

# Альянс EUROAUTO

## Курс лекций по устройству современных транспортных средств

Среда 3-я неделя обучения

## **Тема 20. Передаточные элементы трансмиссии – 1,5 часа.**

20.1. Назначение главной передачи и межколесного дифференциала;

20.2. Недостатки дифференциалов и как решают эту проблему?

20.3. Передаточные устройства и виды передаточных устройств;

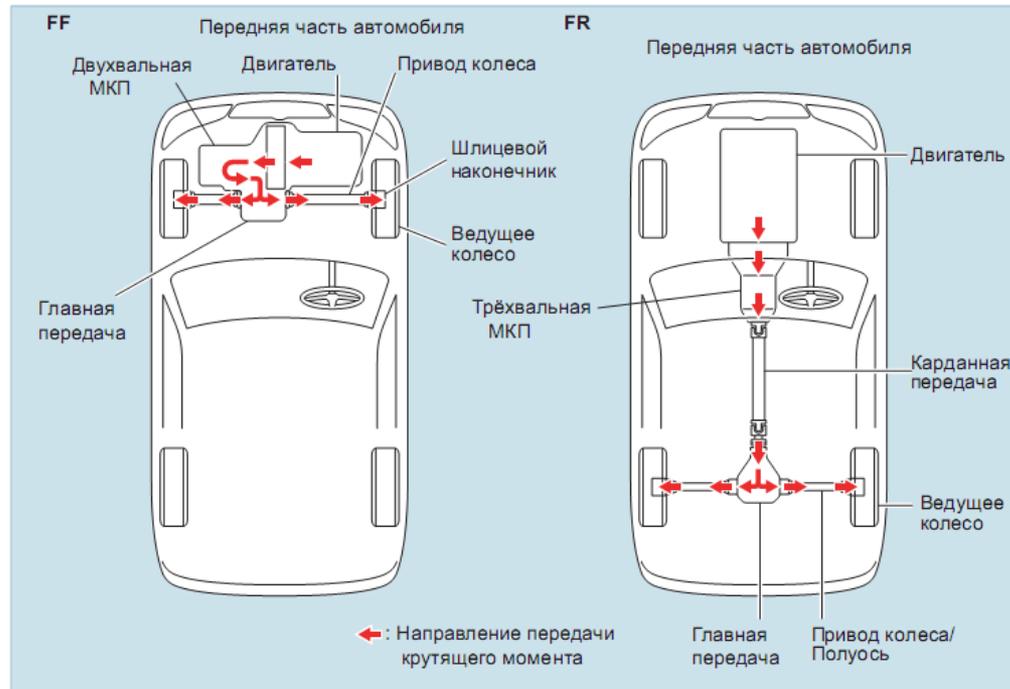
20.4. Колесный ступичный узел;

20.5. Полный привод. Вопросы и ответы;

20.6. Межосевые дифференциалы и их разновидности;

20.7. Раздаточные коробки и устройства блокировки межосевого дифференциала;

20.8. Особенности эксплуатации и технического контроля полноприводных автомобилей.



## Описание

Трансмиссия предназначена для передачи мощности двигателя на ведущие колёса.

Схема трансмиссии зависит от общей компоновки агрегатов автомобилях. На легковых автомобилях получили распространение трансмиссии, выполненные по следующим схемам:

1. Схема FF (двигатель расположен спереди, ведущие колёса - передние)

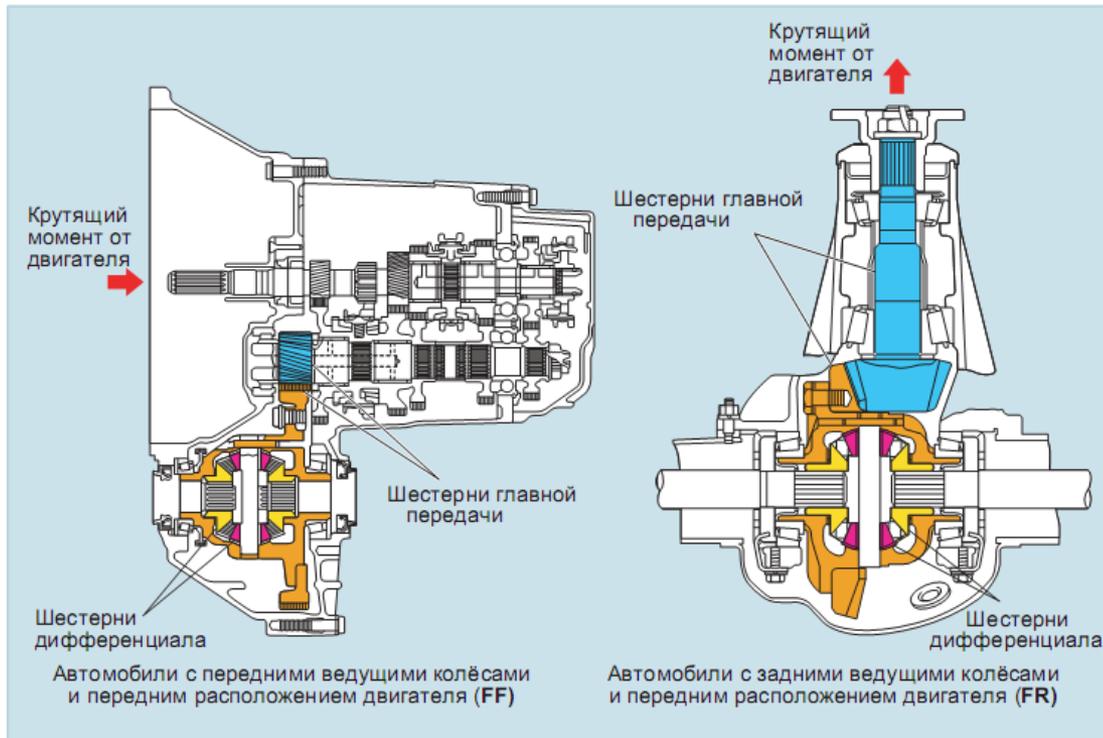
Трансмиссия состоит из 2-вальной МКП, главной передачи и дифференциала, которые расположены в одном корпусе с МКП, и приводов левого и правого ведущих колёс.

2. Схема FR (двигатель расположен спереди, ведущие колёса - задние)

Трансмиссия, выполненная по схеме FR, состоит из 3-вальной МКП, карданной передачи, главной передачи с дифференциалом и двух приводов колёс (или полуосей).

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**

Приводом колеса называют узел, состоящий из двух соединённых валом шарниров равных угловых скоростей.



## Устройство

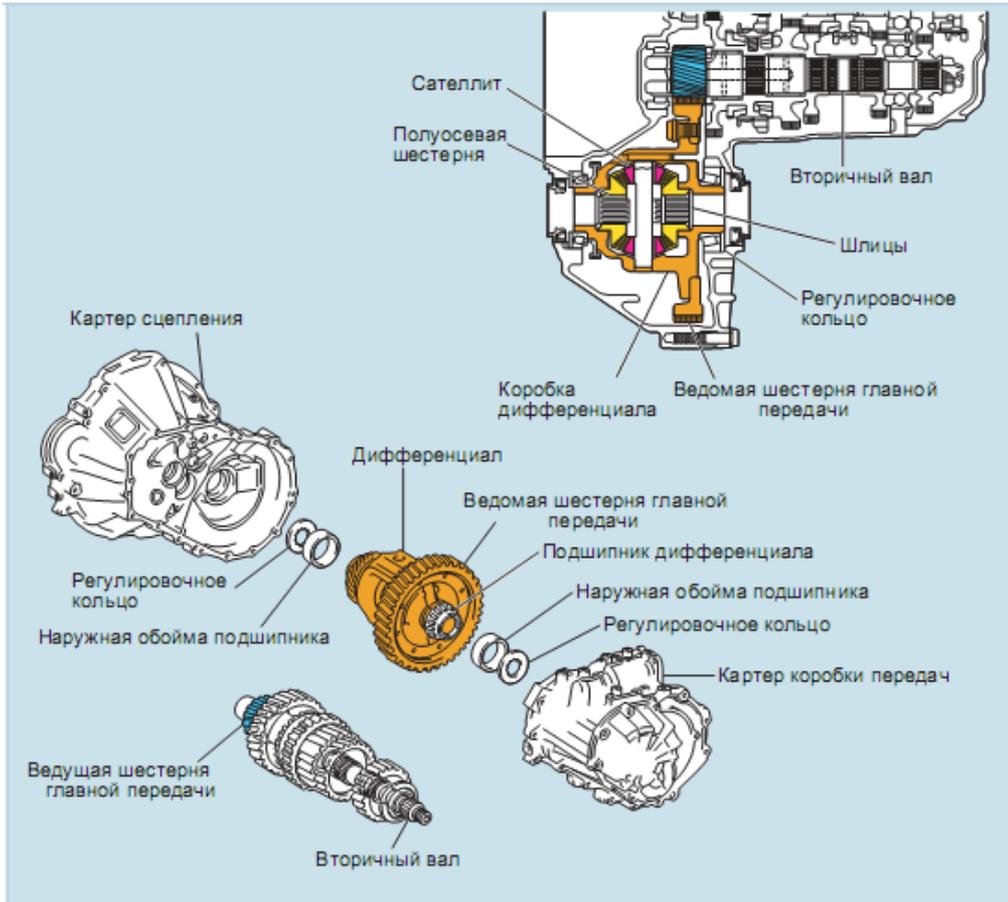
Главная передача предназначена для увеличения подводимого к ней крутящего момента и передачи его через дифференциал на приводы правого и левого колеса. Дифференциал позволяет правому и левому колёсам ведущей оси вращаться с разной угловой скоростью при поворотах автомобиля.

### 1. Главная передача

Главная передача служит для увеличения крутящего момента и уменьшения угловой скорости вращения. Главная передача автомобилей классической компоновки также служит для изменения направления вращения валов на 90 градусов.

### 2. Дифференциал

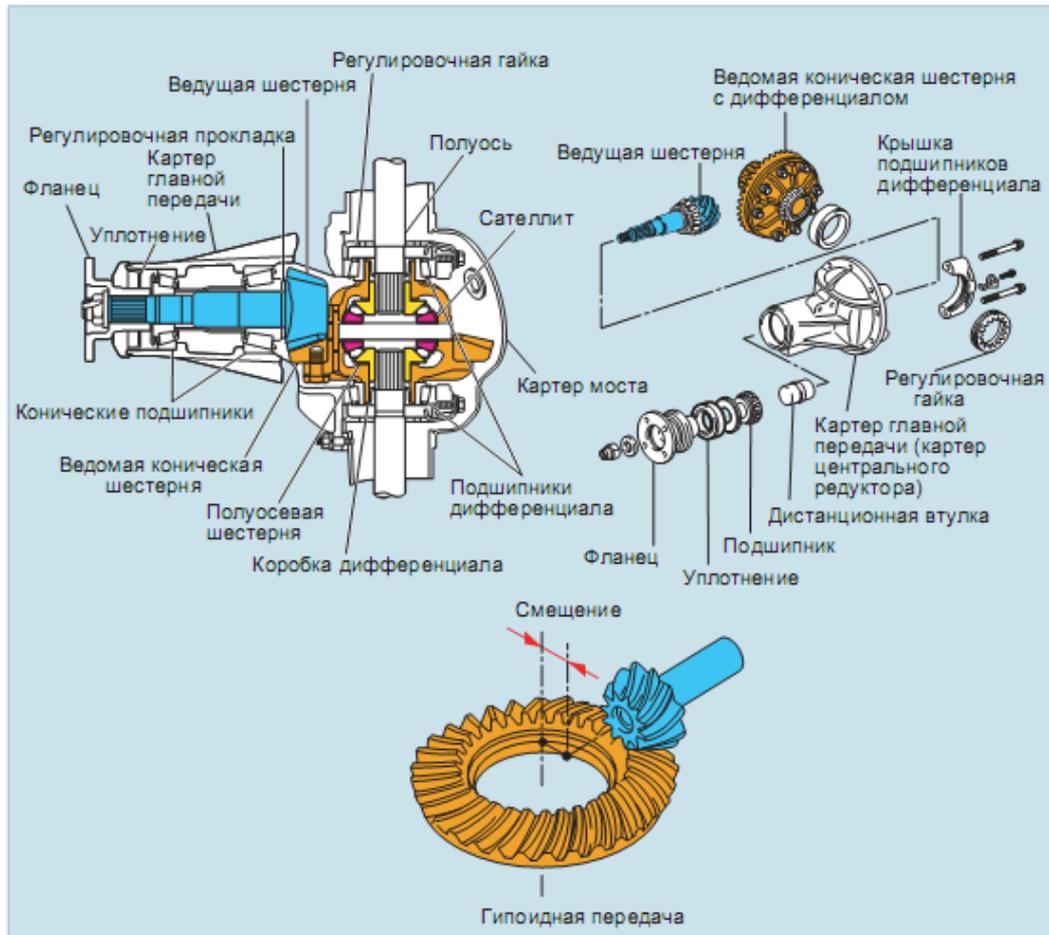
Дифференциал позволяет правому и левому колёсам ведущей оси вращаться с разной угловой скоростью. Это обеспечивает качение ведущих колёс без проскальзывания во время прохождения поворотов.



## 1. Главная передача автомобилей с передним расположением двигателя и передними ведущими колёсами

Главная передача переднеприводных автомобилей с поперечно расположенным двигателем объединена в одном корпусе с МКП. Такая главная передача монтируется между картером сцепления и картером коробки передач. Зубчатые колёса главной передачи имеют косые зубья. Ведомое зубчатое колесо главной передачи неподвижно соединяется с корпусом (коробкой) дифференциала. Корпус дифференциала вращается на двух подшипниках.

Приводы колёс внутренними шлицевыми концами установлены в шлицевых отверстиях полуосевых шестерён. На большинстве автомобилей установлен дифференциал с двумя сателлитами, однако легковые автомобили высокого класса могут иметь дифференциал с четырьмя сателлитами.



## 2. Главная передача автомобилей с передним расположением двигателя и задними ведущими колёсами

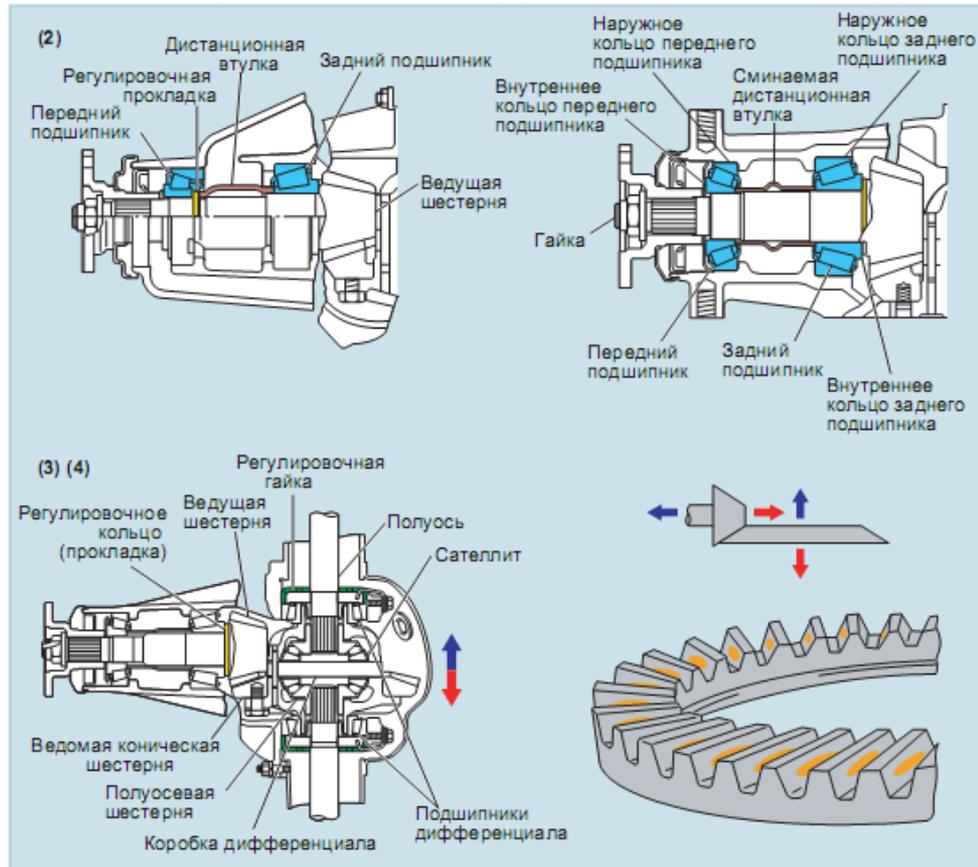
Главная передача и дифференциал образуют одну сборочную единицу, называемую центральным редуктором. Картер центрального редуктора крепится к балке заднего моста, к корпусу автомобиля или к раме.

