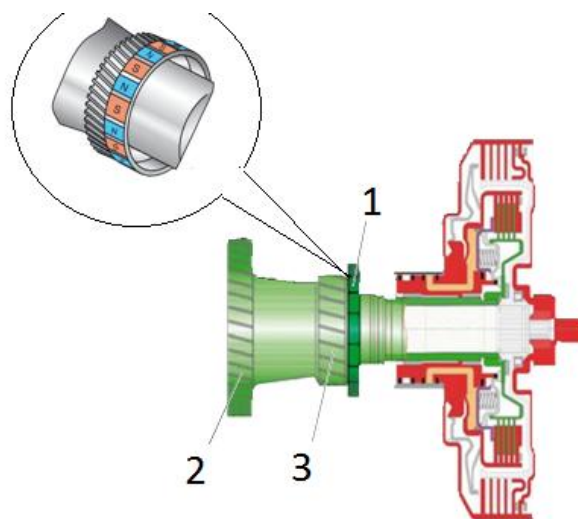


Рис. 11. Второй первичный вал:  
1 – задающий диск датчика частоты вращения; 2 – шестерня 4-й и 6-й передач;  
3 – шестерня 2-й передачи

### 3.2. Первый первичный вал

Первый первичный вал проходит внутри полого второго первичного вала (рис 12). С муфтой К1 он соединен также посредством шлиц. На нем установлены: шестерня пятой передачи 2, общая шестерня первой передачи и передачи заднего хода 3, а также шестерня третьей передачи 4. Частота вращения этого вала измеряется посредством датчика, взаимодействующего с задающим диском 1, расположенным между шестерней первой передачи и передачи заднего хода.

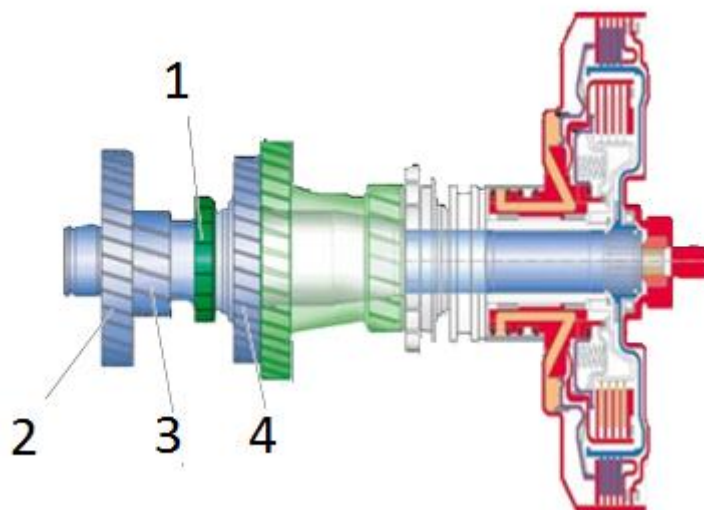


Рис. 12. Первый первичный вал:

- 1 – задающий диск датчика частоты вращения; 2 – шестерня 5-й передачи;  
3 – шестерня 1-й передачи и заднего хода; 4 – шестерня 3-й передачи

## 4. Вторичные валы

В двухрядной коробке передач двум первичным валам соответствуют два вторичных вала. Благодаря использованию одних и тех же шестерен для первой передачи и передачи заднего хода, а также для четвертой и шестой передач, удалось существенно сократить длину коробки передач.

### 4.1. Первый вторичный вал

На первом вторичном валу расположены шестерни первой, второй и третьей передач, включаемые посредством трехколесных синхронизаторов, шестерня четвертой передачи, включаемая посредством одноколесного синхронизатора, и ведущая шестерня главной передачи (рис. 13).

Установленная на вторичном валу ведущая шестерня постоянно находится в зацеплении с ведомой шестерней главной передачи 5, которая служит для передачи крутящего момента на дифференциал.

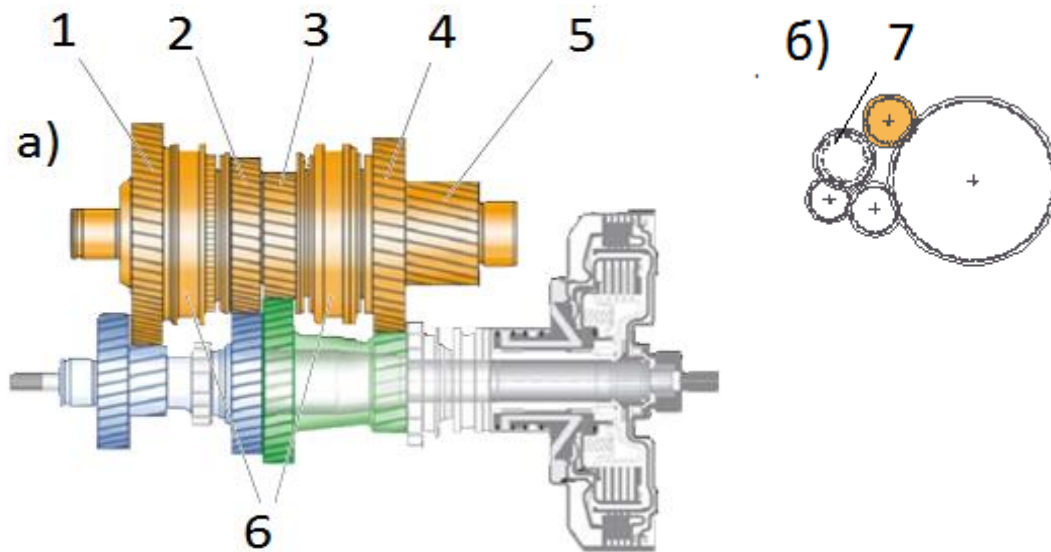


Рис. 13. Первый вторичный вал:

а – условно развернутое изображение; б – действительное расположение валов в КПП; 1 – первая передача; 2 – третья передача; 3 – четвертая передача; 4 – вторая передача; 5 – ведущая шестерня главной передачи; 6 – скользящие муфты (синхронизаторы); 7 – вторичные валы

#### 4.2. Второй вторичный вал

На рис. 14 показан второй вторичный вал. Оба вторичных вала передают крутящий момент на дифференциал через принадлежащие им ведущие шестерни главной передачи.

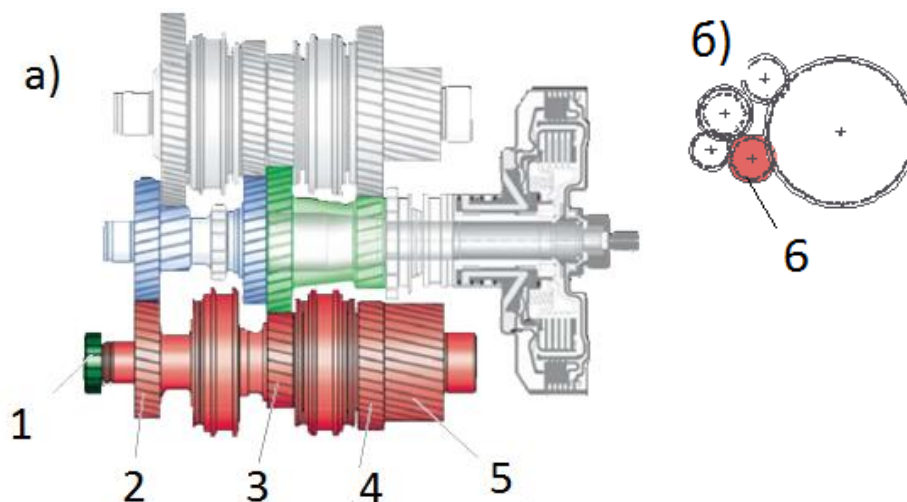


Рис. 14. Второй вторичный вал:

а – условно развернутое изображение; б – действительное расположение валов в КПП; 1 – задающий диск датчиков частоты вращения на выходе КПП; 2 – шестерня 5-й передачи; 3 – шестерня 6-й передачи; 4 – шестерня передачи заднего хода; 5 – ведущая шестерня главной передачи; 6 – вторичные валы

### 4.3. Вал заднего хода

Вал заднего хода (рис. 15) обеспечивает изменение направления вращения 2-го вторичного вала и вместе с ним ведущей шестерни главной передачи. Одна из шестерен этого вала находится в зацеплении с установленной на 1-м первичном валу шестерней первой передачи и заднего хода, а другая его шестерня находится в зацеплении с шестерней заднего хода, соединяемой с 2-м вторичным валом.