Вилка карданной передачи своим фланцем крепится к фланцу ведущей шестерни главной передачи.

Ведущая коническая шестерня главной передачи установлена в картере центрального редуктора на двух конических подшипниках. Ведомое зубчатое колесо (шестерня) и коробка дифференциала образуют единую конструкцию, которая устанавливается в картере редуктора на двух конических подшипниках.

Оси зубчатых колёс главной передачи смещены друг относительно друга. Такая главная передача называется гипоидной. Для смазывания гипоидной передачи применяется специальное масло.

Полуоси своими шлицевыми концами установлены в шлицевые отверстия полуосевых шестерён.



## 3. Регулировка

### (1) Регулировка предварительного натяга подшипников коробки дифференциала

Коробка дифференциала вращается на конических подшипниках, которые необходимо регулировать.

### (2) Регулировка преднатяга подшипников ведущей шестерни

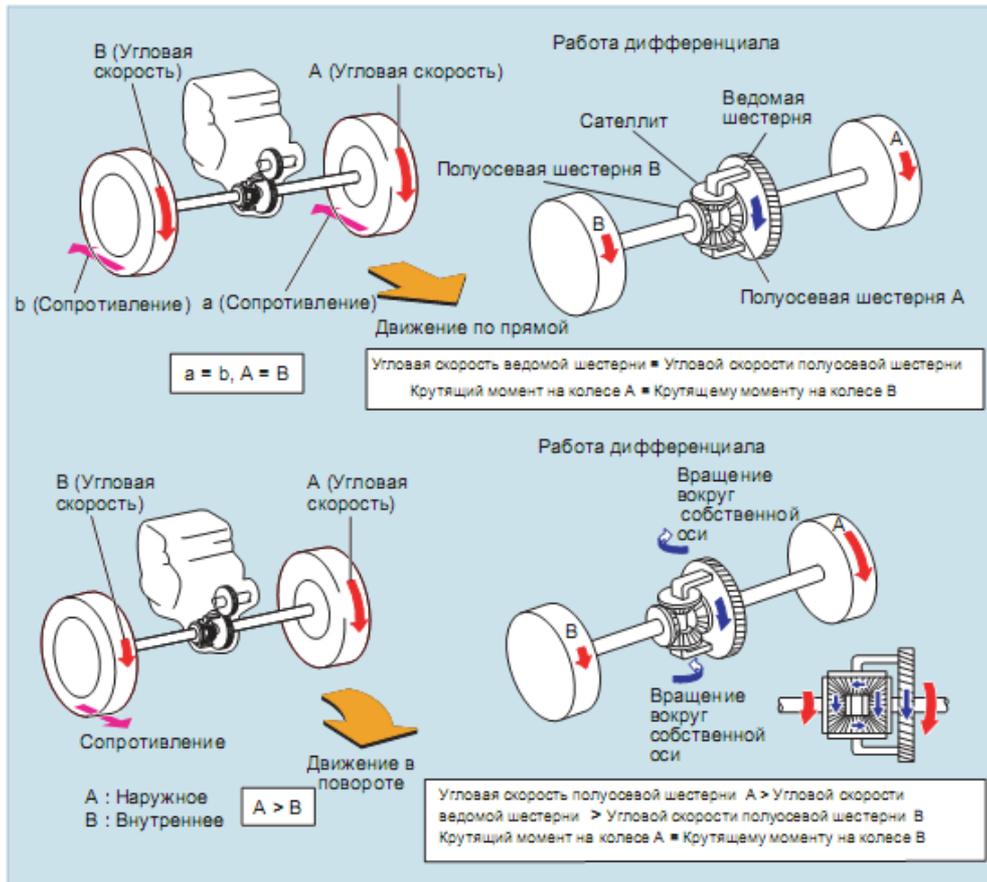
Регулировка преднатяга подшипников ведущей шестерни осуществляется посредством изменения расстояния между внутренними обоймами подшипников, причём расстояние между наружными обоймами остаётся строго фиксированным. Для этого подбирают необходимую толщину регулировочной прокладки или устанавливают специальную дистанционную втулку, которая деформируется во время затяжки гайки.

### (3) Регулировка окружного (бокового) зазора зубьев гипоидной передачи

Регулировка окружного зазора производится для обеспечения нормальной работы зубчатой передачи. Если окружной зазор велик, то коробку дифференциала сдвигают к ведущей шестерне, а если зазор мал, то коробку дифференциала отодвигают от ведущей шестерни. Регулировку производят с помощью специальных регулировочных гаек.

### (4) Регулировка гипоидной передачи по пятну контакта

Пятно контакта гипоидной пары регулируют смещением ведущей шестерни. Ведущая шестерня смещается посредством регулировочной шайбы или кольца.



## Принцип действия

### 1. При движении по прямой

При движении по прямой левое и правое колёса ведущей оси испытывают одинаковое сопротивление, поэтому ведомое колесо главной передачи, сателлиты и полуосевые шестерни вращаются как одно целое.

### 2. При движении в повороте

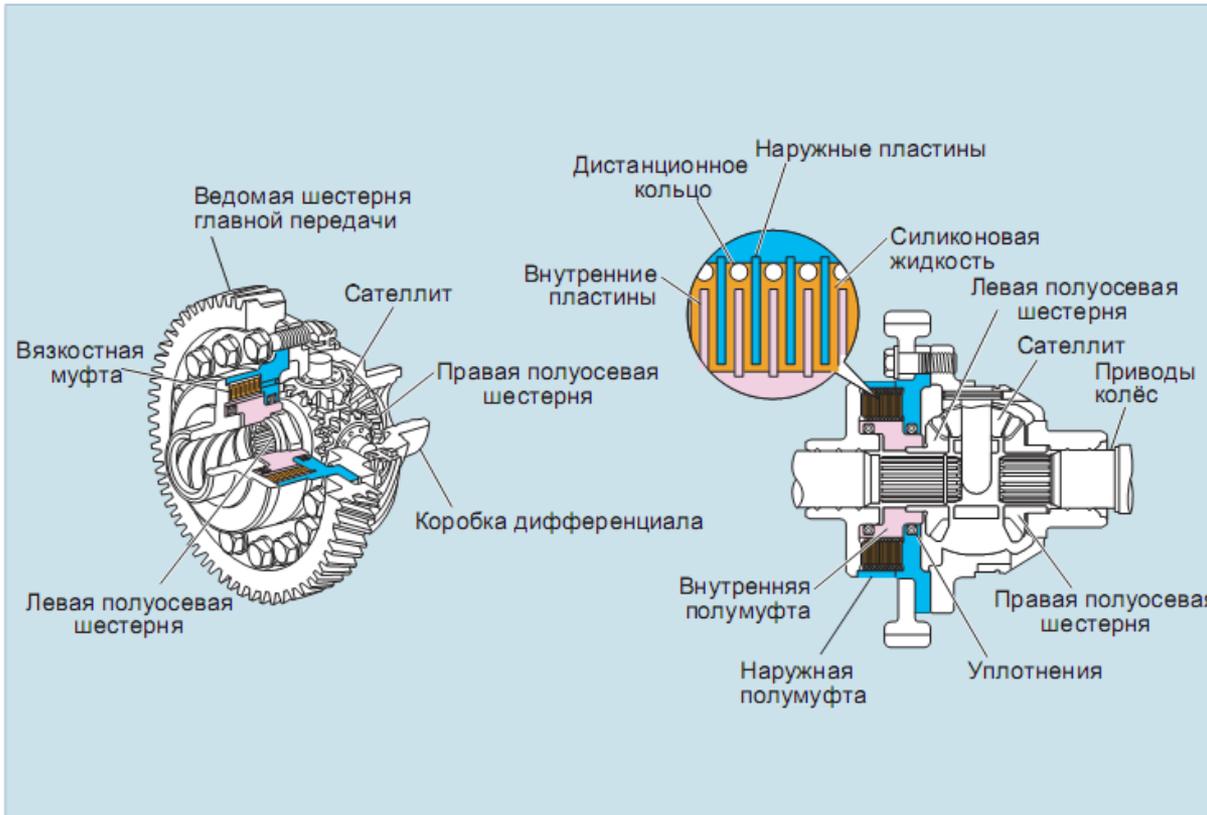
При движении в повороте угловая скорость левого и правого колёс ведущей оси отличается друг от друга. Полуосевая шестерня внутреннего колеса В вращается медленнее, а полуосевая шестерня наружного колеса А вращается быстрее. Это обеспечивается за счёт вращения сателлитов вокруг собственных осей. Таким образом автомобиль движется в повороте без проскальзывания колёс.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:

Дифференциал поровну делит крутящий момент двигателя между левым и правым колесом.

Недостатком рассмотренного дифференциала является возможность полной остановки автомобиля в случае попадания одного из колёс ведущей оси на поверхность с малым коэффициентом сцепления.

Тяговое усилие на этом колесе будет ограничено коэффициентом сцепления с дорогой. Такое же тяговое усилие будет действовать и на другом колесе, хотя оно может находиться на поверхности с высоким коэффициентом сцепления.



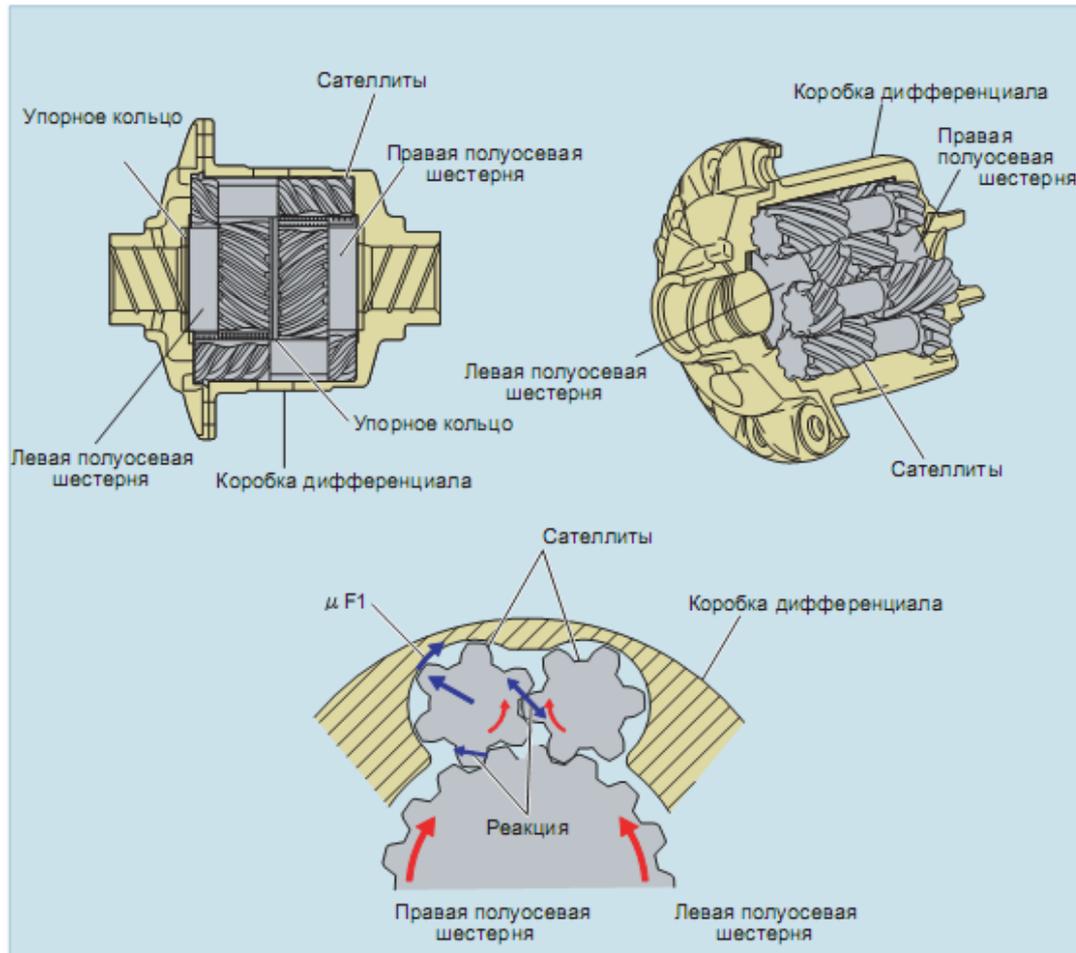
## Межколёсные дифференциалы повышенного трения

Дифференциалы повышенного трения (LSD) позволяют существенно увеличить крутящий момент на отстающем колесе по сравнению с моментом на забегающем колесе. Это позволяет автомобилю с таким дифференциалом продолжить движение даже в том случае, если одно из колёс попадёт на поверхность с низким коэффициентом сцепления. Существует несколько видов дифференциалов повышенного трения.

### 1. Дифференциал повышенного трения с вязкостной муфтой

Вязкостная муфта является разновидностью гидродинамической муфты. Вязкостная муфта передаёт крутящий момент за счёт сил трения вязкой жидкости. Вязкостная муфта повышает внутреннее трение в дифференциале за счёт жидкостного трения внутри самой муфты.

Дифференциалы повышенного трения с вязкостными муфтами используются в качестве межосевых дифференциалов полноприводных автомобилей, а также в качестве межколёсных дифференциалов ряда передне- и заднеприводных автомобилей.

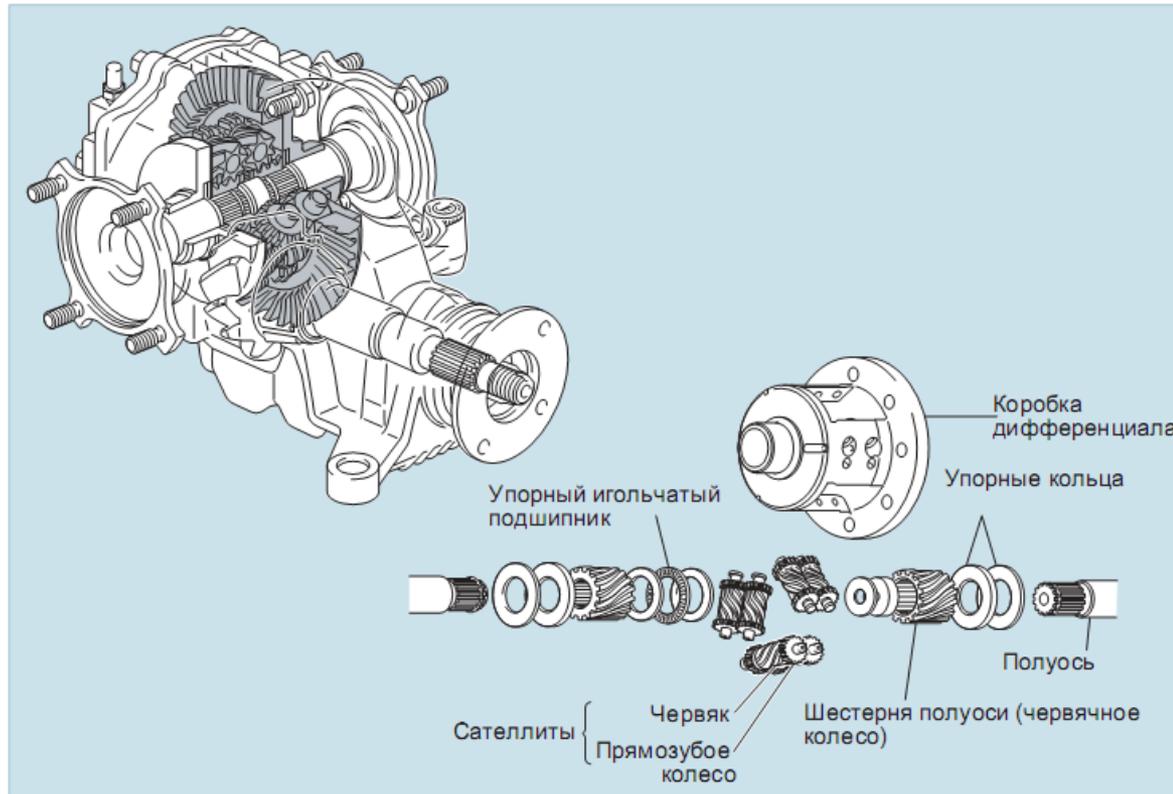


## 2. Самоблокирующийся дифференциал повышенного трения с косозубыми цилиндрическими зубчатыми колёсами

Внутреннее трение в этом дифференциале создается за счет сил трения, возникающих между периферийной поверхностью зубьев сателлитов и внутренней стенкой коробки дифференциала, а также за счет сил трения между торцевыми поверхностями полуосевых шестерён и упорными кольцами.

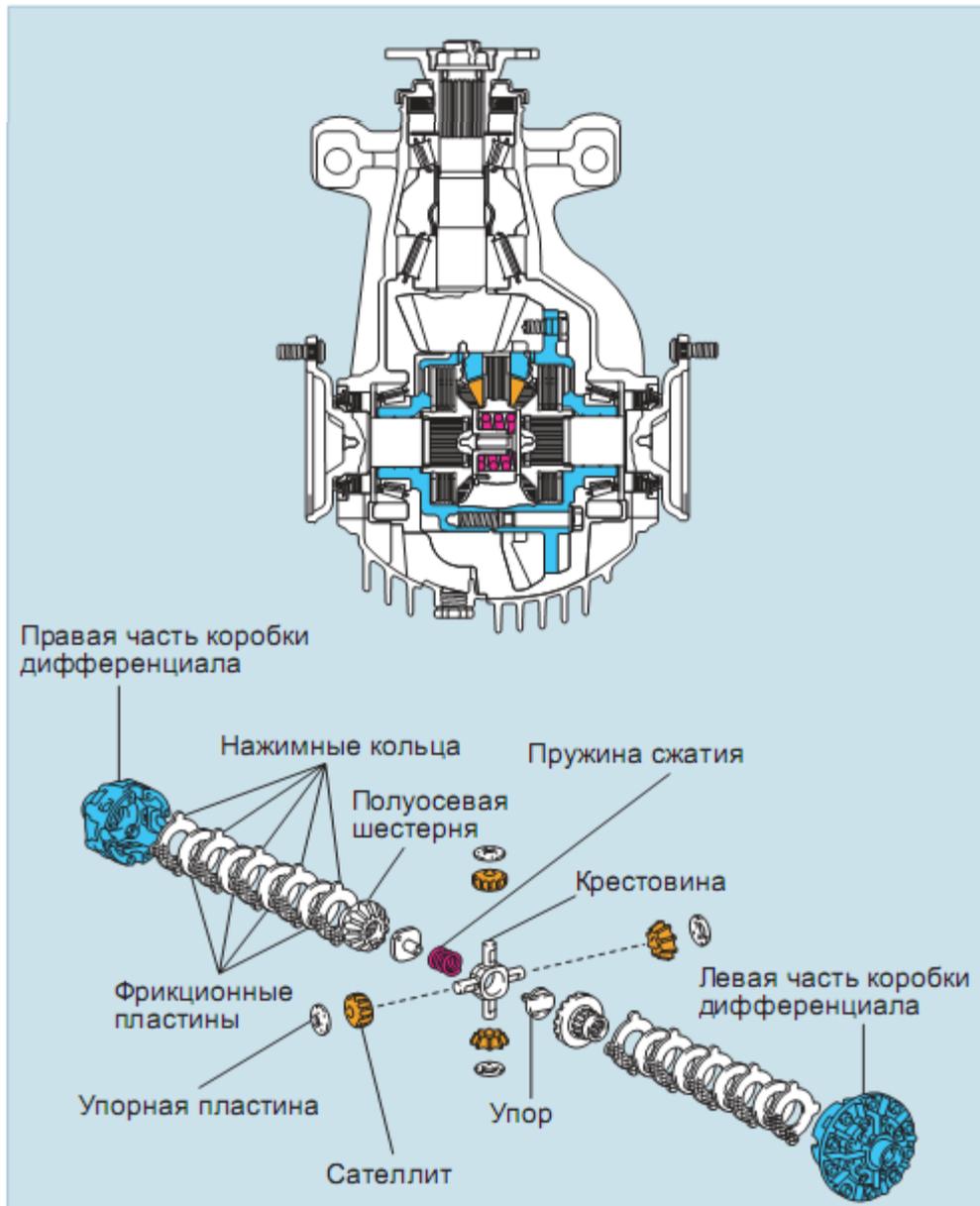
Усилие  $F_1$  (это результирующая реактивная сила, которая образуется в результате суммирования реактивных усилий в паре левый сателлит – полуосевая шестерня и в паре двух соседних сателлитов) прижимает сателлит к внутренней поверхности коробки дифференциала. Это усилие пропорционально передаваемому крутящему моменту.

Благодаря усилию  $F_1$  появляется сила трения  $\mu F_1$  (эта сила действует между периферийной поверхностью зубьев сателлитов и внутренней стенкой коробки дифференциала), стремящаяся затормозить вращение сателлитов вокруг собственных осей.



### 3. Червячный дифференциал

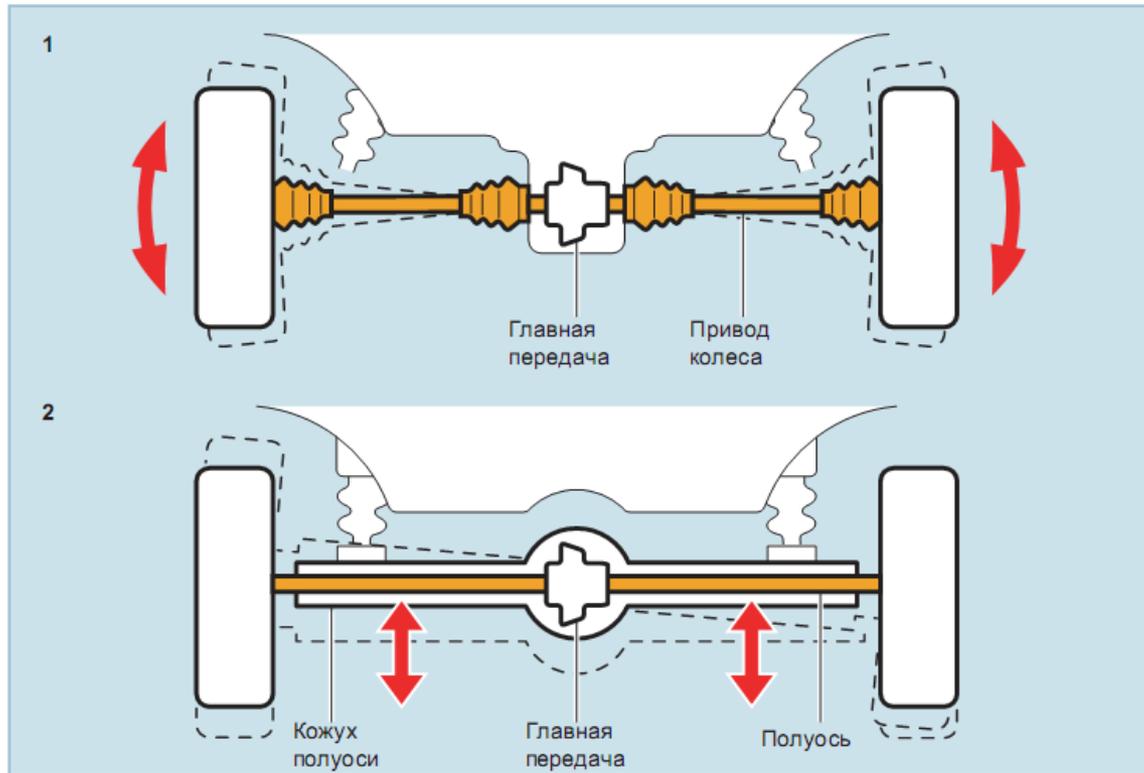
Внутреннее трение в этом дифференциале создаётся в результате трения между зубьями червяков и червячных колёс, а также в результате трения между торцевыми поверхностями коробки дифференциала, упорными кольцами и торцевыми поверхностями червячных колёс. Внутреннее трение в червячном дифференциале быстро изменяется пропорционально передаваемому крутящему моменту. Во время движения в поворотах педаль акселератора обычно отпущена, поэтому червячный дифференциал работает как обычный конический дифференциал. С увеличением степени открытия дроссельной заслонки (крутящего момента двигателя) увеличивается и внутреннее трение в дифференциале.



## 4. Многодисковый дифференциал повышенного трения

Между правой и левой полуосевыми шестернями установлена цилиндрическая пружина, которая с помощью специальных упоров сжимает между собой нажимные кольца и фрикционные диски. Возникающее между кольцами и дисками трение увеличивает значение коэффициента блокировки дифференциала.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**  
Многодисковые дифференциалы повышенного трения должны заправляться специальным маслом.



## Описание

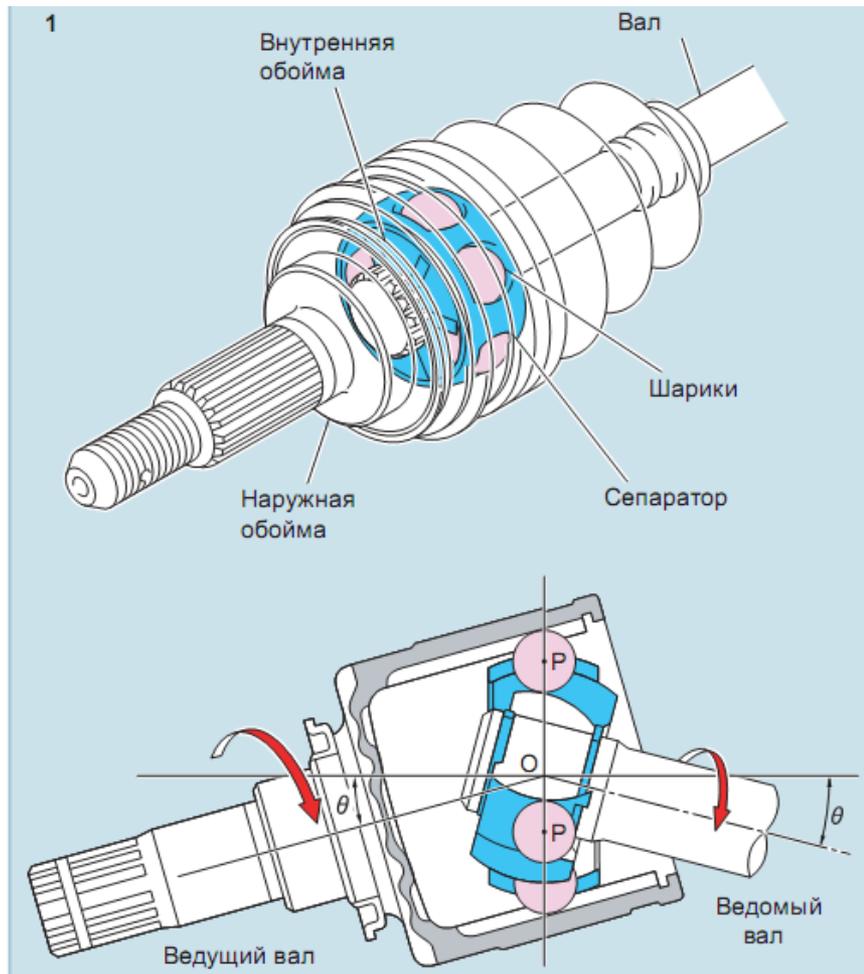
Приводы колес и полуоси предназначены для передачи крутящего момента на ведущие колёса автомобиля.

### 1. Привод колеса (при независимой подвеске)

Привод колеса должен иметь механизм, обеспечивающий изменение длины привода при ходах подвески. В случае переднеприводных автомобилей приводы колёс должны иметь синхронные шарниры (шарниры равных угловых скоростей), позволяющие передним управляемым колёсам поворачиваться вокруг своих осей.

### 2. Полуось (при зависимой подвеске)

В случае зависимой подвески левое и правое колесо ведущей оси приводятся с помощью полуосей. Полуоси размещаются внутри жёсткой балки моста, воспринимающей вес автомобиля. В средней части моста устанавливается центральный редуктор.



## (1) Шарнир равных угловых скоростей Рцеппа (Бирфильда)

Внутренняя обойма шарнира размещается внутри корпуса шарнира, выполняющего функцию наружной обоймы. Между обоймами расположены шесть стальных шариков с сепаратором. Конструкция шарнира достаточно проста и обеспечивает возможность передачи значительного крутящего момента. Такие шарниры применяют в качестве наружных шарниров приводов колёс.

## (2) Принцип работы шарнира Рцеппа

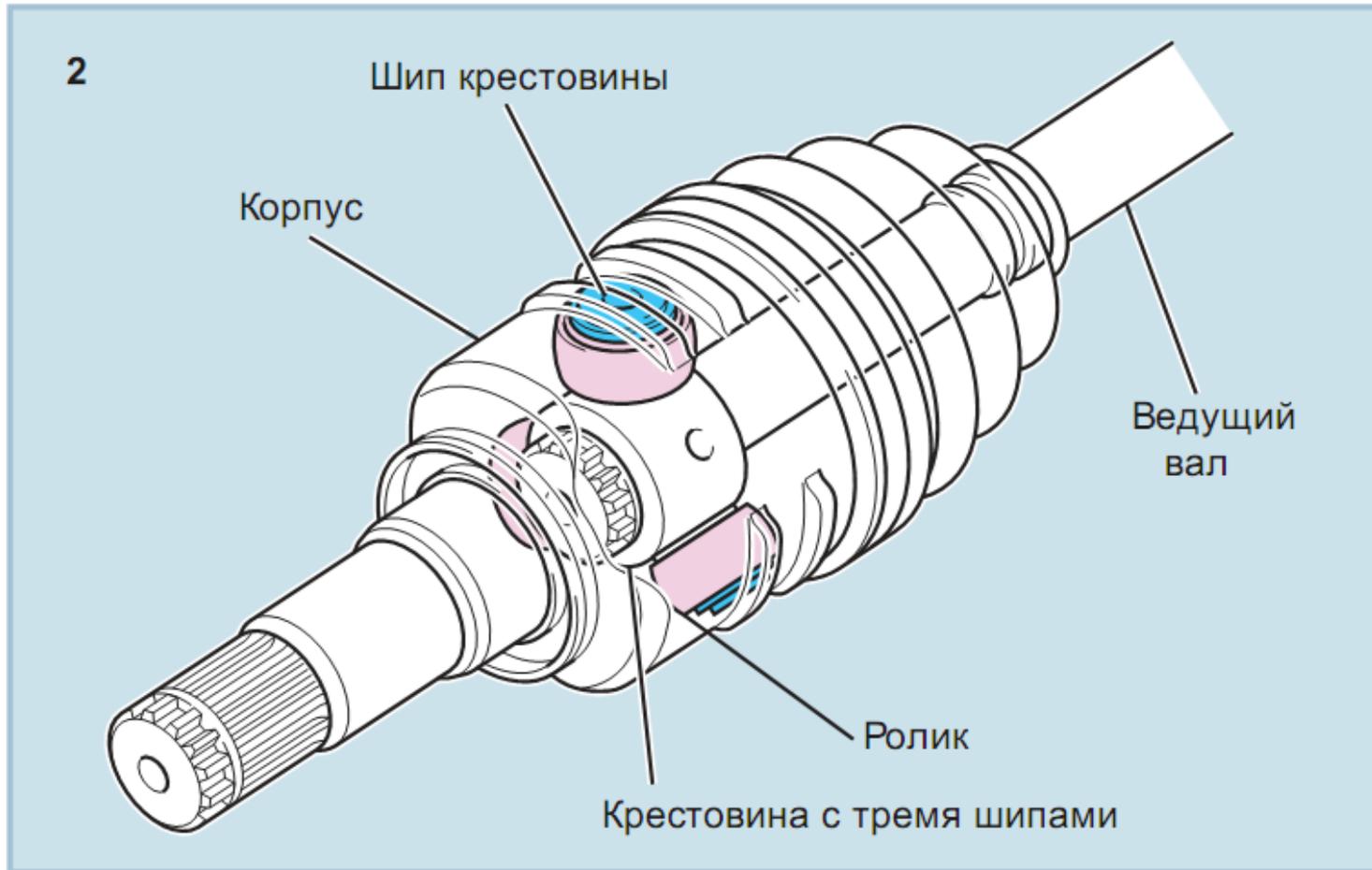
Канавки для размещения шариков выполнены таким образом, что центры всех шариков (Р) всегда располагаются в биссекторной плоскости осей валов. Поэтому угловая скорость ведомого и ведущего валов всегда одинакова.