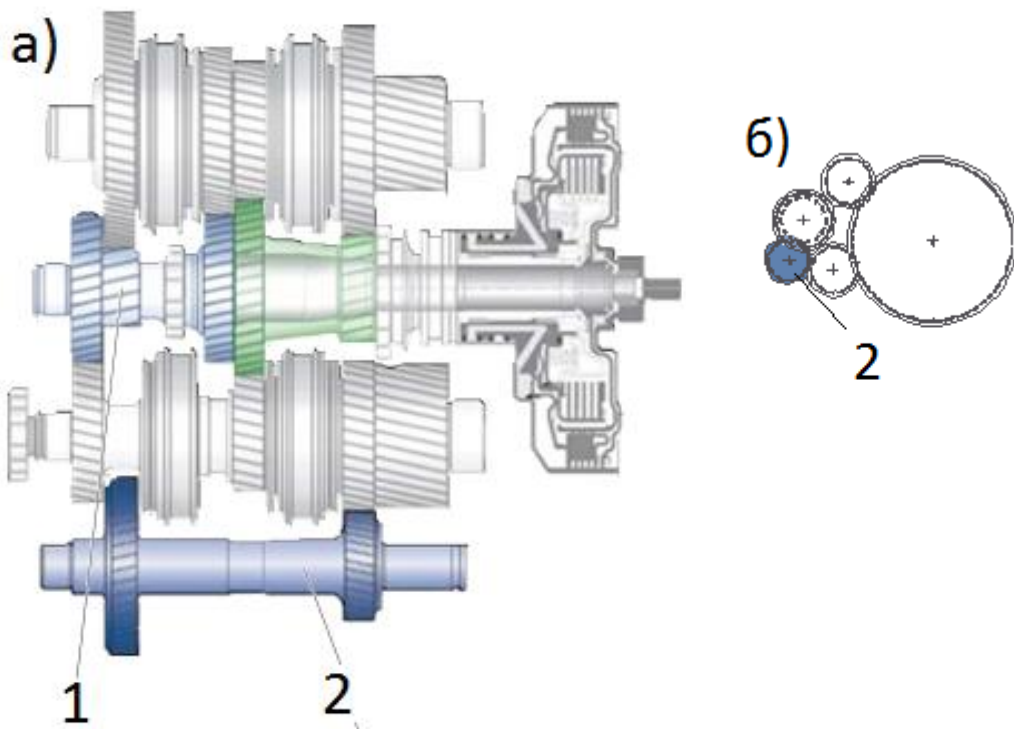


Рис. 15. Вал заднего хода:

а – условно развернутое изображение; б – действительное расположение валов в КПП; 1 – шестерня 1-й передачи и заднего хода; 2 – вал заднего хода

### 4.4. Дифференциал

Оба вторичных вала передают крутящий момент на соединенную с дифференциалом (рис. 16) ведомую шестерню главной передачи 1. С дифференциала крутящий момент передается на шарнирные валы приводов колес. В дифференциал встроен также венец стояночной блокировки коробки передач 2.



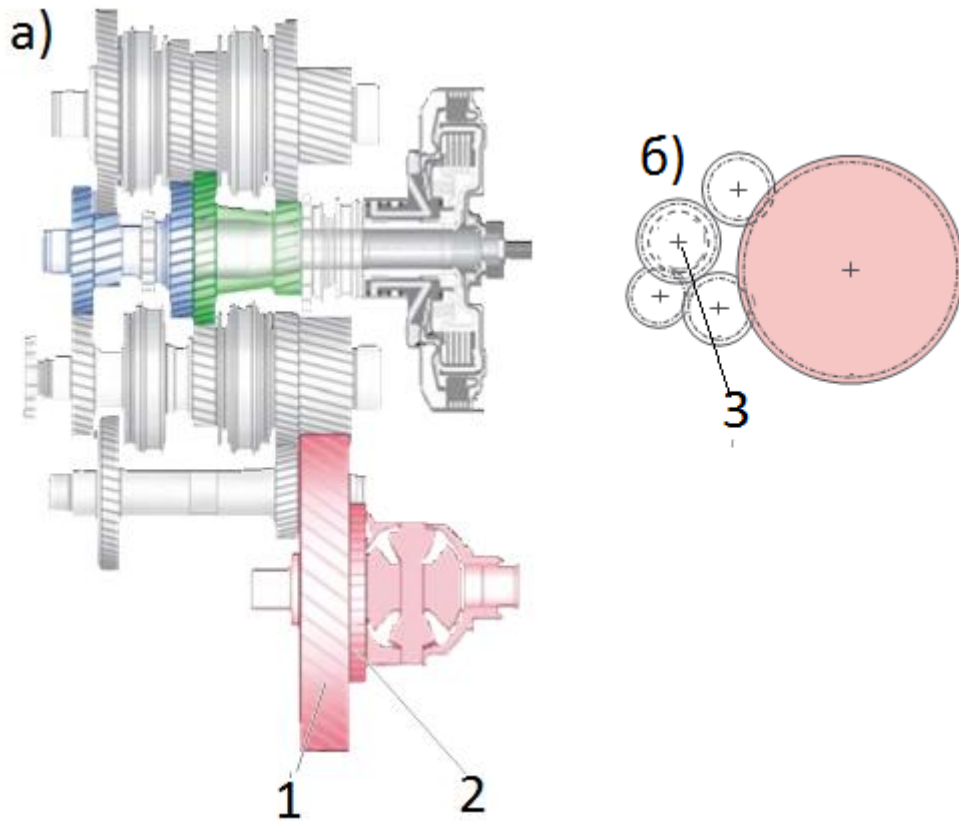


Рис. 16. Дифференциал:

а – условно развернутое изображение; б – действительное расположение валов в КПП; 1 – ведомая шестерня главной передачи; 2 – венец стояночной блокировки; 3 – вторичные валы

#### 4.5. Стояночная блокировка

Стояночная блокировка коробки передач (рис. 17) должна предотвращать непреднамеренное перемещение автомобиля с незатянутым стояночным тормозом. Механизм стояночной блокировки встроен в дифференциал.

Включение стояночной блокировки производится механически, а именно посредством троса 4, связывающего рычаг селектора с рычагом привода блокировки 3 на корпусе коробки передач. Этот трос используется исключительно для управления стояночной блокировкой.

Стояночная блокировка включается при установке рычага селектора в положение «Р». При этом собачка 5 входит в зацепление с зубчатым венцом 2 стояночной блокировки.

Стопорная пружина 7 фиксирует рычаг привода блокировки и вместе с ним собачку в рабочем положении. Если собачка попала на зуб венца блокировки, пружина 1 сжимается при повороте рычага привода блокировки. При незначительном перемещении автомобиля собачка заходит в

ближайший проем между зубьями. Этому способствует разжимающаяся пружина 1.

Снятие стояночной блокировки производится при выводе рычага селектора из положения «Р». При этом движок 9 перемещается вправо в его исходное положение, а пружина 2 выводит собачку из зацепления с зубьями венца.

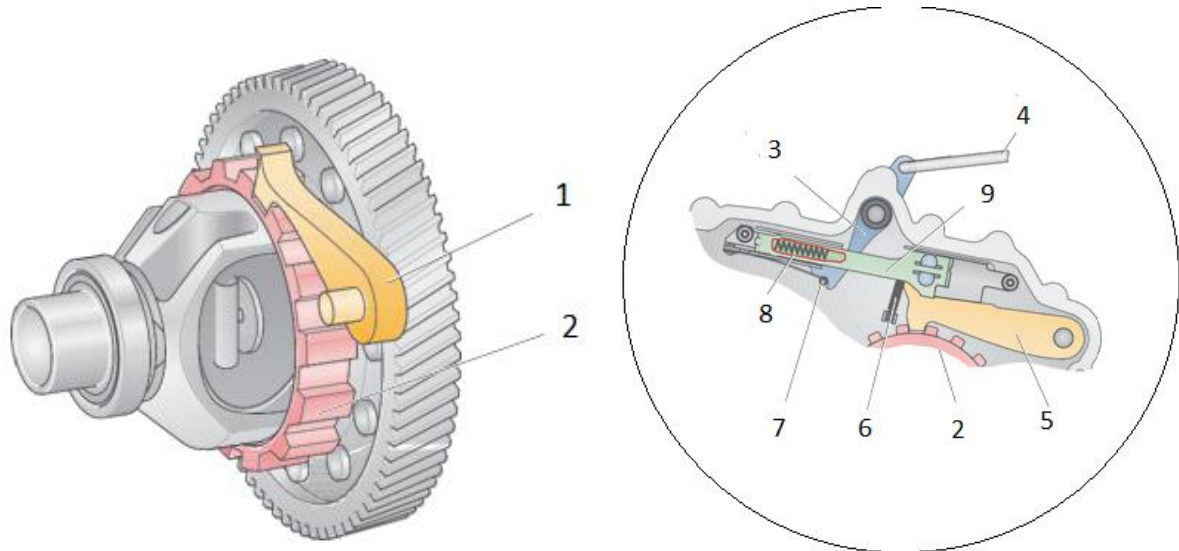


Рис. 17. Стояночная блокировка:

- 1 – собачка; 2 – венец стояночной блокировки; 3 – рычаг привода;  
 4 – трос к рычагу селектора; 5 – собачка; 6 – пружина 2; 7 – стопорная пружина;  
 8 – пружина 1; 9 – движок.