### **Устройство и принцип действия**

#### 1. Шарниры равных угловых скоростей (синхронные шарниры)

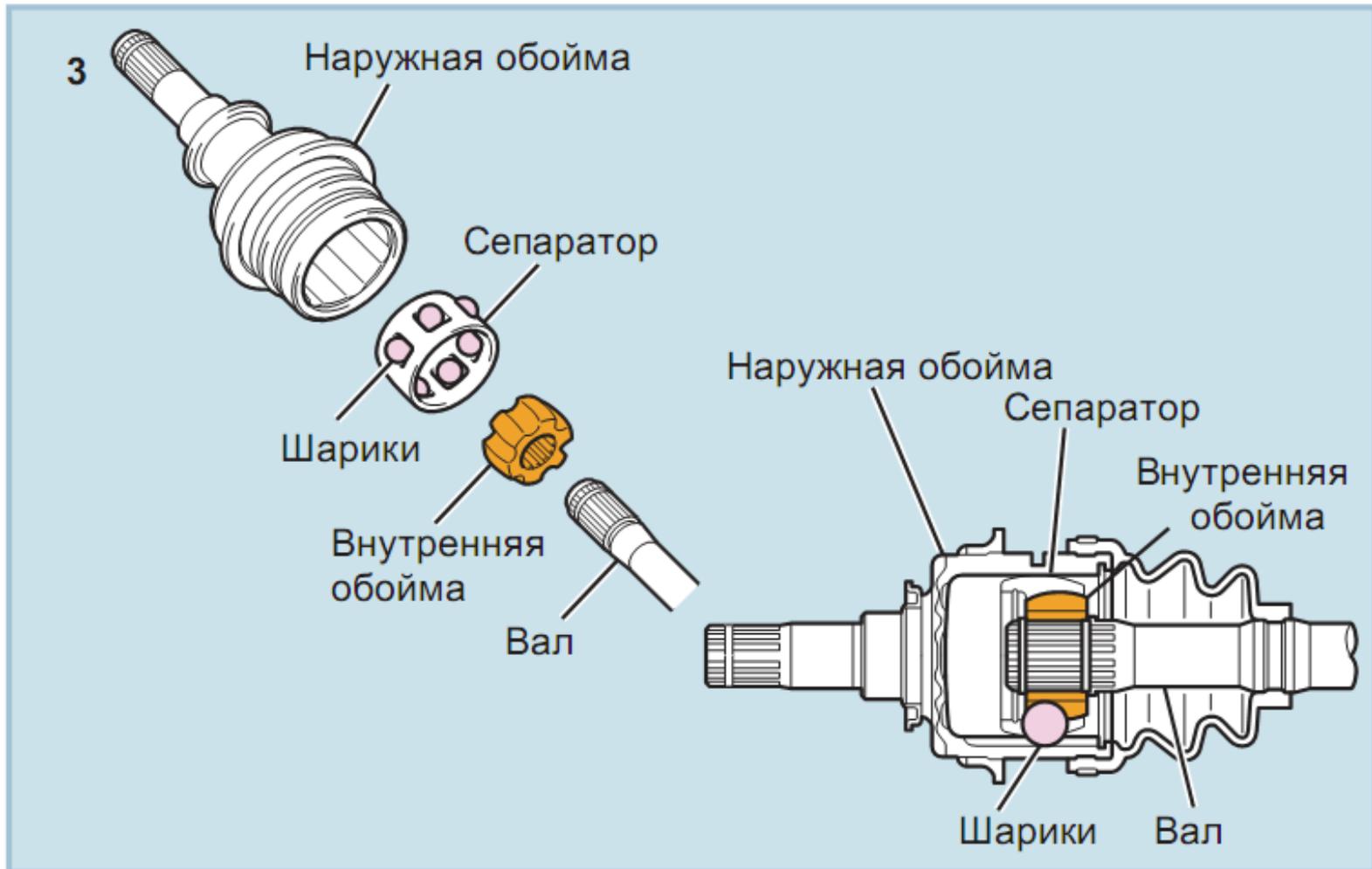
Шарниры равных угловых скоростей обеспечивают равномерное вращение валов, оси которых могут пересекаться друг с другом под разными углами. Шарниры равных угловых скоростей используются, в основном, в приводах ведущих колёс, имеющих независимую подвеску.

Существует несколько различных конструкций шарниров равных угловых скоростей.



## 2. Трипод

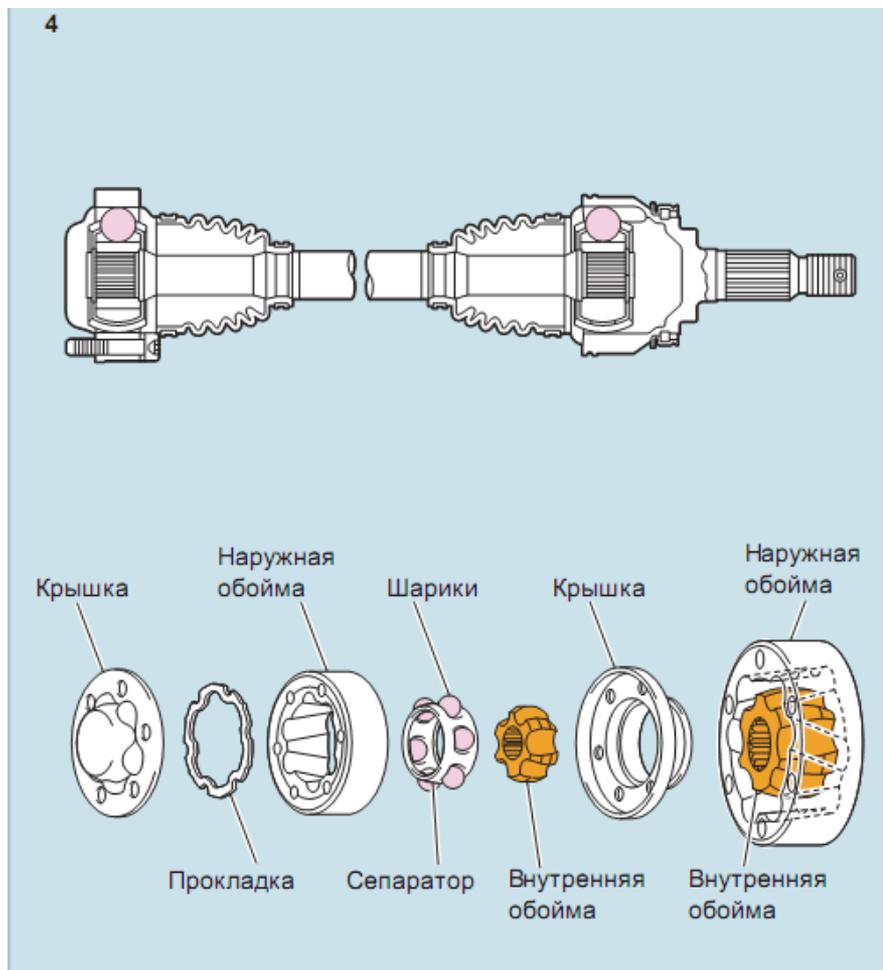
Этот синхронный шарнир состоит из крестовины с тремя шипами, расположенными в одной плоскости. На шипы крестовины установлены ролики, входящие в канавки на корпусе шарнира. Конструкция отличается простотой и легкостью изготовления. Данный шарнир допускает осевые перемещения валов относительно друг друга. Такие шарниры используются в качестве внутренних шарниров приводов колёс.



### 3. Шарниры равных угловых скоростей "плавающего" типа

Конструкция этих шарниров аналогична конструкции синхронных шарниров Рцеппа (Бирфильда). Однако "плавающие" синхронные шарниры допускают осевое перемещение валов. Внешняя и внутренняя поверхности сепаратора "плавающего" синхронного шарнира эксцентричны друг другу.

4



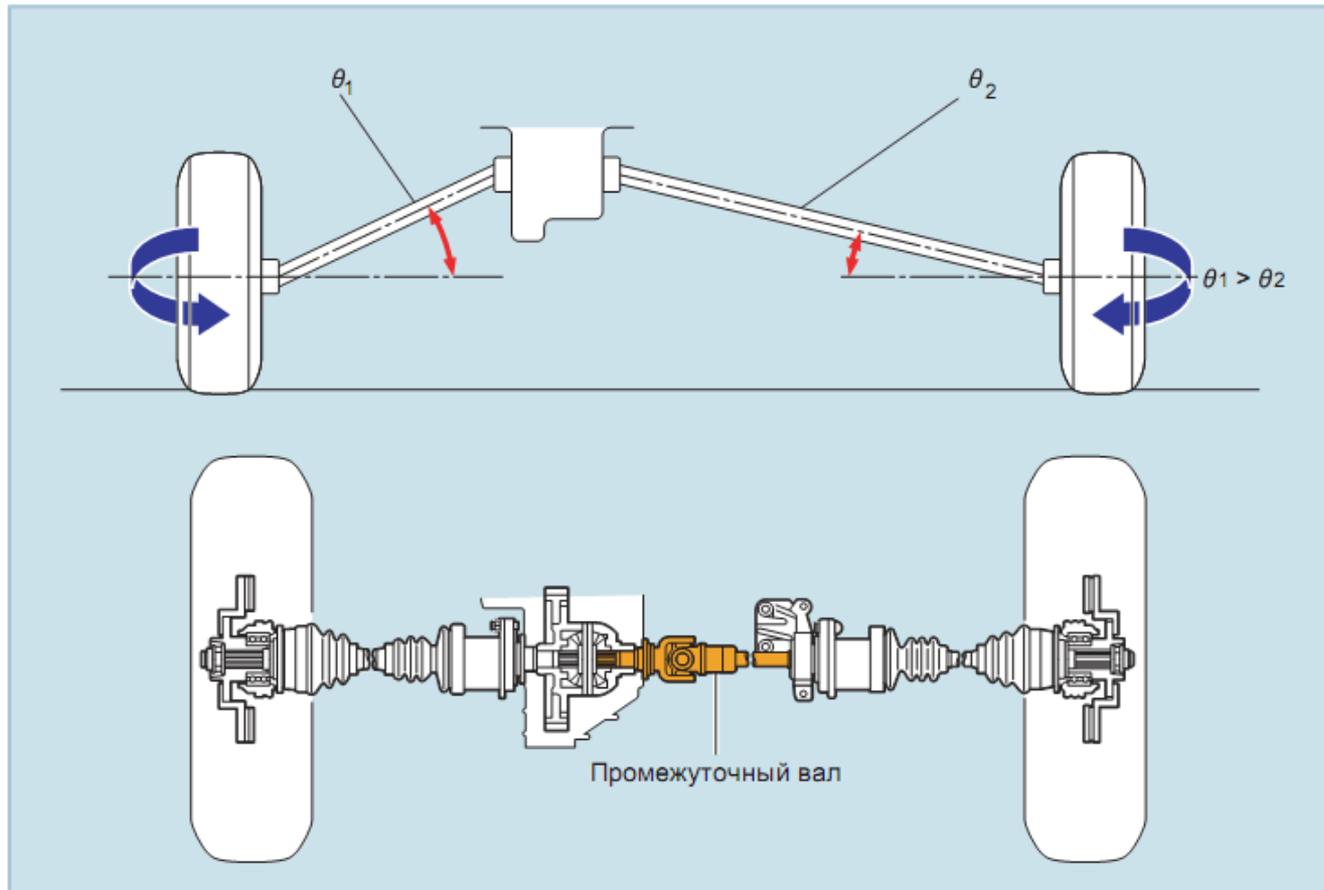
## **ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ:**

- В случае повреждения защитного чехла шарнира равных угловых скоростей смазка, которой заполнен шарнир, начинает вытекать наружу, а внутрь корпуса попадает грязь и вода. В результате появляется ненормальный шум при работе и шарнир быстро выходит из строя.
- Конструкция уплотнений шарниров равных угловых скоростей может быть различной. Строго следуйте инструкциям по монтажу защитных чехлов шарниров равных угловых скоростей, приводимых в Руководстве по ремонту и обслуживанию автомобиля.
- Марка и количество смазочного материала, которым заполняется шарнир при сборке, указаны в Руководстве по ремонту и обслуживанию автомобиля. Строго соблюдайте эти рекомендации.

## **4. Шарниры равных угловых скоростей с непараллельными канавками**

Шарниры этого типа отличаются компактностью и небольшими размерами.

Канавки для шариков на наружной и внутренней обоймах шарнира расположены под углом относительно друг друга. Шарниры с непараллельными канавками могут быть как "плавающего" типа (допускающими осевое перемещение), так и жёсткими, не допускающими осевое перемещение валов.

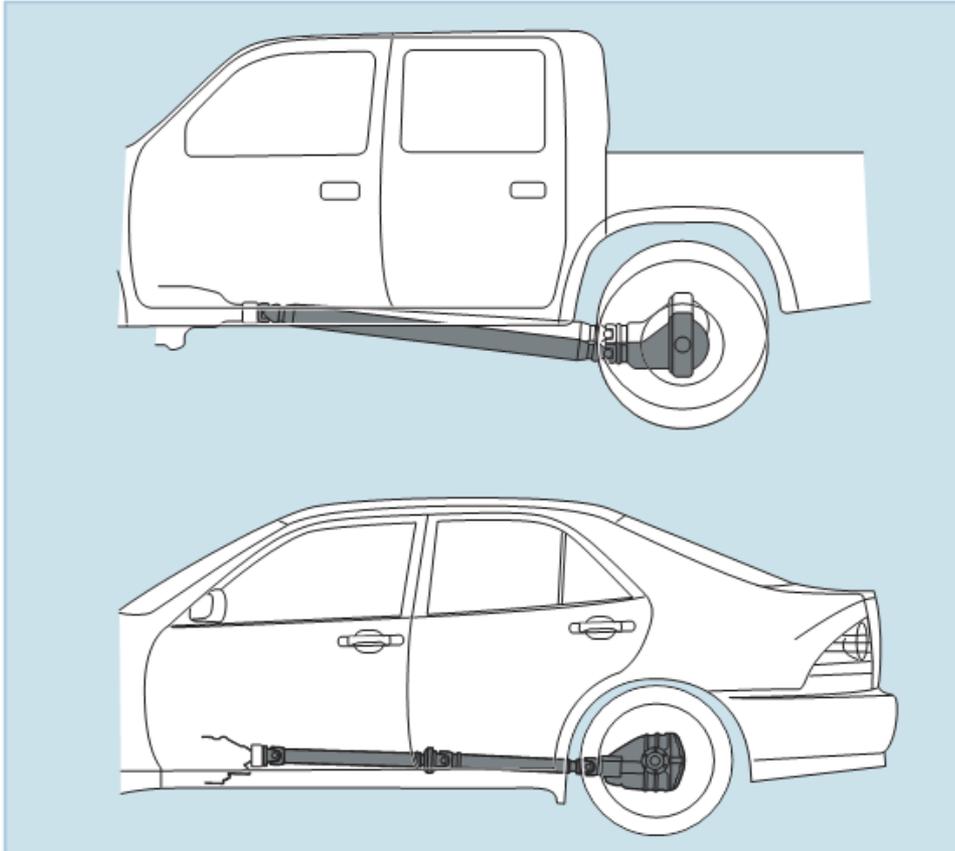


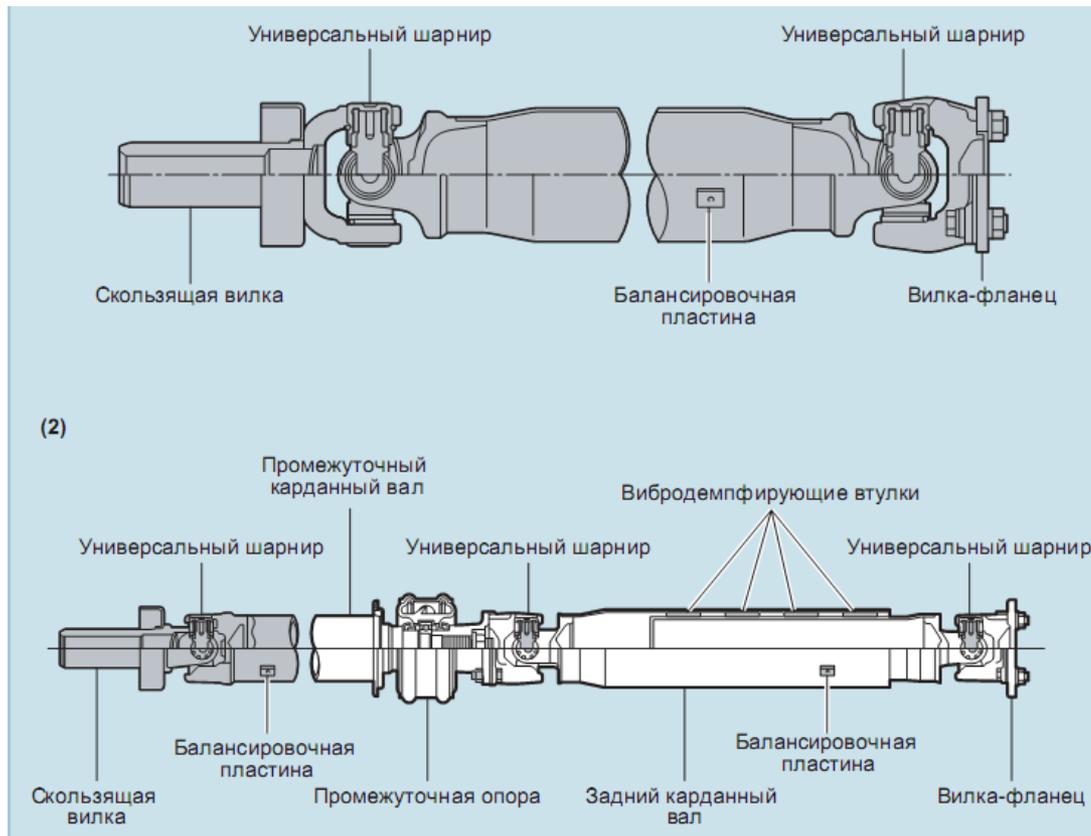
## О крутильной жёсткости приводов колёс

Если приводы правого и левого колёс имеют различную длину, то во время резкого разгона автомобиль может повести в сторону. Это явление вызвано закручиванием валов приводов на разные углы. Чтобы избежать этого, на некоторые автомобили устанавливают промежуточный вал и приводы левого и правого колёс одинаковой длины.

## Описание

Карданный вал (он устанавливается на заднеприводные автомобили с передним расположением двигателя и полноприводные автомобили) предназначен для передачи крутящего момента от коробки передач на главную передачу. Оси валов трансмиссии, которые связывает карданная передача, изменяют своё положение в пространстве и не лежат на одной прямой. В результате прогиба рессор расстояние между коробкой передач и ведущим мостом изменяется, поэтому карданный вал должен изменять свою длину. Для этого используется подвижное шлицевое соединение. Коробка передач установлена выше, чем ведущий мост, в результате чего карданный вал располагается наклонно. Карданная передача должна обеспечивать передачу крутящего момента двигателя без искажений при любых условиях работы.





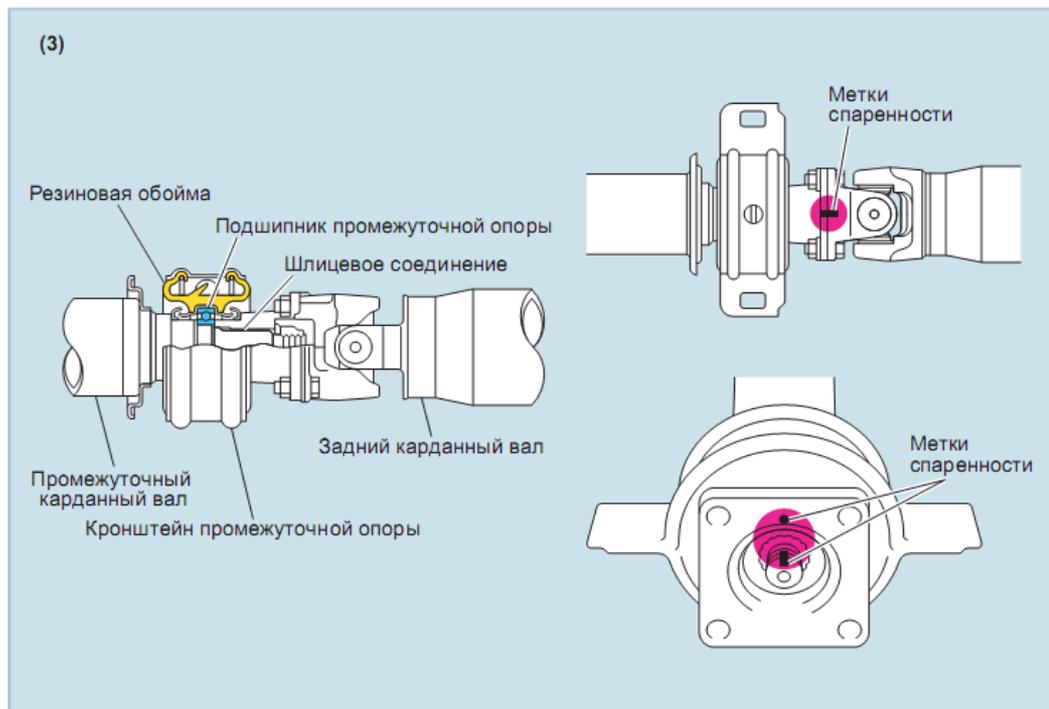
## Устройство и принцип действия

### 1 Карданная передача

Карданный вал представляет собой лёгкую, пустотелую стальную трубу. Вал имеет высокую жёсткость на кручение и изгиб. Карданный вал, обычно, изготавливается из одного отрезка трубы, к концам которого приваривают вилки универсальных (асинхронных) шарниров. Наблюдается тенденция к широкому использованию 3-шарнирных карданных передач, которые имеют меньшую склонность к вибрациям при высокой частоте вращения.

(1) 2-шарнирная карданная передача Расстояние между опорами в 2-шарнирной карданной передаче достаточно большое. На высоких частотах вращения из-за остаточного дисбаланса такой карданный вал будет немного изгибаться. Прогиб вала вызывает ещё больший дисбаланс, что является причиной возбуждения вибрации.

(2) 3-шарнирная карданная передача Расстояние между опорами валов в 3-шарнирной карданной передаче меньше. Поэтому стрела прогиба валов под действием остаточного дисбаланса оказывается меньше. В результате 3-шарнирная карданная передача менее склонна к вибрациям на повышенных частотах вращения.

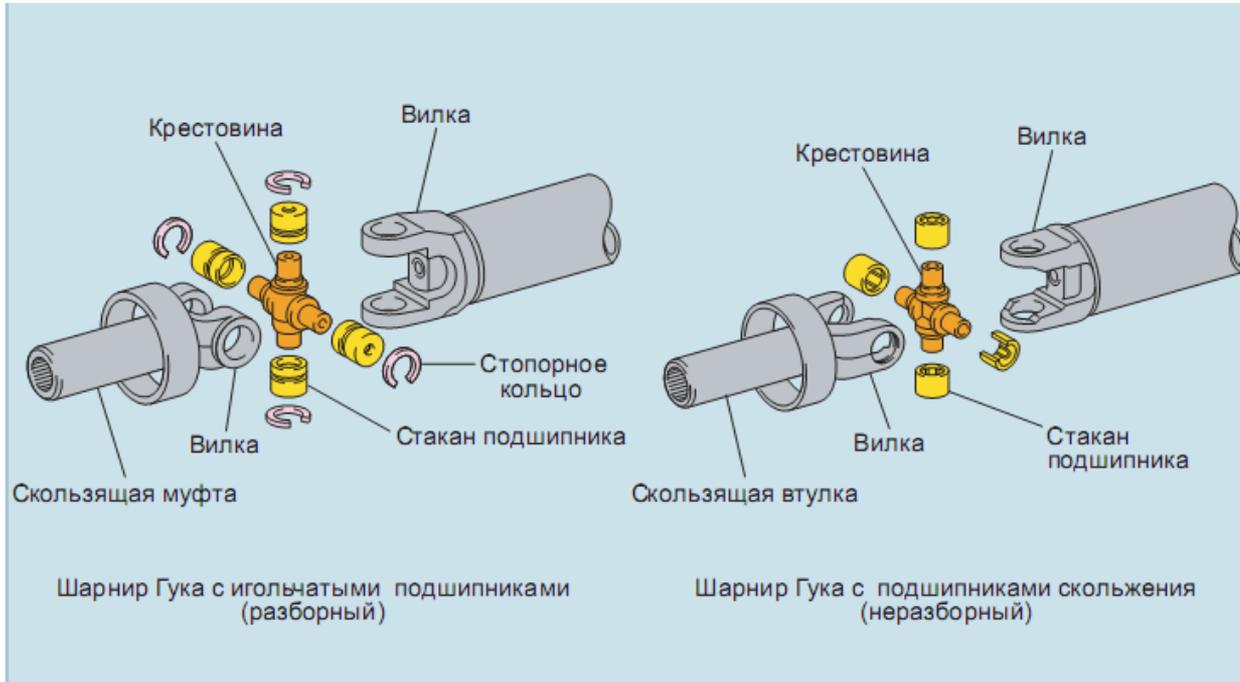


### (3) Промежуточная опора

Промежуточная опора предназначена для опирания трёхшарнирной карданной передачи в средней части. Подшипник промежуточной опоры закреплён на заднем конце промежуточного карданного вала при помощи шлицевого фланца. Промежуточная опора состоит из подшипника, резиновой обоймы и кронштейна для закрепления опоры на кузове автомобиля. Резиновая обойма служит для гашения вибраций карданной передачи. За счёт использования двух валов и эластичной опоры вибрации трёхшарнирной карданной передачи сведены к минимуму.

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**

Перед разборкой карданной передачи для доступа к подшипнику промежуточной опоры следует нанести метки парности на шлицевой фланец и промежуточный вал. Сборка деталей должна производиться строго по нанесённым меткам. Если собрать соединение не по меткам, то во время движения автомобиля может возникнуть посторонний шум и вибрация.



## 2. Универсальный шарнир

Назначение универсального шарнира – передача крутящего момента между валами, не лежащими на одной оси. Универсальные шарниры используются в карданной передаче автомобиля.

### (1) Шарнир Гука

Шарниры Гука получили широкое распространение благодаря простоте конструкции и своей функциональности. Одна из вилок шарнира приваривается к карданному валу, а другая вилка выполнена в виде единой детали с соединительным фланцем или со шлицевой втулкой. Для закрепления обоймы игольчатого подшипника используются стопорные кольца или специальные пластины.

Шарниры с подшипниками скольжения являются неразборными.

## (1) Неравномерность вращения шарнира

### Гука

На рисунке слева показан график угловой скорости ведомого вала В, ось которого повернута на угол  $30^\circ$  относительно оси ведущего вала А. Вал А вращается с постоянной угловой скоростью.

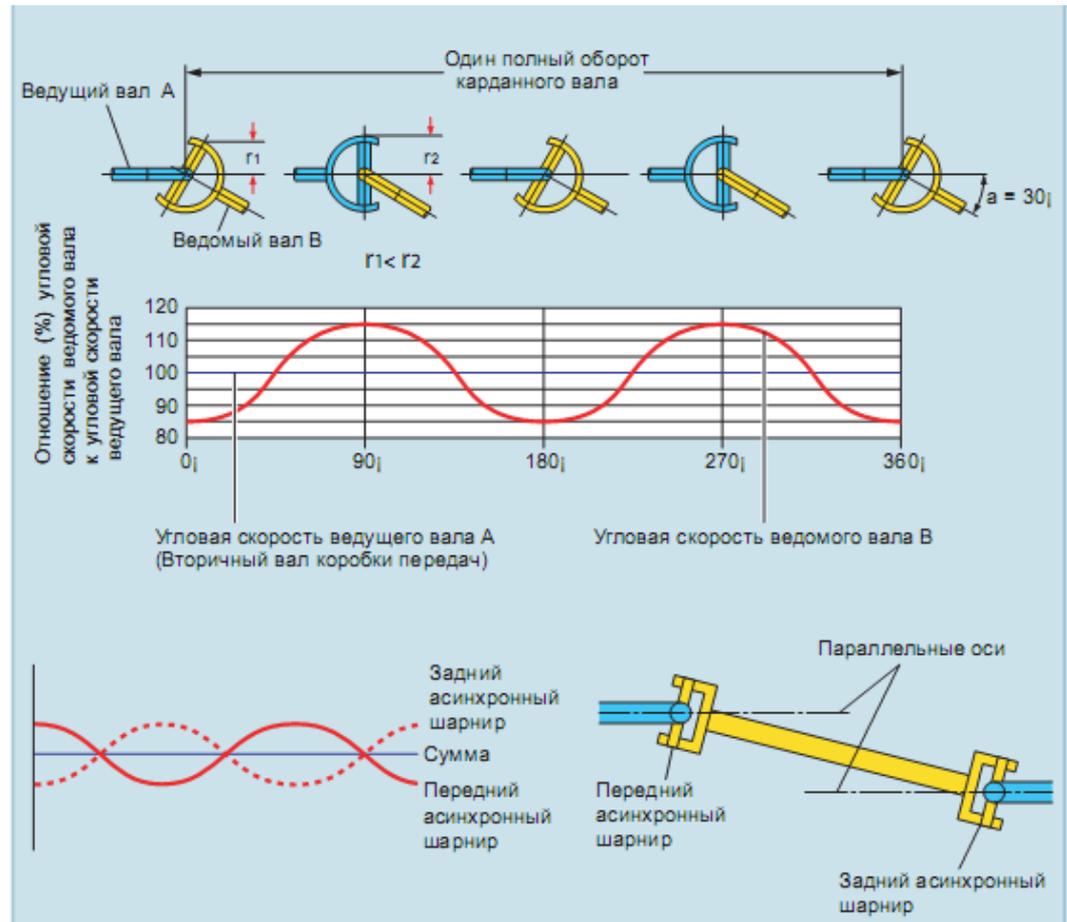
Если ведущий вал А (вторичный вал коробки передач) делает один полный оборот, то ведомый вал В (карданный вал) также делает один полный оборот.

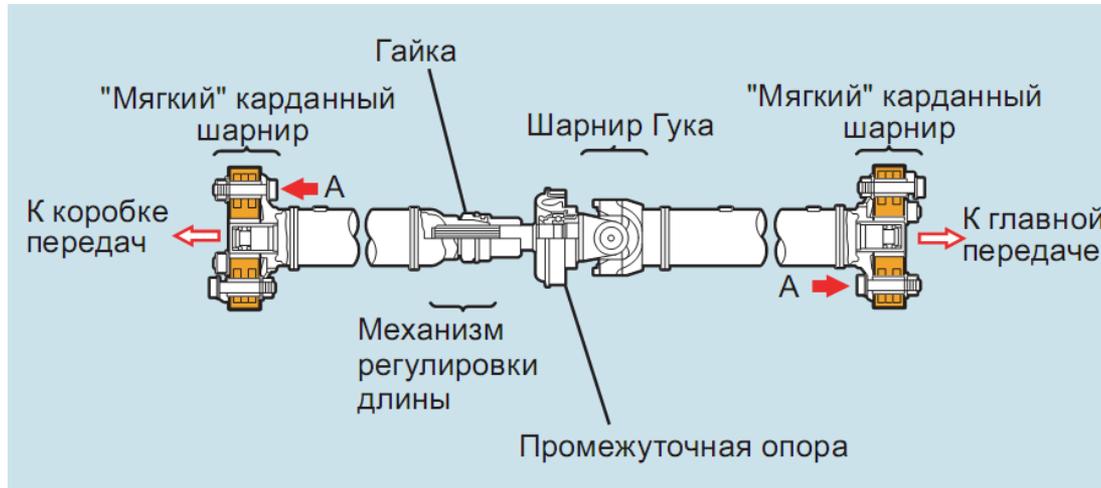
Радиус вращения крестовины шарнира максимален ( $r_2$ ) в те моменты времени, когда шипы крестовины перпендикулярны ведущему валу (эти моменты соответствуют углам поворота  $90^\circ$ ,  $270^\circ$ ).

Когда крестовина не перпендикулярна ведущему валу, её радиус вращения ( $r_1$ ) становится меньше (эти моменты соответствуют углам поворота  $0^\circ$ ,  $180^\circ$  или  $360^\circ$ ).

Угловая скорость вилки ведомого вала изменяется каждые  $90^\circ$ . Таким же образом будет изменяться и угловая скорость ведомого вала. Угловая скорость ведомого вала изменяется тем больше, чем больше угол ( $\alpha$ ) между осями валов А и В.

Два шарнира Гука, расположенные с обоих концов карданного вала, взаимно компенсируют вызванную передним шарниром неравномерность вращения карданного вала. Для правильной работы карданной передачи вторичный вал коробки передач и ведущий вал главной передачи располагают параллельно друг другу.





## (2) "Мягкий" карданный шарнир

Чем меньше углы между вторичным валом коробки передач, карданным валом и валом главной передачи, тем меньше уровень вибраций при работе карданной передачи. На новые модели легковых автомобилей классической компоновки устанавливают карданную передачу с параллельными осями валов. Такая карданная передача имеет «мягкие» карданные шарниры, обеспечивающие дополнительное снижение шума и вибраций.