#### 4.6. Синхронизаторы

Включение какой-либо передачи производится в результате соединения скользящей муфты синхронизатора с зубчатым венцом включаемой шестерни. Функция синхронизатора заключается в выравнивании частот вращения скользящей муфты и включаемой шестерни. Основная работа выполняется при этом латунными кольцами синхронизатора с молибденовым покрытием.

Первая, вторая и третья передачи включаются посредством трехколесных синхронизаторов. Эти синхронизаторы имеют существенно большие поверхности трения, чем синхронизаторы с одним блокирующим кольцом (рис. 18).

Эффективность синхронизатора повышается с увеличением поверхностей, через которые отводится тепло. В результате ускоряется синхронизация при включении низших передач, для которых характерны относительно большие перепады в частотах вращения. При этом также снижаются усилия, необходимые для включения передач.

Четвертая, пятая и шестая передачи включаются посредством одноколечных синхронизаторов, так как перепады частот вращения при переключении этих передач относительно невелики. Выравнивание частот вращения при этом происходит достаточно быстро. Поэтому усложнение конструкции синхронизаторов в данном случае не оправдано.

Передача заднего хода включается посредством двухколечного синхронизатора.

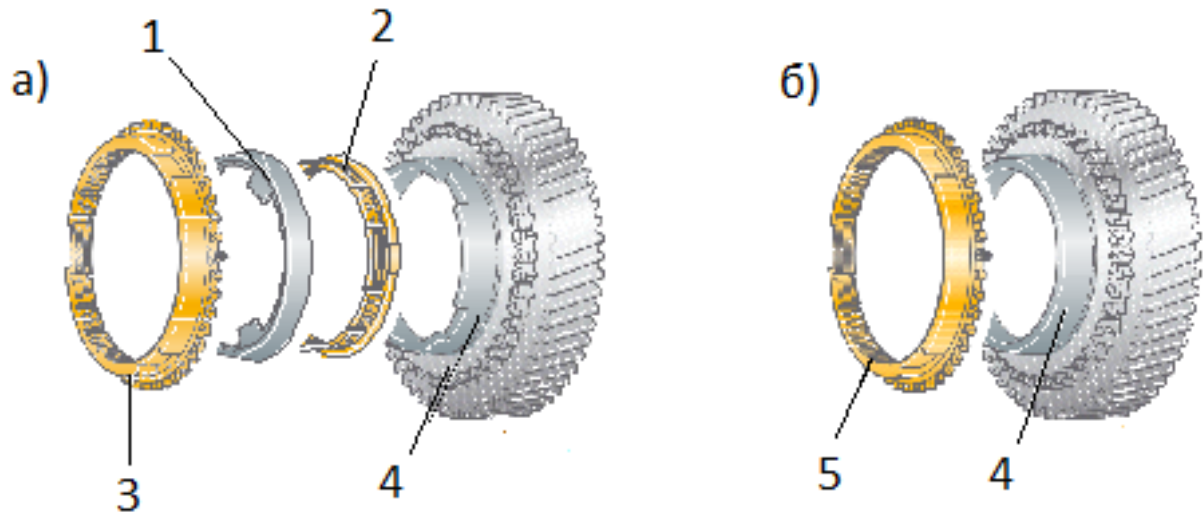


Рис. 18. Устройство синхронизаторов:

а – трехколечный, б – одноколечный; 1 – промежуточное кольцо; 2 – внутреннее блокирующее кольцо; 3 – наружное блокирующее кольцо; 4 – конус трения на включаемой шестерне; 5 – блокирующее кольцо

## 5. Передача крутящего момента в трансмиссии автомобиля

Развиваемый двигателем крутящий момент передается с двухмассового маховика на коробку передач DSG. Далее крутящий момент передается у переднеприводных автомобилей непосредственно на шарнирные валы привода колес (рис. 19, а). У полноприводных автомобилей (рис. 19, б) дополнительно предусмотрена угловая передача, через которую часть мощности двигателя передается на задние колеса. Отведенный угловой передачей крутящий момент передается через карданный вал на муфту Haldex и далее на задний редуктор с дифференциалом.

Муфта Haldex – это основной элемент системы подключаемого полного привода, обеспечивающий управляемую передачу крутящего момента, величина которого зависит от степени замыкания муфты. Муфта полного привода Haldex передает крутящий момент на задний мост с помощью пакета фрикционных дисков.

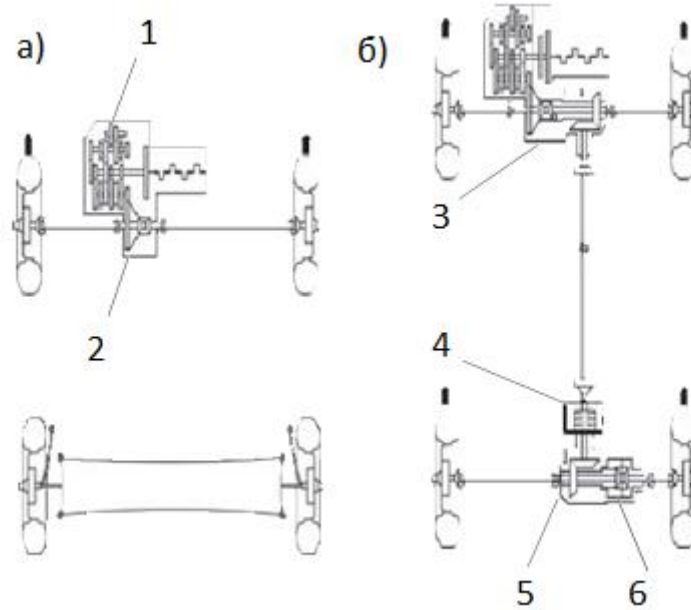


Рис. 19. Передача крутящего момента:  
 а – переднеприводный автомобиль; б – полноприводный; 1 – коробка передач DSG; 4 – дифференциал; 3 – угловая передача; 4 – муфта Haldex;  
 5 – задний редуктор; 6 – задний дифференциал

### 5.1. Поток мощности в коробке

Подвод крутящего момента к коробке передач осуществляется выборочно через наружную муфту сцепления К1 или через внутреннюю муфту сцепления К2. Каждая из этих муфт связана со своим первичным валом. Через муфту К1 осуществляется привод первичного вала 1, а через муфту К2 приводится первичный вал 2. Первичный вал 1 проходит внутри полого первичного вала 2.

Передача мощности в направлении к дифференциалу производится различными путями, а именно:

- через вторичный вал 1, если включена первая, вторая, третья или четвертая передача;
- через вторичный вал 2, если включена пятая или шестая передача, или же передача заднего хода.

### 5.2. Трогание с места

Для регулирования сцепления при трогании с места используется информация о частоте вращения двигателя. В зависимости от схемы трогания с места блок управления двигателя распознаёт заданное значение частоты вращения двигателя, которое регулируется моментом сцепления.

Характеристика трогания автомобиля с места определяется намерением водителя, а также характеристиками крутящего момента различных двигателей (рис. 20). При трогании с места с небольшим нажатием на педаль акселератора (например, 60 %) частота вращения двигателя подводится к низкому уровню, при котором может включаться сцепление. При трогании с места с большим нажатием на педаль акселератора (например, 100 %) частота вращения двигателя приводится к моменту замыкания при большом значении.

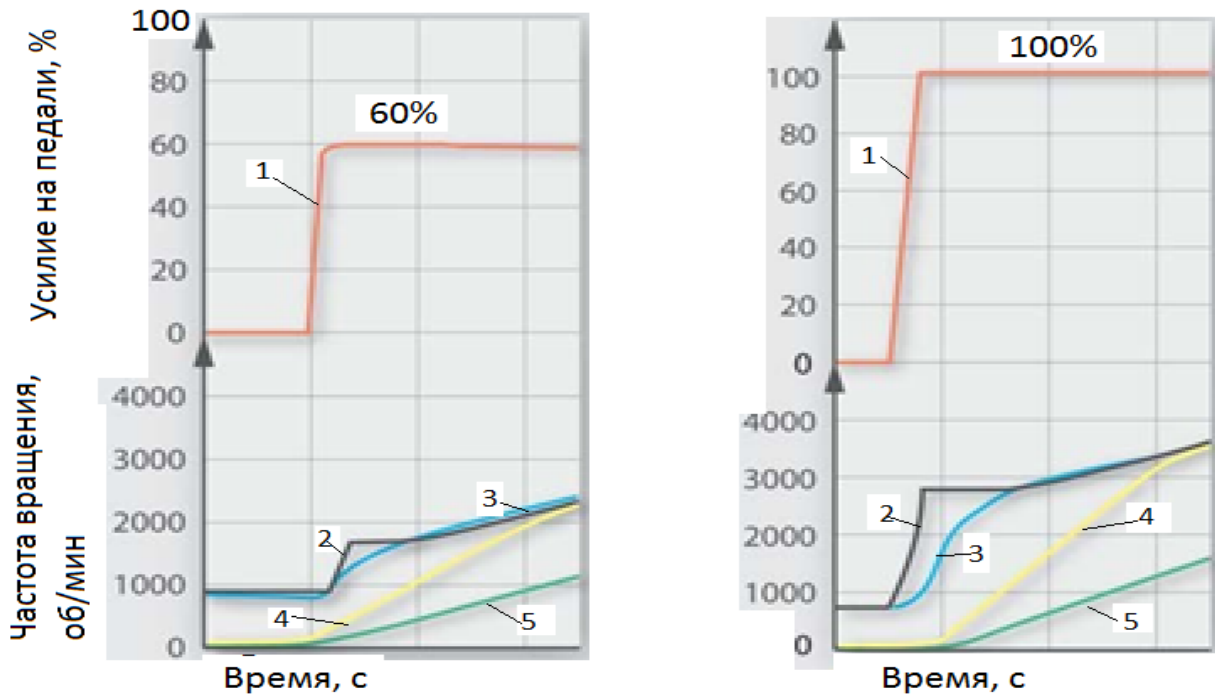


Рис. 20. Характеристики сдвоенного сцепления при трогании с места: 1 – усилие на педали акселератора,%; 2 – заданная частота вращения двигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ; 3 – частота вращения двигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ; 4 – частота вращения входного вала КПП,  $\text{мин}^{-1}$ ; 5 – частота вращения выходного вала КПП,  $\text{мин}^{-1}$

### 5.3. Изменение направления силового потока (перекрытие)

Процесс переключения передач разделён на две функции:

- включение одной передачи в делительном механизме 1 и/или делительном механизме 2 вилками переключения с гидравлическим приводом;
- изменение направления силового потока между делительным механизмом 1 и делительным механизмом 2 с помощью сцеплений К1 и К2 (рис. 21).

Изменение направления силового потока (с 1-й по 6-ю передачу) осуществляется с помощью так называемого перекрёстного переключения между сцеплениями К1 и К2. Это означает, что в процессе изменения силового потока сцепление, осуществляющее передачу силового потока

(в примере K1), поддерживается пониженным давлением в замкнутом состоянии до тех пор, пока включаемое сцепление (в примере K2) не примет на себя момент двигателя.

Процесс переключения передач сопровождается кратковременным снижением момента двигателя при переключении на повышающую передачу или увеличением момента двигателя при переключении на понижающую передачу (см. рис. 21).



Рис. 21. Изменение направления силового потока:  
 1 – включаемое сцепление; 2 – выключаемое сцепление;  
 3 – вмешательство в момент двигателя

#### 5.4. Поток мощности на различных передачах

Поток мощности передается (рис. 22–25):

- на первой передаче через муфту K1, первичный вал 1, вторичный вал 1 и дифференциал;
- на второй передаче через муфту K2, первичный вал 2, вторичный вал 1, дифференциал;
- на третьей передаче через муфту K1, первичный вал 1, вторичный вал 1 и дифференциал;
- на четвертой передаче через муфту K2, первичный вал 2, вторичный вал 1, дифференциал;
- на пятой передаче через муфту K1, первичный вал 2, вторичный вал 2 и дифференциал;
- на шестой передаче через муфту K2, первичный вал 2, вторичный вал 2, дифференциал;
- на передаче заднего хода через муфту K1, первичный вал 1, вал заднего хода, вторичный вал 1 и дифференциал. Изменение направления вращения при включенной передаче заднего хода обеспечивается посредством вала заднего хода.

При достижении точки переключения с 1-й на 2-ю передачу за счёт перекрёстного включения сцеплений K1 и K2 включается 2-я передача. Это означает, что диски сцепления K1 размыкаются, одновременно замыкаются

диски сцепления K2 и начинают передавать крутящий момент двигателя. Для повышения комфорта переключения передач и для защиты сцепления в процессе перекрёстного переключения происходит снижение крутящего момента двигателя (рис. 21).