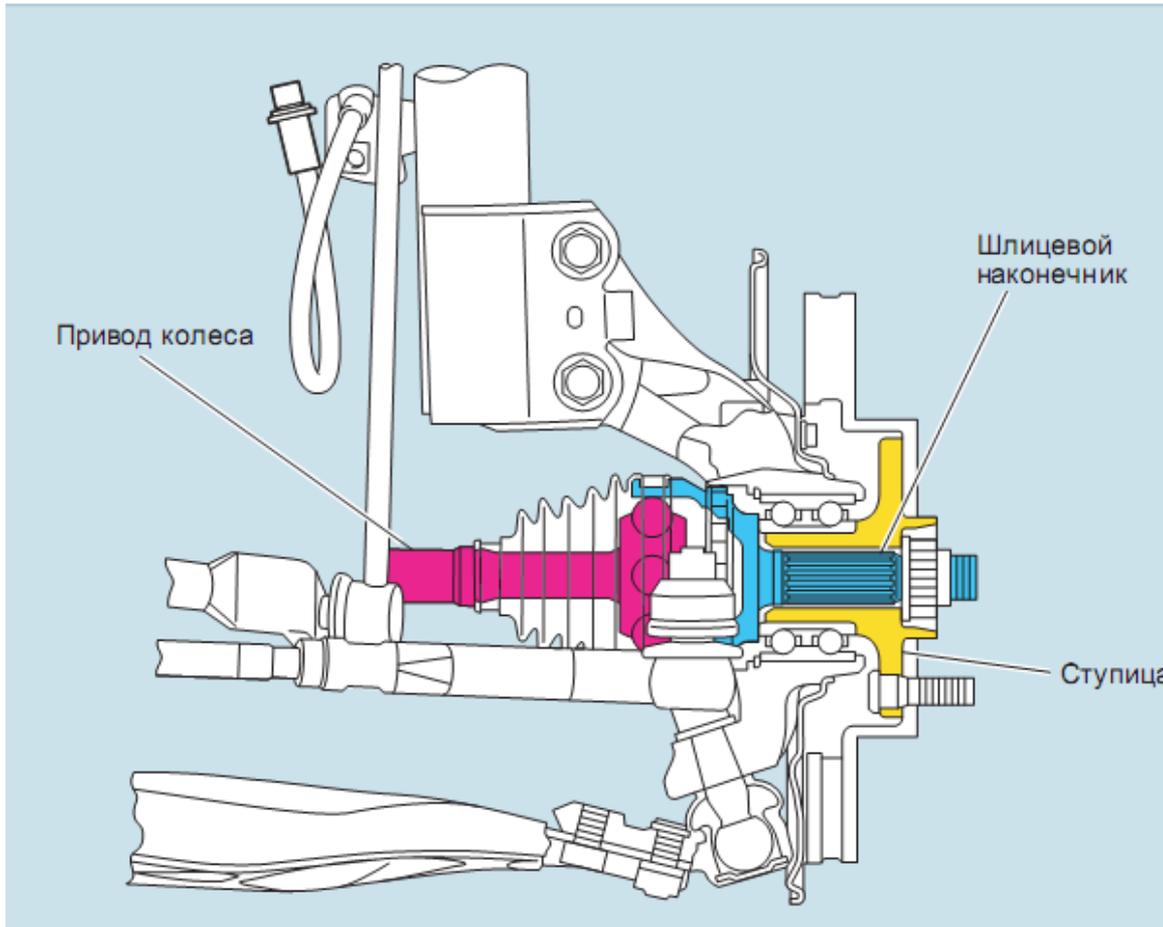
### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**

Снятие и установка карданной передачи с параллельными осями валов:

- Данная карданная передача имеет механизм регулировки длины, поэтому перед снятием передачи сначала следует ослабить гайку регулировочного механизма.
- Болты (А), вставленные в отверстия фланцев, не следует вынимать из отверстий.
- Не прилагайте чрезмерных усилий к упругим элементам шарниров. Во время установки проверяйте совпадение осей вала коробки передач, карданного вала и вала главной передачи.
- После затяжки гаек ещё раз проверьте углы между валами трансмиссии.

## (3) Шарниры равных угловых скоростей

Шарниры равных угловых скоростей имеют преимущества перед шарнирами Гука, однако их применение сдерживает высокая стоимость.

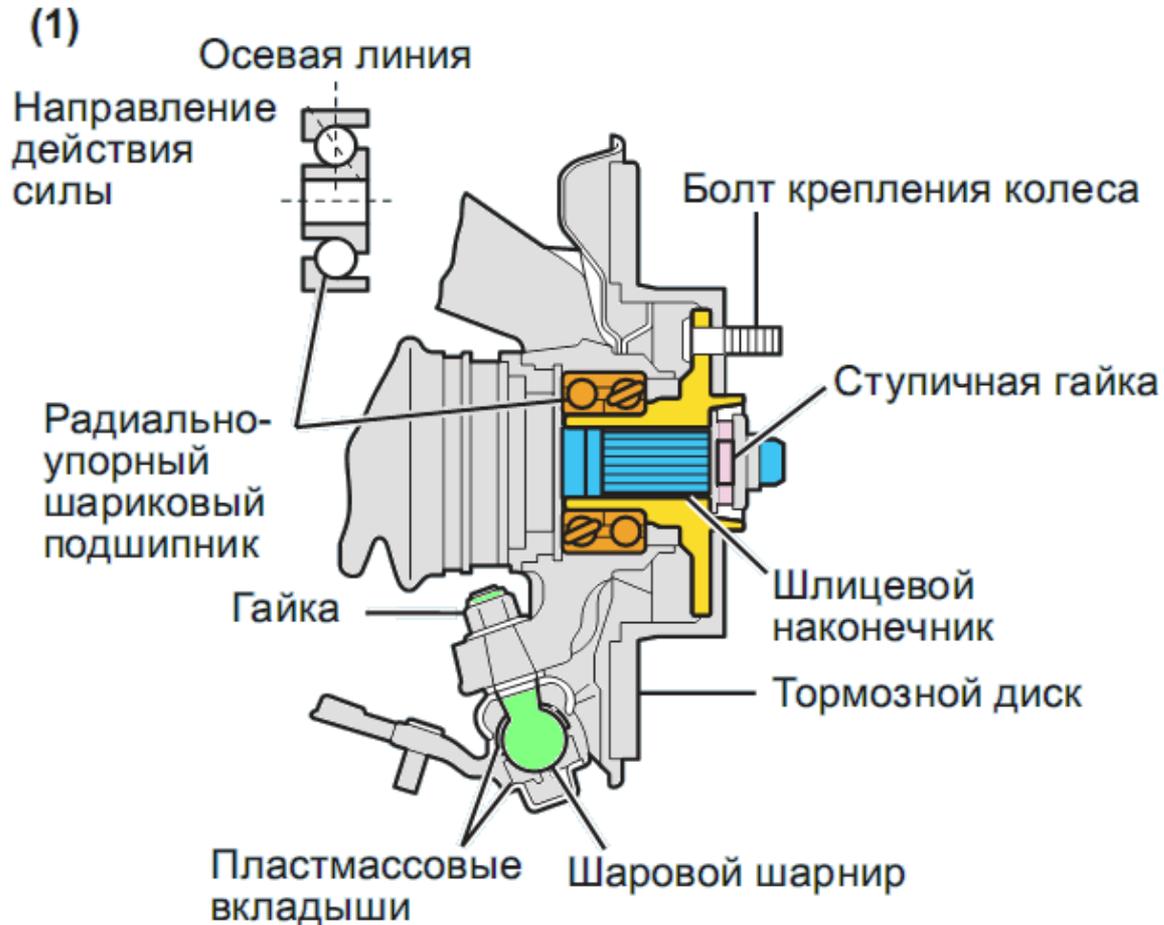


## 1. Ступичные узлы с радиально-упорными шариковыми подшипниками

### (1) Конструкция ступицы переднего ведущего колеса

Шлицевой наконечник привода перемещается вместе с колесом вверх-вниз и поворачивается влево-вправо. При этом своими шлицами наконечник входит во внутренние шлицы ступицы, что обеспечивает передачу крутящего момента.

На современных автомобилях в качестве ступичных подшипников применяют радиально-упорные шариковые или сдвоенные конические роликовые подшипники.

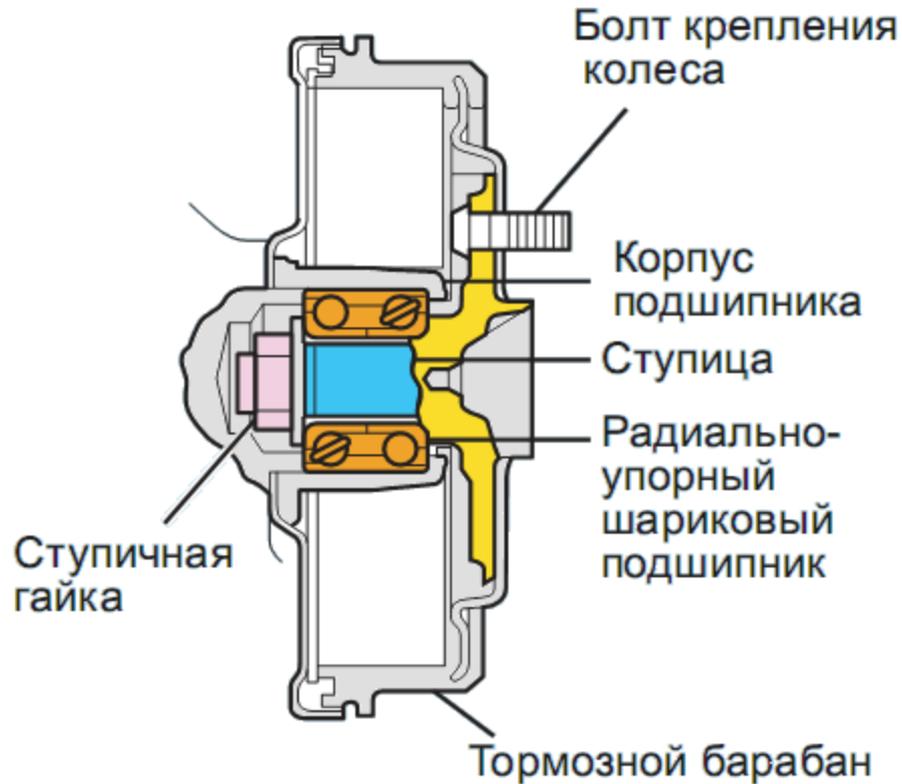


## 1. Ступичные узлы с радиально-упорными шариковыми подшипниками

### (1) Конструкция ступицы переднего ведущего колеса

Шлицевой наконечник привода перемещается вместе с колесом вверх-вниз и поворачивается влево - вправо. При этом своими шлицами наконечник входит во внутренние шлицы ступицы, что обеспечивает передачу крутящего момента. На современных автомобилях в качестве ступичных подшипников применяют радиально-упорные шариковые или сдвоенные конические роликовые подшипники.

(2)

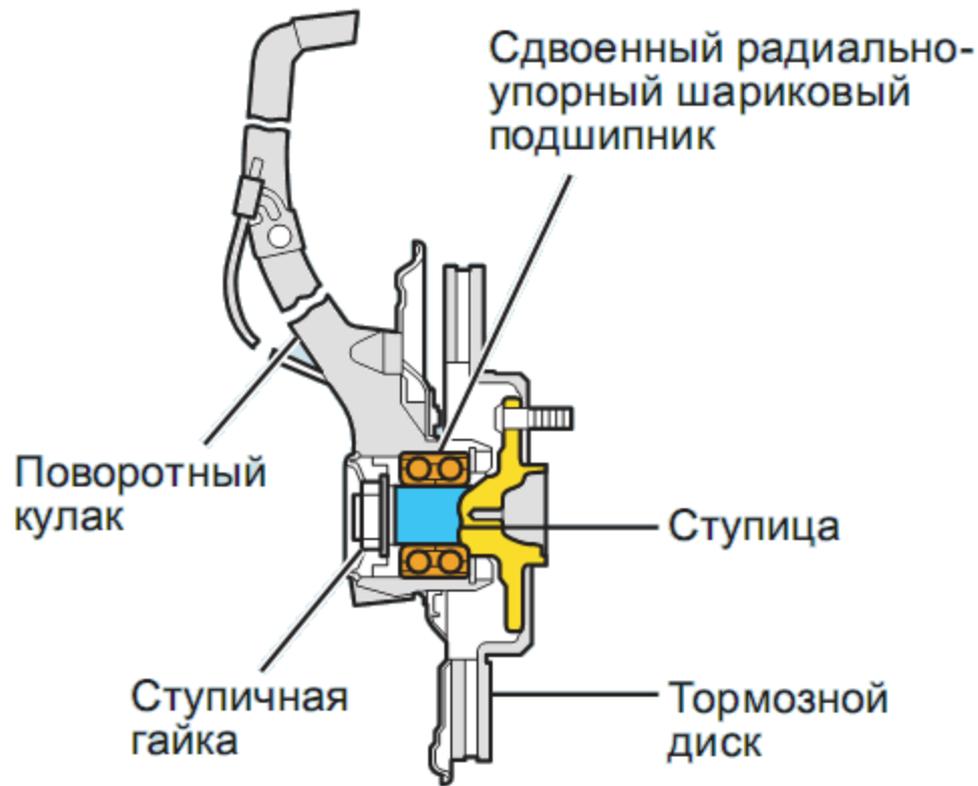


## (2) Конструкция ступицы заднего не ведущего колеса

Ступица заднего не ведущего колеса не передаёт крутящий момент двигателя.

На большинстве современных автомобилей в качестве ступичных подшипников используются радиально-упорные шариковые подшипники, аналогичные ступичным подшипникам передних колёс.

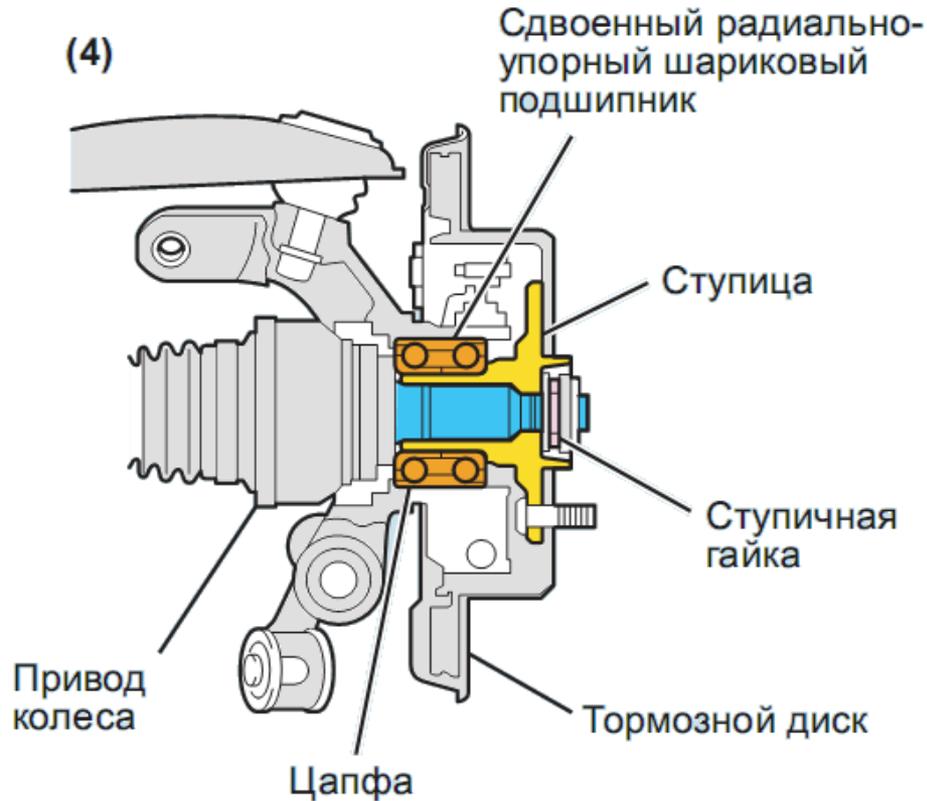
(3)



### (3) Конструкция ступицы переднего не ведущего колеса

Ступица переднего колеса заднеприводного автомобиля также предназначена только для передачи весового усилия автомобиля. При повороте рулевого колеса ступица поворачивается вместе с поворотным кулаком.

На новых моделях легковых автомобилей в качестве ступичных подшипников используются радиально-упорные шариковые подшипники.