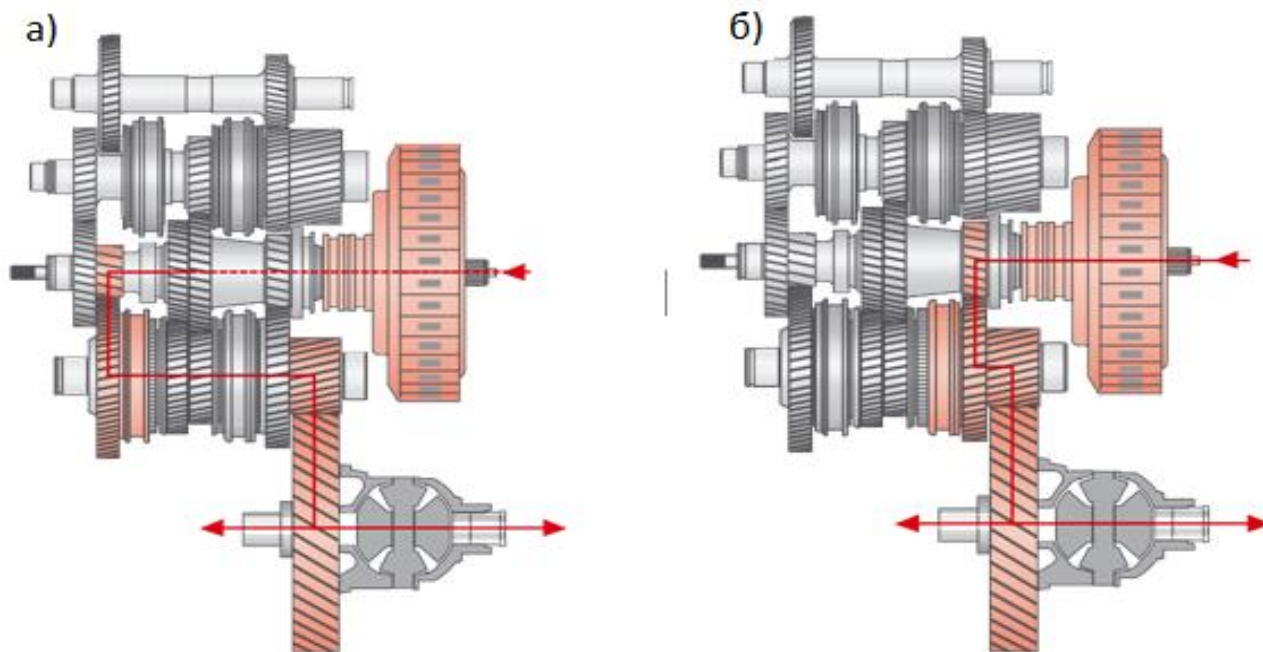


Рис. 22. Передача крутящего момента:  
а – на 1-й передаче; б – на 2-й передаче

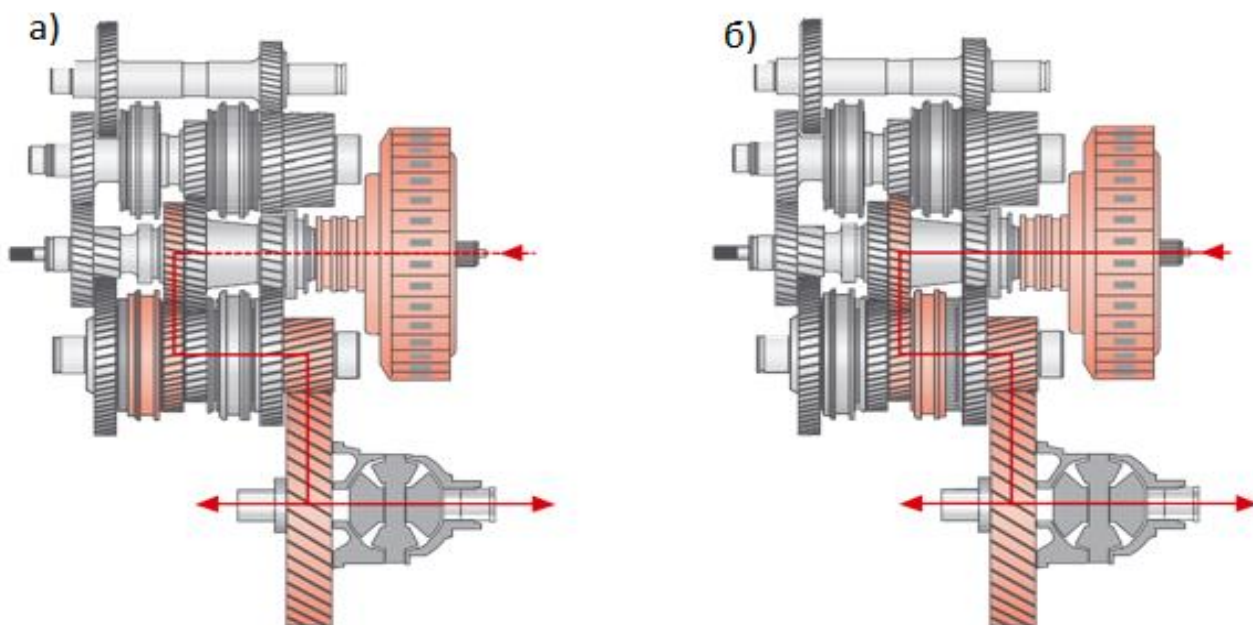


Рис. 23. Передача крутящего момента:  
а – на 3-й передаче; б – на 4-й передаче

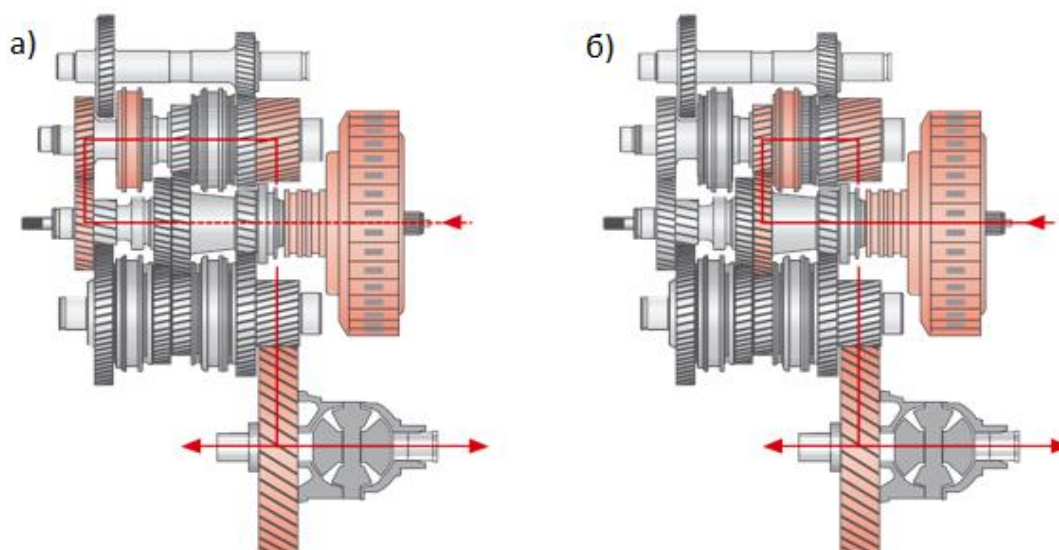


Рис. 24. Передача крутящего момента:  
а – на 5-й передаче; б – на 6-й передаче

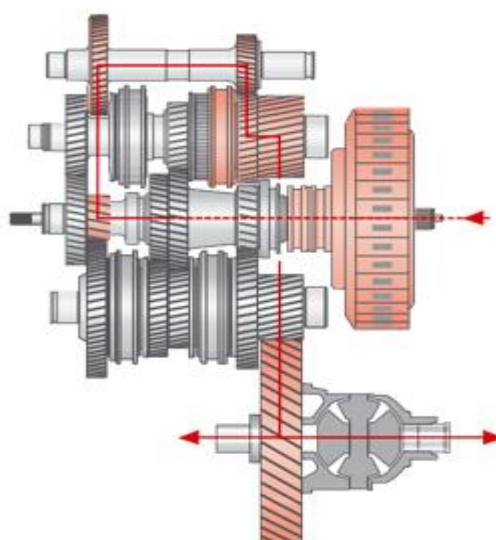


Рис. 25. Передача крутящего момента при включении заднего хода

## 6. Система управления Mechatronik

Модуль управления Mechatronik расположен непосредственно в картере коробки передач, где он омывается трансмиссионным маслом. В состав модуля входят электронный блок управления и электрогидравлические компоненты системы управления (рис. 26).

Модуль управления Mechatronik является ядром системы управления коробкой передач. Он получает информацию от различных систем автомобиля и датчиков и использует их для управления исполнительными устройствами. Непосредственно в модуле установлены двенадцать датчиков. Только два датчика находятся вне модуля.



Модуль управляет коробкой передач посредством восьми гидроцилиндров, шести клапанов регуляторов давления и пяти клапанов переключения передач. Помимо этого он регулирует давление в контуре привода муфт сцепления и подвод масла для их охлаждения. Блок управления системой Mechatronik способен к адаптации в отношении положения муфт сцепления, позиций вилок включения передач и давления масла в главной магистрали.

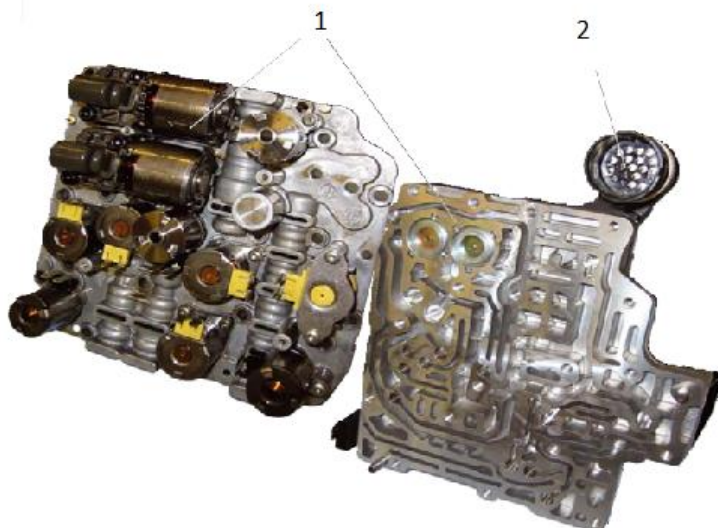


Рис. 26. Модуль управления Mechatronik:  
1 – электروهидравлический блок управления;  
2 – центральный разъем для связи с системами автомобиля

К преимуществам встроенного в коробку передач модуля управления относятся:

- расположение большинства датчиков в корпусе модуля;
- размещение всех электрических исполнительных устройств непосредственно на модуле;
- единый штекерный разъем для связи с системами автомобиля.

Эта конструкция позволяет существенно сократить число внешних разъемов и проводов. Благодаря этому повышается надежность электрических устройств и снижается масса конструкции.

## 6.1. Гидравлический контур системы управления

Все функции коробки передач выполняются в результате работы ее компонентов, включенных в общий контур циркуляции масла (рис. 27, 28). В этом контуре, включая маслосборник, циркулирует 7,2 л масла. Масло должно соответствовать следующим требованиям:

- быть пригодным для муфт сцепления и системы управления коробкой передач;
- сохранять достаточную вязкость во всем диапазоне рабочих температур;

- противостоять высоким механическим нагрузкам;
- не образовывать пены.

Масло должно обеспечивать:

- смазку и охлаждение муфт сцепления, шестерен, валов, подшипников и синхронизаторов;
- работу муфт сцепления и гидроцилиндров переключения передач.

В контур циркуляции масла включен радиатор, подключенный к системе охлаждения двигателя. Он предотвращает нагрев масла до температур выше 135 °С. Используемое масло должно соответствовать требованиям концерна «Фольксваген» – VAG ATF DSG. Марка масла – G 052 182 A2.

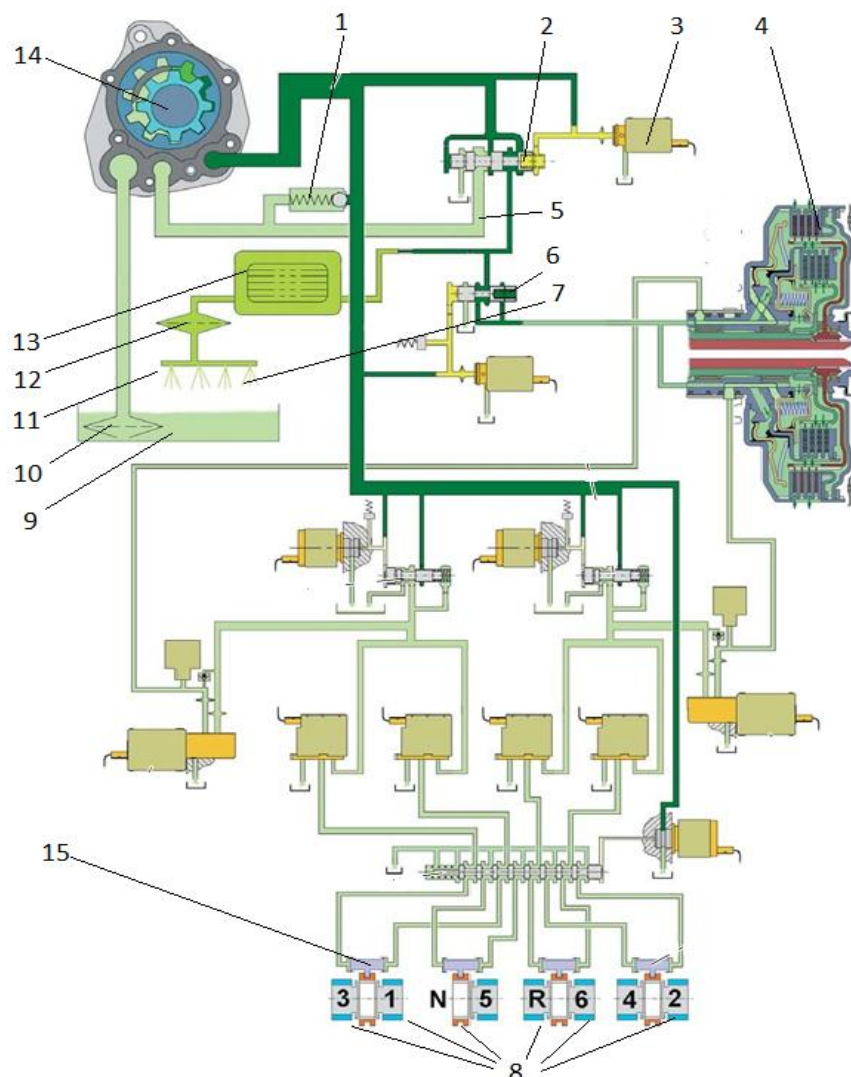


Рис. 27. Гидравлический контур системы управления коробкой передач DSG:  
 1 – редукционный клапан; 2 – золотник регулятора линейного давления;  
 3 – клапан; 4 – сдвоенное сцепление; 5 – возврат масла к насосу; 6 – золотник подачи охлаждающего масла в муфты сцепления; 7 – подвод масла для смазки и охлаждения зубчатых передач; 8 – гидроцилиндры переключения передач; 9 – маслосборник; 10 – масляный фильтр на стороне всасывания; 11 – трубка струйного подвода смазки для зубчатых передач; 12 – главный масляный фильтр; 13 – масляный радиатор; 14 – масляный насос; 15 – вилка переключения передач

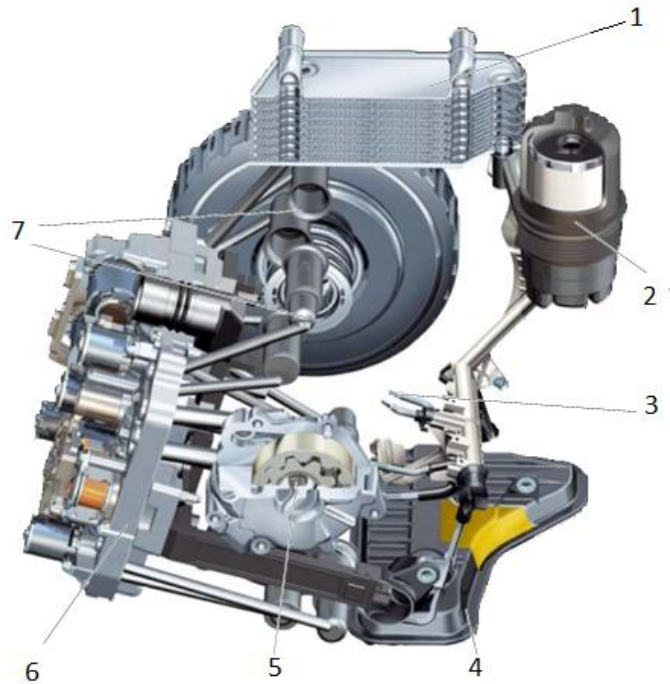


Рис. 28. Система управления коробкой передач DSG:

1 – масляный радиатор; 2 – главный масляный фильтр; 3 – трубка подачи масла на шестерни; 4 – маслосборник; 5 – масляный насос; 6 – распределительный блок; 7 – гидроцилиндры переключения передач

Насос засасывает масло из маслосборника 9 через фильтр 10 и подает его под давлением к золотнику регулятора линейного давления 2. Этот золотник управляется посредством клапана 3 регулятора линейного давления, от его перемещения зависит давление в главной магистрали коробки передач.

Клапан расположен в электрогидравлической части модуля Mechatronik. Этот электромагнитный клапан является модулятором давления масла. Посредством него регулируется линейное давление масла в главной магистрали гидравлической части модуля управления Mechatronik. При расчете линейного давления определяющей величиной является давление масла в муфтах сцепления, которое необходимо для передачи действующего крутящего момента двигателя.

Линейное давление корректируется также в зависимости от температуры двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Блок управления постоянно вносит коррективы в значение линейного давления в соответствии с условиями работы коробки передач.

От золотника регулятора линейного давления ответвляется канал, через который часть масла возвращается на сторону всасывания насоса. Другой канал от золотника разветвляется на два канала. Через один из этих каналов масло направляется в радиатор 13 и далее в маслосборник через находящийся под давлением главный фильтр 12. Другой канал служит для подвода масла к золотнику 6, регулирующему охлаждение муфт сцепления.

Масло под регулируемым посредством клапана 3 линейным давлением подается в гидроцилиндры 8 привода многодисковых муфт сцепления и скользящих муфт синхронизаторов. Охладитель масла подключен к системе охлаждения двигателя.

Находящийся под давлением главный масляный фильтр установлен на картере коробки передач снаружи.

Редукционный клапан 1 ограничивает давление масла в главной магистрали, не допуская его выше 32 бар.

Смазка зубчатых передач производится маслом, которое вытекает из распределительных трубок 7.

## 6.2. Масляный насос

Гидравлическая система коробки передач обслуживается масляным насосом с внутренним зацеплением шестерен и серповидной перегородкой 1 между ними (рис. 29). Насос засасывает масло из маслосборника и подает его под давлением к исполнительным устройствам. Производительность насоса достигает 100 л/мин при давлении в главной магистрали 20 бар. Масляный насос обеспечивает:

- работу многодисковых муфт сцепления,
- охлаждение муфт сцепления;
- работу гидроцилиндров переключения передач 7;
- смазку зубчатых передач.