## (4) Конструкция ступицы заднего ведущего колеса

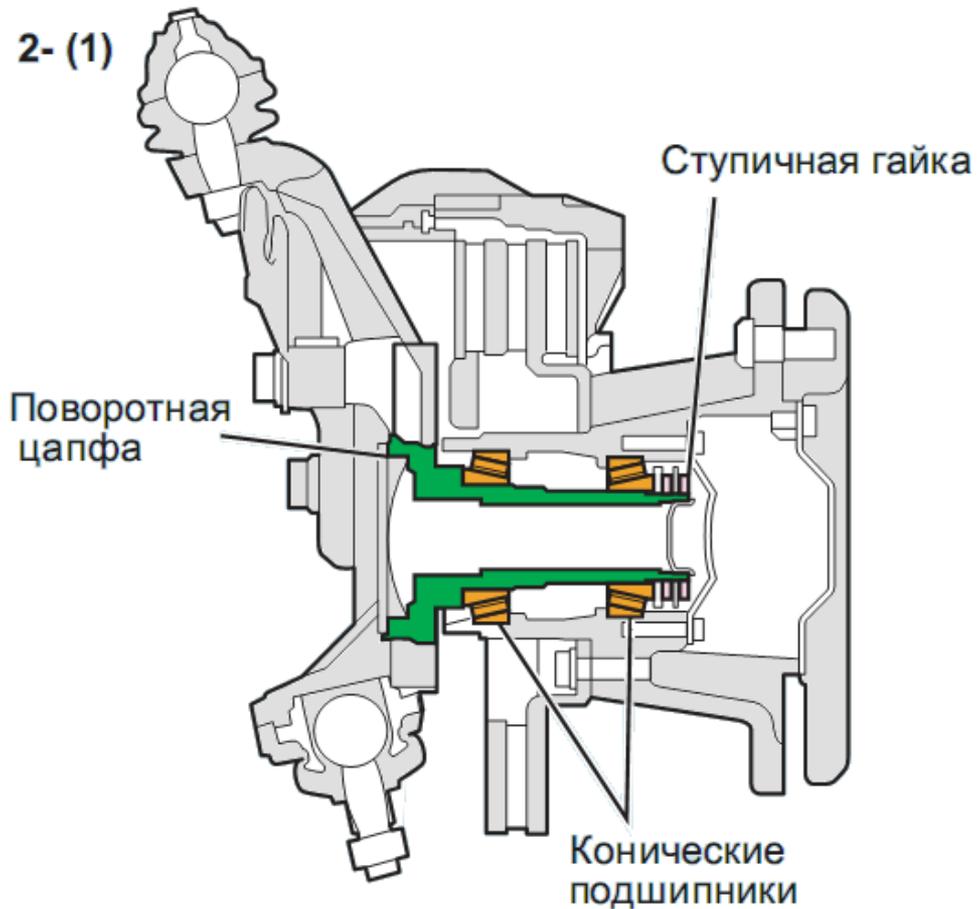
В случае независимой подвески задних колёс отсутствует балка заднего моста автомобиля, а главная передача крепится непосредственно к кузову.

Крутящий момент на ведущие колёса автомобиля передаётся с полуосевых шестерён дифференциала при помощи приводов колёс.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:

Если в конструкции ступичного узла используется радиально-упорный шариковый подшипник, то гайка ступицы должна затягиваться требуемым моментом затяжки.

Радиально-упорный подшипник не регулируется.

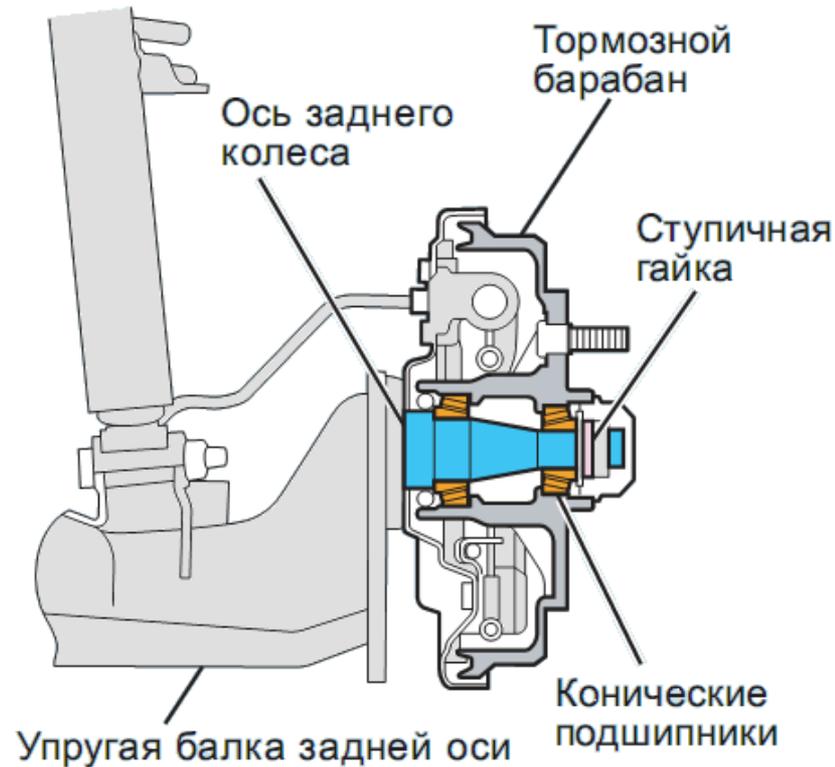


## 2. Ступичные узлы с коническими роликовыми подшипниками

(1) Конструкция ступицы переднего не ведущего колеса

Ступица колеса вращается на двух конических подшипниках на оси поворотной цапфы, которая передаёт реактивные усилия колёс на кузов автомобиля.

2- (2)

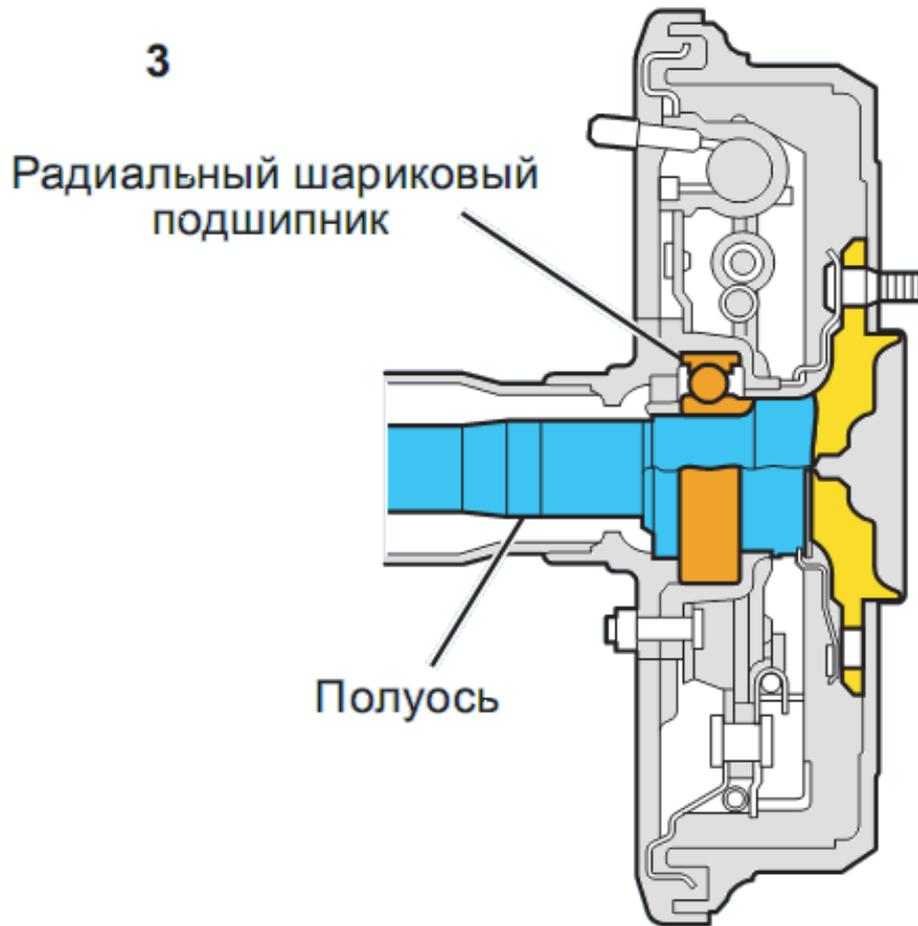


## (2) Конструкция ступицы заднего не ведущего колеса

Ступица заднего колеса выполнена в виде единой детали с тормозным барабаном, который установлен на оси на двух конических подшипниках.

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**

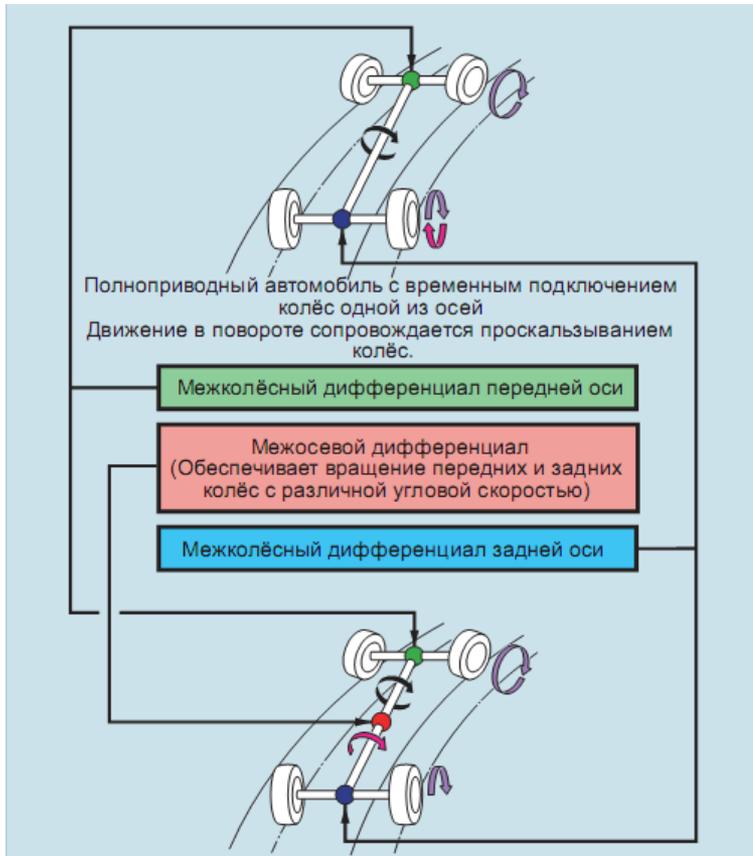
Регулировка осевого зазора конических подшипников во время установки ступицы обязательна.



### 3. Ступичные узлы с радиальными шариковыми подшипниками

(1) Ступичный узел заднего колеса (автомобиль с передним расположением двигателя и приводом на задние колёса)

В данной конструкции ступичного узла полуось не только передаёт крутящий момент двигателя, но и воспринимает реактивные усилия колеса.



## Что обозначает аббревиатура 4WD?

Английская аббревиатура 4WD служит для обозначения автомобиля с приводом всех 4 колёс.

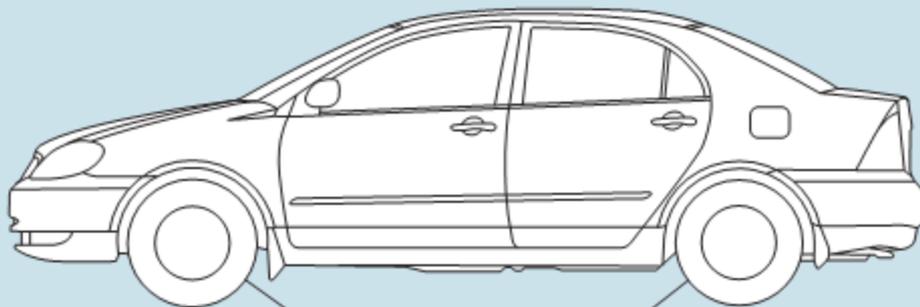
Автомобили с приводом всех 4 колёс или, иначе, автомобили с полным приводом, подразделяют на два основных класса: автомобили с постоянным (не отключаемым) приводом всех 4 колёс и автомобили с временным подключением колёс одной из осей. По компоновочной схеме автомобили с полным приводом можно также разделить на две группы. К первой группе относятся полноприводные автомобили, разработанные на базе автомобилей с передним расположением двигателя и передними ведущими колёсами. У этих автомобилей двигатель расположен поперечно. Полноприводные автомобили второй группы разработаны на базе автомобилей с передним расположением двигателя и задними ведущими колёсами. У таких автомобилей двигатель располагается продольно. Все автомобили с полным приводом можно также классифицировать по следующим двум классам: автомобили повышенной проходимости и автомобили дорожной проходимости.

### 1. Межосевой дифференциал

Дифференциал позволяет связанным с ним валам вращаться с разной угловой скоростью. Это необходимо для того чтобы избежать проскальзывания колёс при движении автомобиля в поворотах.

На автомобилях с постоянным приводом всех колёс в дополнение к переднему и заднему межколёсным дифференциалам устанавливают межосевой дифференциал, позволяющий колёсам передней и задней оси при движении в поворотах катиться без проскальзывания. Трансмиссия с тремя дифференциалами обеспечивает плавное движение автомобиля без проскальзывания шин и распределение крутящего момента двигателя между колёсами обеих осей в установленном соотношении.

Полноприводные автомобили с временным подключением колёс одной из осей не имеют межосевого дифференциала, поэтому движение таких автомобилей в повороте неизбежно сопровождается проскальзыванием колёс, что затрудняет управление и нагружает трансмиссию циркулирующей мощностью. Водитель автомобиля с временным подключением колёс одной из осей должен самостоятельно, в зависимости от дорожных условий подключать или отключать привод колёс подключаемой оси.



Колёса обеих осей должны быть одинаковыми

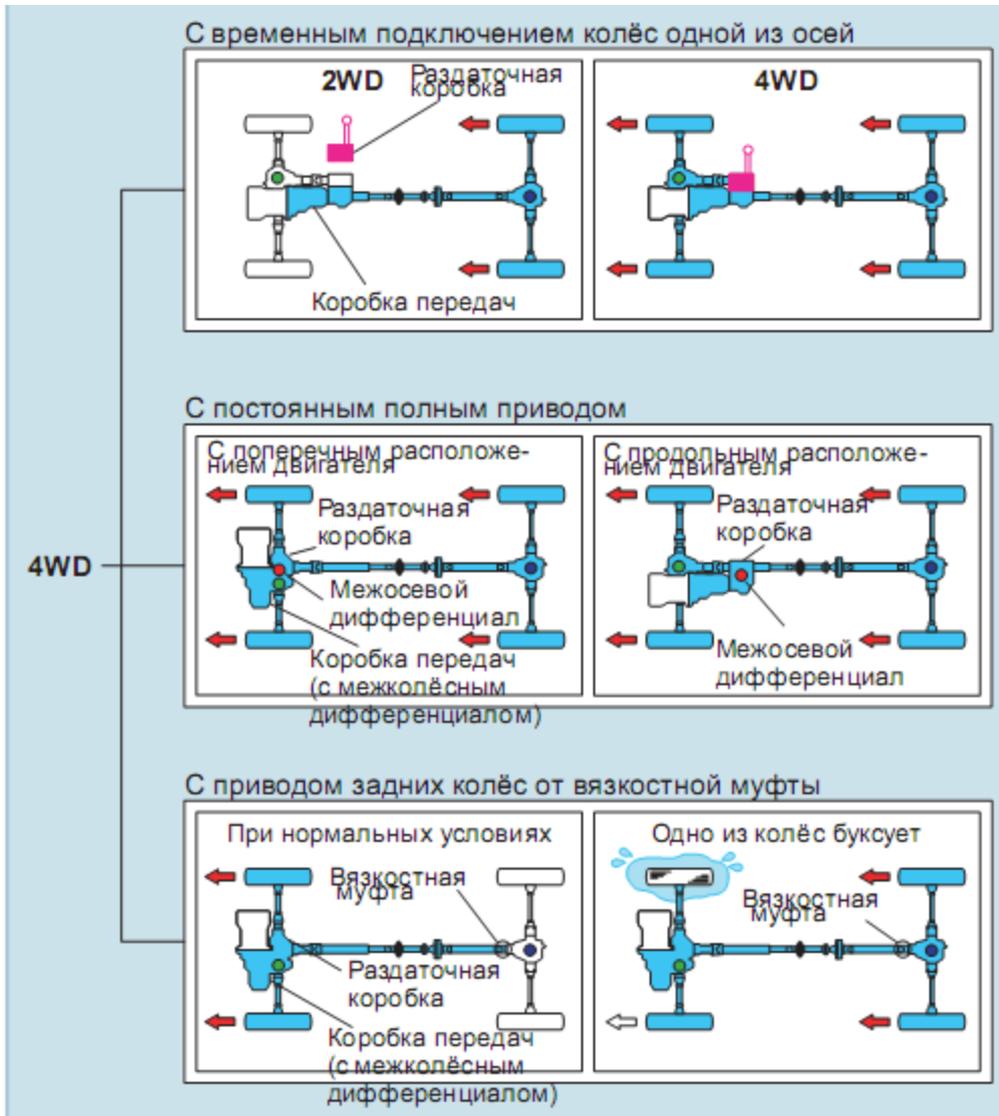
Тип автомобиля	Колёса, на которые устанавливают цепи противоскольжения
Двигатель расположен поперечно (базовая модель имеет общую компоновочную схему FF)	 Передние
Двигатель расположен продольно (базовая модель имеет общую компоновочную схему FR)	 Задние

## 2. Шины и установка цепей противоскольжения

Все четыре шины, устанавливаемые на автомобиль с полным приводом, должны быть одного размера и типа. Если шины передней и задней осей имеют различный диаметр, то межосевой дифференциал будет работать даже при движении по прямой, ровной дороге. Если диаметры колёс одной оси справа и слева отличаются, то межколёсный дифференциал этой оси также будет работать при любых условиях движения. Автомобили с постоянным приводом всех колёс хорошо приспособлены для движения по бездорожью и снегу, однако в ряде случаев на колёса необходимо устанавливать цепи противоскольжения. При этом следует принимать во внимание следующее.