Привод масляного насоса (рис. 30) производится через вал 1, вращающийся с частотой вращения коленчатого вала. Этот вал проходит внутри полого 1-го первичного вала 4, который в свою очередь расположен в полой 2-м первичном валу 3.

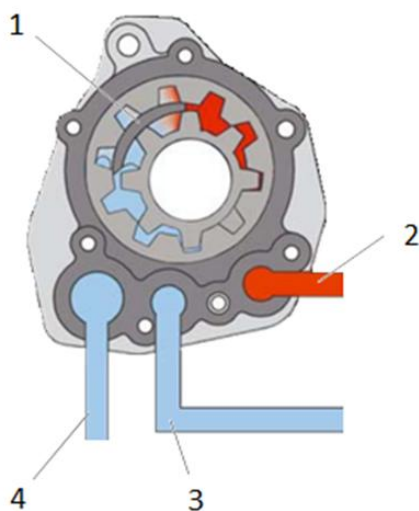


Рис. 29. Масляный насос:

1 – серповидная перегородка; 2 – сторона нагнетания;  
3 – возврат масла на сторону всасывания; 4 – сторона всасывания

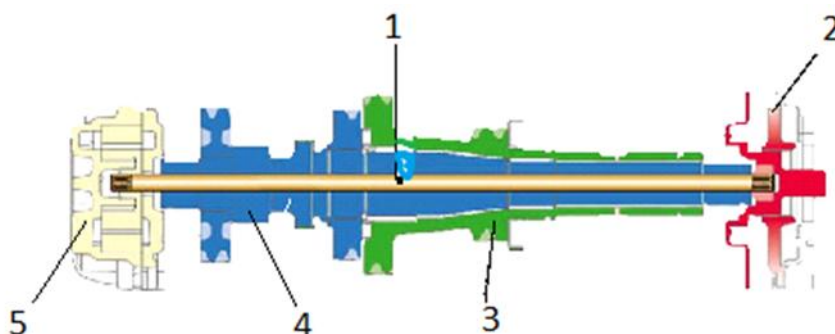


Рис. 30. Привод масляного насоса:  
1 – вал привода насоса; 2 – двухмассовый маховик; 3 – 2-й первичный вал;  
4 – 1-й первичный вал; 5 – масляный насос

### 6.3. Система охлаждения муфт сцепления

Трение между дисками муфт приводит к повышению их температуры. Предотвратить их перегрев можно только, применив принудительное охлаждение.

В гидравлической системе коробки передач предусмотрен специальный контур циркуляции масла для охлаждения муфт сцепления. В этот контур входят распределяющий поток масла золотник 1 и регулирующий давление клапан 2 (рис. 31).

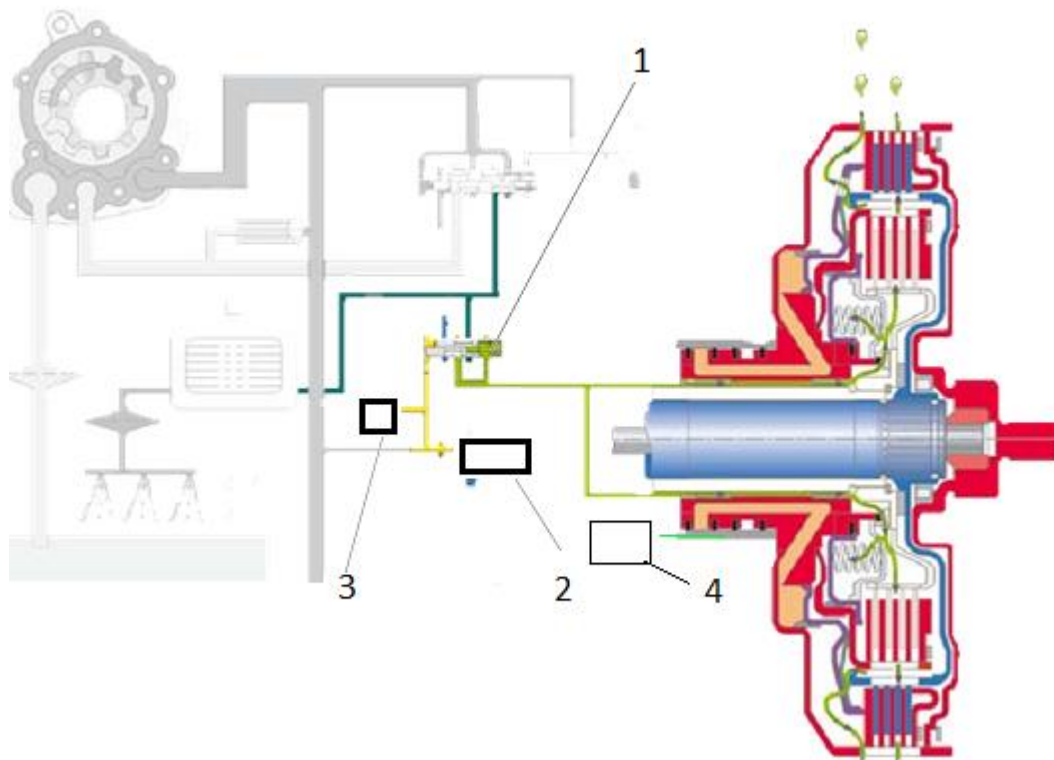


Рис. 31. Устройство системы охлаждения:  
1 – золотник-распределитель охлаждающего масла; 2 – клапан давления;  
3 – гидроаккумулятор; 4 – датчик температуры

Датчик 4 служит для измерения температуры масла на выходе из многодисковых муфт сцепления. По сигналу этого датчика электронный блок управления подает команду на регулирующий давление клапан 2. Этот клапан изменяет давление масла, действующее на распределительный золотник 1, в зависимости от измеренной температуры масла. Золотник перемещается в соответствии с величиной действующего на него давления, открывая или закрывая канал подвода охлаждающего масла к муфтам сцепления. Гидроаккумулятор 3 служит для поддержания рабочего давления в системе.

Максимальный расход охлаждающего масла равен 20 л/мин. При этом действующее в контуре охлаждения давление может повышаться до 2 бар.

Если температура охлаждающего масла на выходе становится выше 160 °С (регистрируется датчиком 4), то это означает, что достигнута критическая температура сцепления. Такая температура может возникнуть при трогании на очень крутом подъёме (возможно, с прицепом) либо, если автомобиль удерживается от скатывания на склоне за счёт дозированного нажатия на педаль акселератора (без использования рабочей тормозной системы).

В качестве защитной функции в подобном случае используется пульсирующее управление, что ощущается в виде сильных рывков автомобиля («предупредительные рывки»). Одновременно на комбинации приборов мигает индикатор положения селектора.

Цель «предупредительных рывков» – вынудить водителя прекратить движение и предотвратить дальнейший рост температуры сцепления.

### **6.4. Процесс переключения передач**

Переключение передач производится посредством вилок и синхронизаторов такого же типа, как у обычных механических коробок передач. Каждая из вилок используется для включения двух передач.

В коробке передач DSG (рис. 32) используется гидравлический привод вилок включения передач, а не привод посредством тяг и рычагов, применяемый обычно у механических коробок передач. Штоки вилок включения передач перемещаются в гидроцилиндрах на шариках.

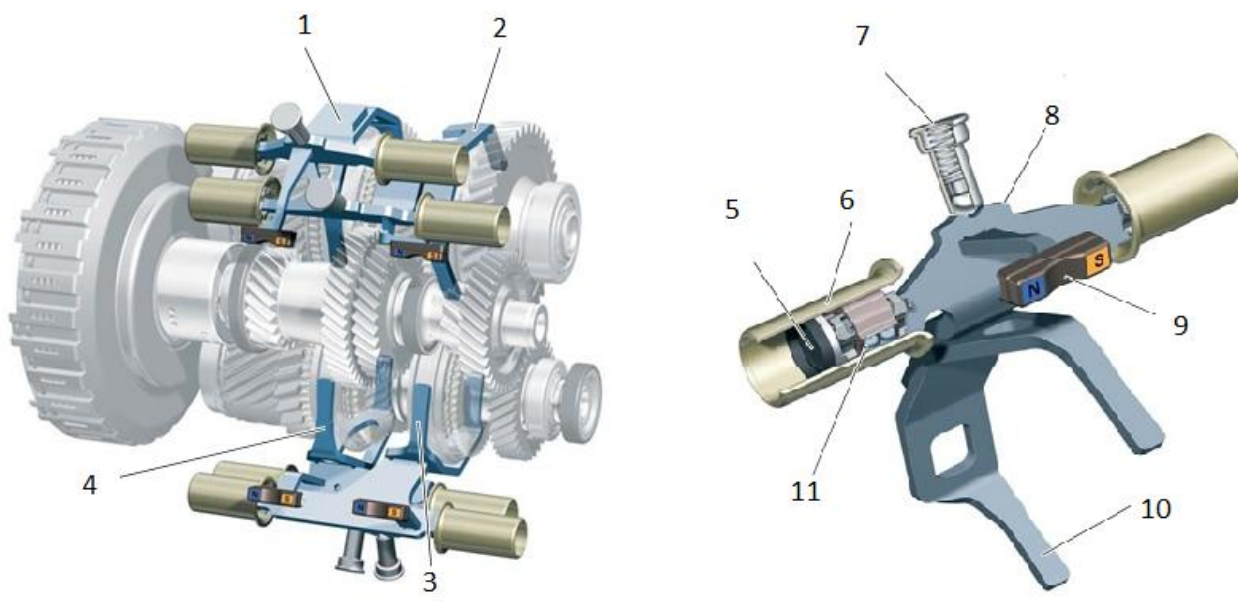


Рис. 32. Механизм переключения:

1, 2, 3, 4 – вилки переключения 2/4, 3/1, 6/R, 5/R передач; 5 – плунжер;  
6 – гидроцилиндр; 7 – фиксатор; 8 – кулиса фиксатора; 9 – магнит датчика  
перемещения; 10 – вилка; 11 – роликовый подшипник

Процесс включения передачи начинается с команды системы Mechatronik на подачу масла, например, в левый гидроцилиндр 1 привода вилки (рис. 33). Так как давление масла в правом гидроцилиндре отсутствует, шток вместе с вилок перемещается вправо, увлекая за собой скользящую муфту синхронизатора 7. В результате производится включение передачи.

После включения передачи находящийся под давлением гидроцилиндр переключается на слив. Муфта синхронизатора удерживается после этого за счет скосов на зубьях венца включенной шестерни и фиксатора 2, действующего на шток вилки 6. В исходном нейтральном положении вилка удерживается фиксатором, установленном в картере коробки передач.

Каждая вилка оснащена постоянным магнитом 5. Этот магнит является задающим элементом датчика перемещения, по сигналу которого система Mechatronik определяет точное положение вилок включения передач. Точное определение положения вилки необходимо для своевременной подачи масла в гидроцилиндры ее привода в процессе переключения передач.

Если отсутствуют сигналы какого-либо датчика положения, отключается управление соответствующим ему рядом передач, т. е. передачи этого ряда не включаются.

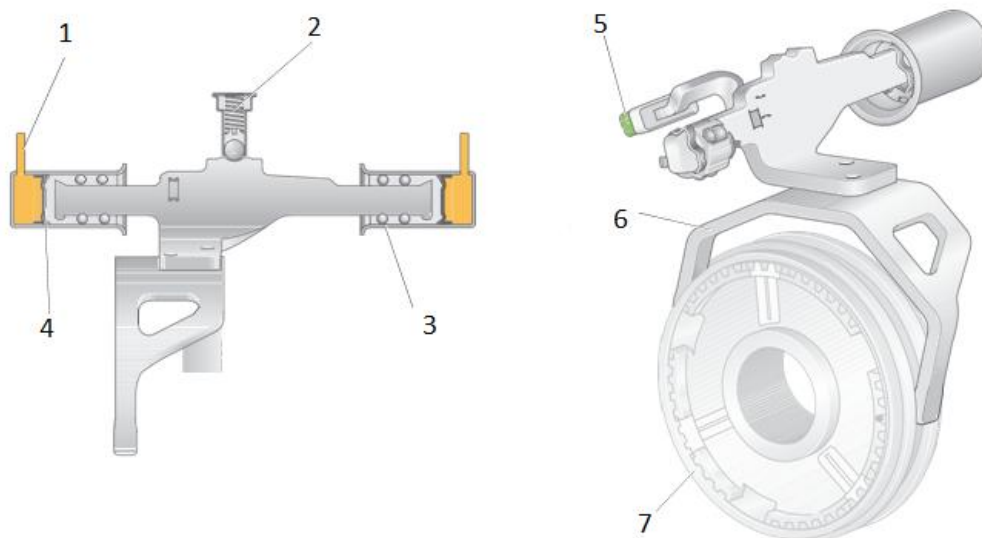


Рис. 33. Гидравлический привод вилок включения передач:  
 1 – масло под регулируемым системой Mechatronik давлением; 2 – фиксатор; 3 – гидроцилиндр; 4 – поршень; 5 – магнит датчика положения; 6 – вилка включения передач; 7 – скользящая муфта синхронизатора

## 7. Техническая эксплуатация коробки передач DSG

Сдвоенное сцепление разборке не подлежит. При снятии ведомого диска или стопорного кольца с валов могут выпасть фрикционные диски сцеплений K1 и K2. Стальные диски и фрикционные накладки сцепления подбираются на заводе-изготовителе попарно по результатам измерений. За счёт этого обеспечивается оптимальная равномерность моментов при работе сцепления, что уменьшает рывки при трогании с места. Монтажное положение дисков относительно друг друга не маркируется. После разборки сцепления или выпадения дисков невозможно установить диски так, как это было сделано на заводе. Неправильная установка приводит к возникновению рывков при трогании с места. После замены сдвоенного сцепления, блока Mechatronik или модификации ПО блока управления коробки передач необходимо провести адаптацию сцепления с помощью диагностического тестера.

Проводить замену масла в коробке передач DSG необходимо строго по регламентам производителя ( $\approx 50000$  км). Практически все типовые поломки происходят по причине несвоевременной смены масла. Очень часто изнашивается многодисковая фрикционная муфта. Это проявляется в периодическом отсутствии загрузки задней передачи и в рывках при переключениях четных передач. КПП может выходить в аварийные режимы. При этом невозможно включить нечетные передачи. Ремонт DSG в данном случае – замена фрикционной муфты целиком либо замена отдельных дисков. Далее выполняются базовая настройка и адаптация.



Также одна из проблем этих коробок – износ соленоидов, которые регулируют давление в системе Mechatronik. При этом можно ощущать рывки при переключении. Ошибок поломка не вызывает. Решить проблему можно заменой соленоидов. Также выполняется полная замена системы Mechatronik. Могут появляться определенные проблемы с электронным блоком системы Mechatronik. Они обычно выявляются при холодном пуске двигателя. Коробка DSG перейдет в аварийный режим. Иногда по этой же причине КПП может периодически переходить в аварийный режим. Восстановить работу можно заменой системы Mechatronik или ремонтом блока.

Производитель рекомендует выполнять замену масла каждые 60 тысяч километров. Но в российских условиях безопасней для коробки и правильней выполнять замену через 40 тысяч километров. При этом также необходимо заменить и масляный фильтр.

Масло G052182A2.

### **Замена масла в коробке DSG-6 Audi A3 «Qattro»**

Порядок действий:

- поднять автомобиль на подъёмнике;
- отвернуть маслосливную пробку поддона коробки;
- отвернуть трубку контроля уровня масла;
- слить старое масло;
- завернуть трубку контроля уровня масла обратно;
- подсоединить специальное устройство к маслосливному отверстию;
- опустить автомобиль;
- залить 5,5 литра нового масла в коробку;
- для доступа к фильтру коробки отсоединить и снять аккумулятор;
- заменить фильтр и установить аккумулятор на место ((момент затяжки 20 н·м);
- подсоединить диагностическую аппаратуру для контроля температуры масла в коробке и запустить двигатель;
- для прогрева коробки передвинуть селектор переключения передач во все положения с задержкой 15 секунд;
- по достижении контрольной температуры автомобиль поднять на подъёмнике;
- излишки масла слить в специальное устройство (пластиковая банка со шлангом);
- отсоединить устройство от маслосливного отверстия;
- завернуть маслосливную пробку поддона коробки (момент затяжки 30 н·м);
- опустить автомобиль;
- стереть ошибки возникшие в следствии проведенных операций, отсоединить диагностическую аппаратуру, автомобиль готов к последующей эксплуатации.