- Если автомобиль с полным приводом разработан на базе автомобиля с компоновочной схемой FF, то цепи противоскольжения следует устанавливать на передние колёса.
- А если автомобиль с полным приводом разработан на базе автомобиля с компоновочной схемой FR, то цепи противоскольжения следует устанавливать на задние колёса.

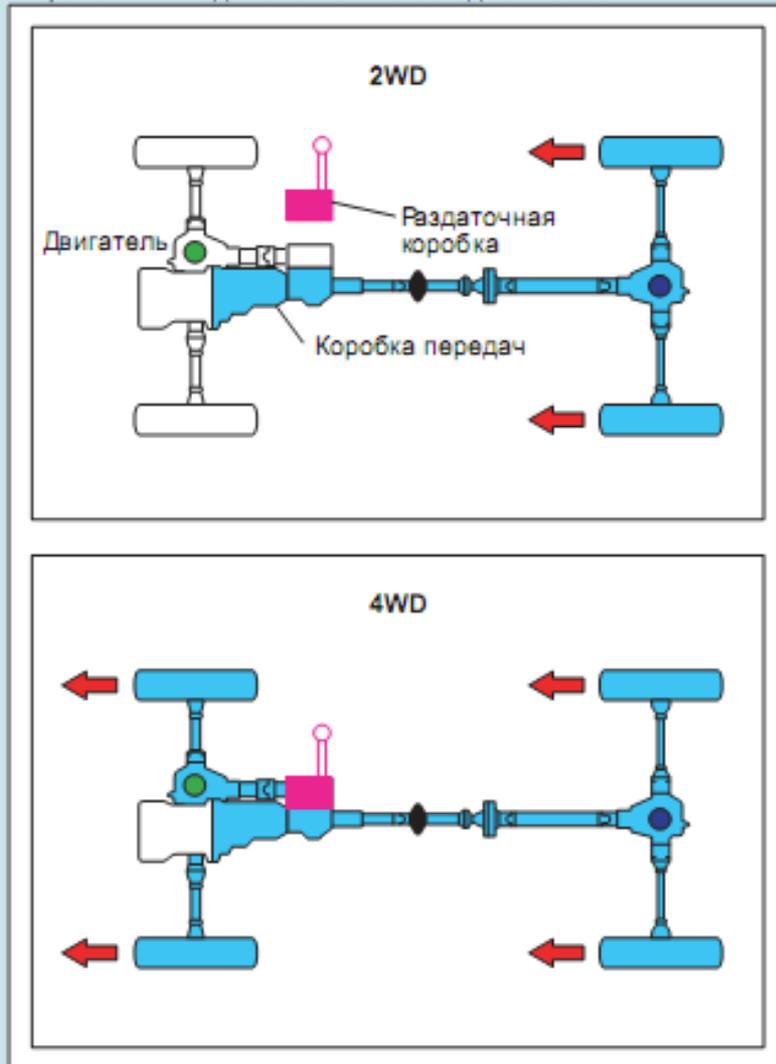
Если цепи противоскольжения установить неправильно, то можно повредить кузов автомобиля. Перед установкой цепей противоскольжения внимательно изучите инструкцию по установке цепей противоскольжения для данного автомобиля.



## Различные типы трансмиссий автомобилей с полным приводом

Автомобили с полным приводом в зависимости от типа трансмиссии подразделяют на следующие классы.

Схема трансмиссии полноприводного автомобиля с временным подключением колёс одной из осей



## 1. Автомобили с временным подключением колёс одной из осей

Автомобили с временным подключением колёс одной из осей имеют два режима работы трансмиссии: 2WD (крутящий момент передаётся на колёса одной оси) и 4WD (крутящий момент передаётся на колёса обеих осей).

Водитель самостоятельно выбирает режим работы трансмиссии в зависимости от дорожных условий.

В нормальных условиях трансмиссия работает в режиме 2WD, а режим 4WD используется для движения по бездорожью и снегу.

В режиме 4WD колёса передней и задней осей связаны друг с другом жёсткой кинематической связью, поэтому движение в повороте сопровождается проскальзыванием шин, затрудняющим управление автомобилем. Чтобы избежать этого при движении по дорогам с твёрдым покрытием необходимо включать режим 2WD.

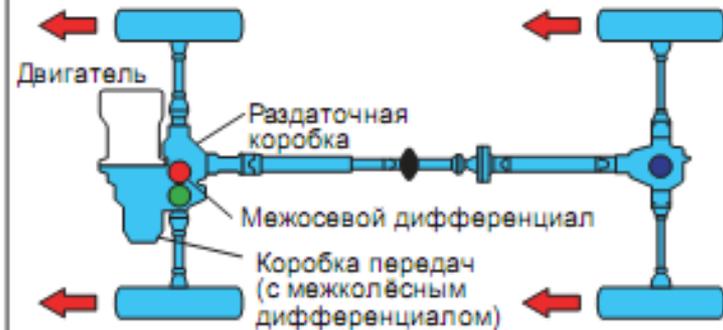
## 2. Автомобили с постоянным приводом всех колёс

Автомобили, относящиеся к этой группе, приспособлены как для движения по дорогам с твёрдым покрытием, так и для движения по бездорожью.

Автомобили с постоянным полным приводом имеют межосевой дифференциал.

Схема трансмиссии полноприводного автомобиля с постоянным полным приводом

Двигатель расположен поперечно



Двигатель расположен продольно

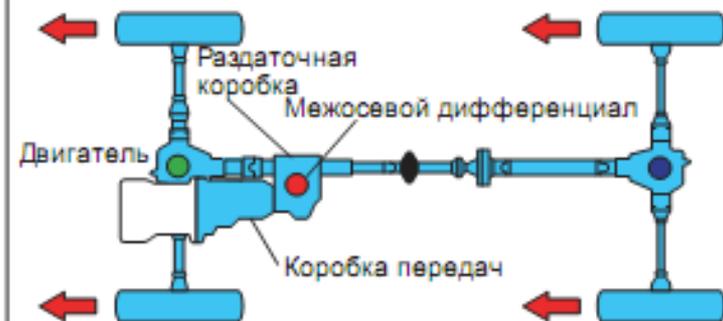
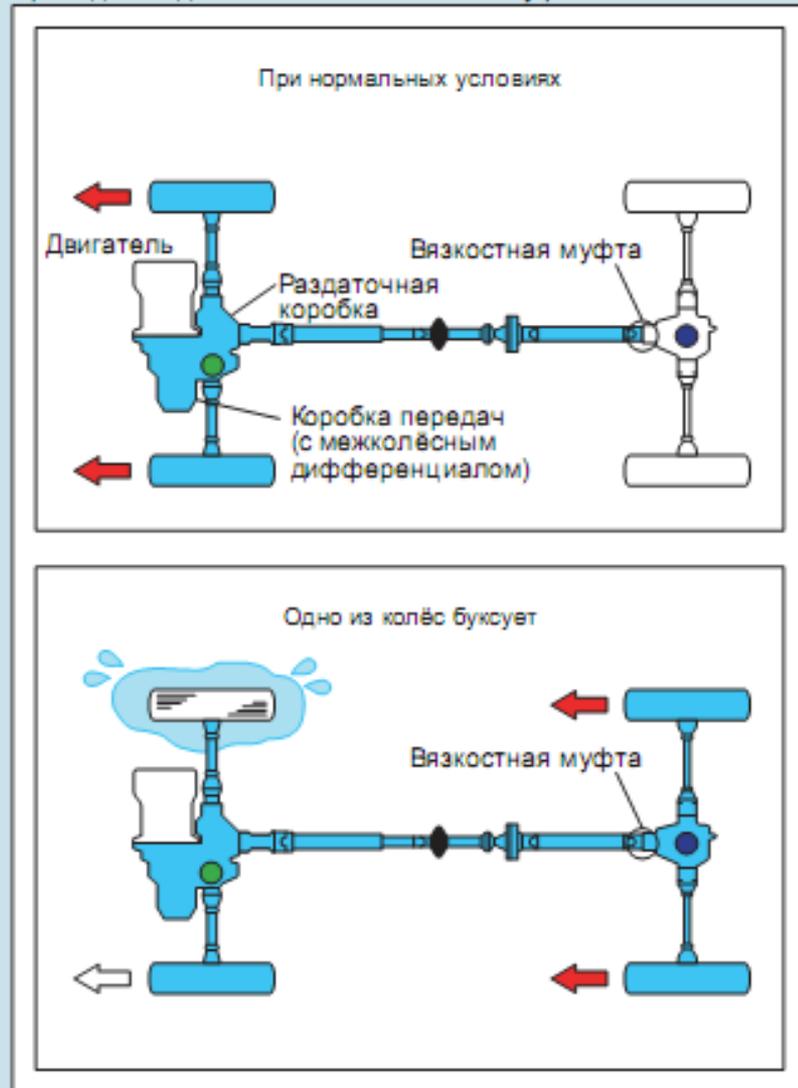


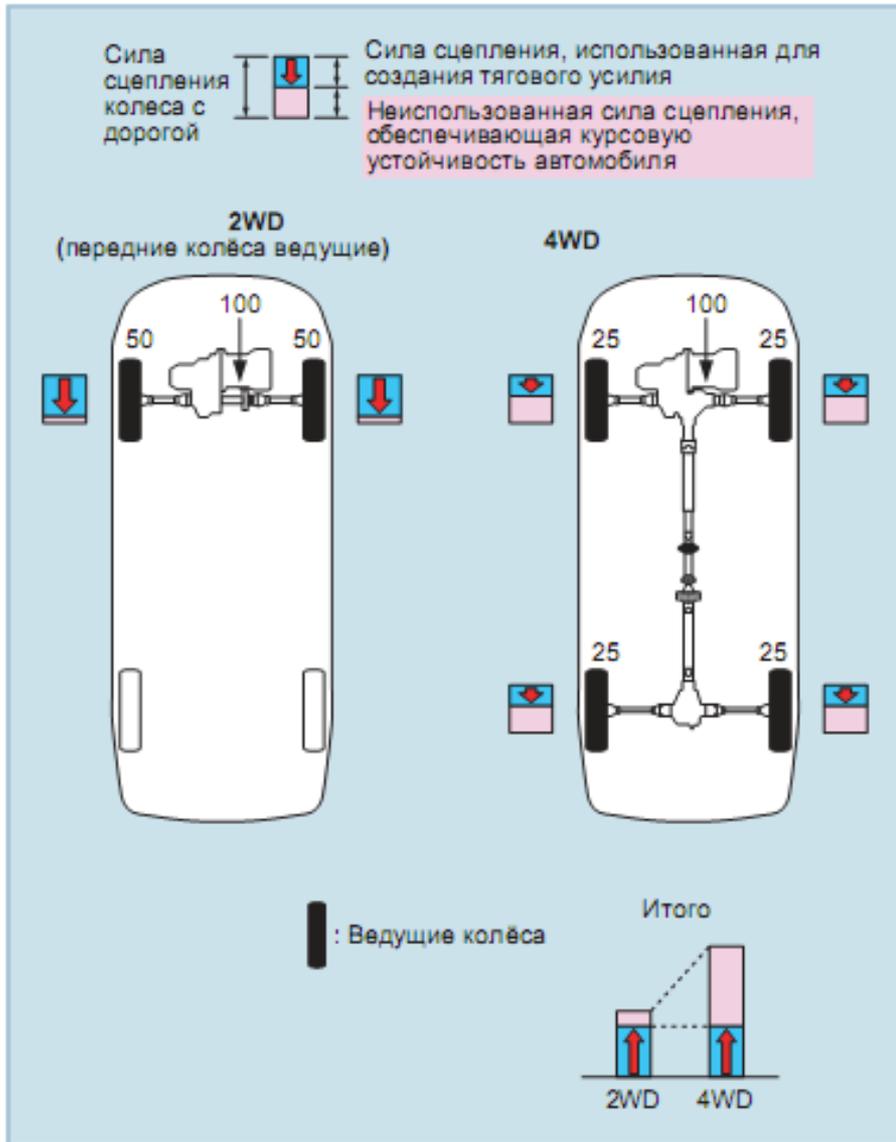
Схема трансмиссии полноприводного автомобиля с приводом задних колёс от вязкостной муфты



### 3. Автомобили с приводом задних колёс от вязкостной муфты

У автомобилей этой группы в обычных дорожных условиях (когда угловые скорости колёс передней и задней осей одинаковы) крутящий момент двигателя передаётся только на колёса передней оси. Как только колёса передней и задней осей начинают вращаться с различной угловой скоростью (например, во время поворота или при движении по снегу), крутящий момент двигателя начинает передаваться и на задние колёса.

Таким образом обеспечивается устойчивость движения автомобиля в различных условиях.



## Преимущества автомобилей с полным приводом

Автомобиль должен быть приспособлен для движения в самых различных условиях. При этом подразумевается не столько пригодность автомобиля для движения по бездорожью или снежной целине, сколько его приспособленность для движения по усовершенствованным дорогам при неблагоприятных дорожно-климатических условиях (повышенная скользкость покрытия, образование снежных наносов или наледи). Для движения в неблагоприятных условиях (в широком смысле) лучше всего приспособлены автомобили с полным приводом. При этом полноприводные автомобили обладают рядом преимуществ перед автомобилями с приводом колёс только одной оси и различными компоновочными схемами.

### 1. Устойчивость при движении в повороте

В случае автомобиля с полным приводом крутящий момент двигателя распределяется между всеми колёсами автомобиля. При этом способность колёс автомобиля воспринимать боковые усилия используется более эффективно, что повышает устойчивость автомобиля при движении в повороте.

### 2. Устойчивость прямолинейного движения

Автомобили с полным приводом более эффективно используют способность шин воспринимать боковые усилия. Поэтому такие автомобили более устойчивы к отклоняющим от курса воздействиям, например, к боковым потокам воздуха от встречных автомобилей.

### 3. Динамика разгона (время разгона)

Максимальная сила сцепления колёс автомобиля с полным приводом приблизительно в два раза больше максимальной силы сцепления колёс автомобиля с приводом колёс одной оси. Поэтому автомобили с полным приводом могут реализовывать больший крутящий момент двигателя без опасности пробуксовки колёс. Это обеспечивает полноприводным автомобилям лучшую динамику разгона.

### 4. Преодоление подъёма

Автомобили с полным приводом по сравнению с автомобилями, имеющими привод колёс только одной оси, имеют вдвое большее значение располагаемого тягового усилия. Это позволяет полноприводным автомобилям преодолевать более крутой подъём.

### 5. Движение по бездорожью или снегу

У автомобиля с полным приводом все четыре колеса обеспечивают сцепление с дорогой, поэтому при движении по дороге с низким коэффициентом сцепления такой автомобиль может реализовать вдвое большее тяговое усилие по сравнению с автомобилем с приводом колёс только одной оси.

При движении по песку или грязи требуется большее тяговое усилие, чем при движении по ровной и твёрдой поверхности. При этом сцепление шин с дорогой хуже, и автомобили с приводом колёс только одной оси зачастую не могут реализовать необходимое тяговое усилие. У автомобилей с полным приводом к тяговому усилию, реализованному колёсами одной оси, добавляется тяговое усилие, реализованное колёсами другой оси. Суммарное тяговое усилие позволяет автомобилю продолжить движение.



## Недостатки автомобилей с полным приводом

### 1. Затруднённое движение в поворотах

Если передние и задние колёса связаны жёсткой кинематической связью, то они не могут вращаться с разной угловой скоростью. Это приводит к нагружению трансмиссии циркулирующей мощностью. На дорогах с низким значением коэффициента сцепления ( $\mu$ ) проскальзывание колёс при качении допустимо, однако на дорогах с высоким значением коэффициента сцепления ( $\mu$ ) (например, на сухих дорогах с твёрдым покрытием) проскальзывание колёс при качении вызывает заметное торможение автомобиля. Это явление называют "торможением в поворотах".

### 2. Увеличение массы автомобиля

Автомобили с полным приводом имеют большее число компонентов, а следовательно и массу.

### 3. Увеличение стоимости автомобиля

Увеличение числа компонентов и усложнение конструкции приводит к удорожанию автомобиля.

### 4. Усложнение конструкции

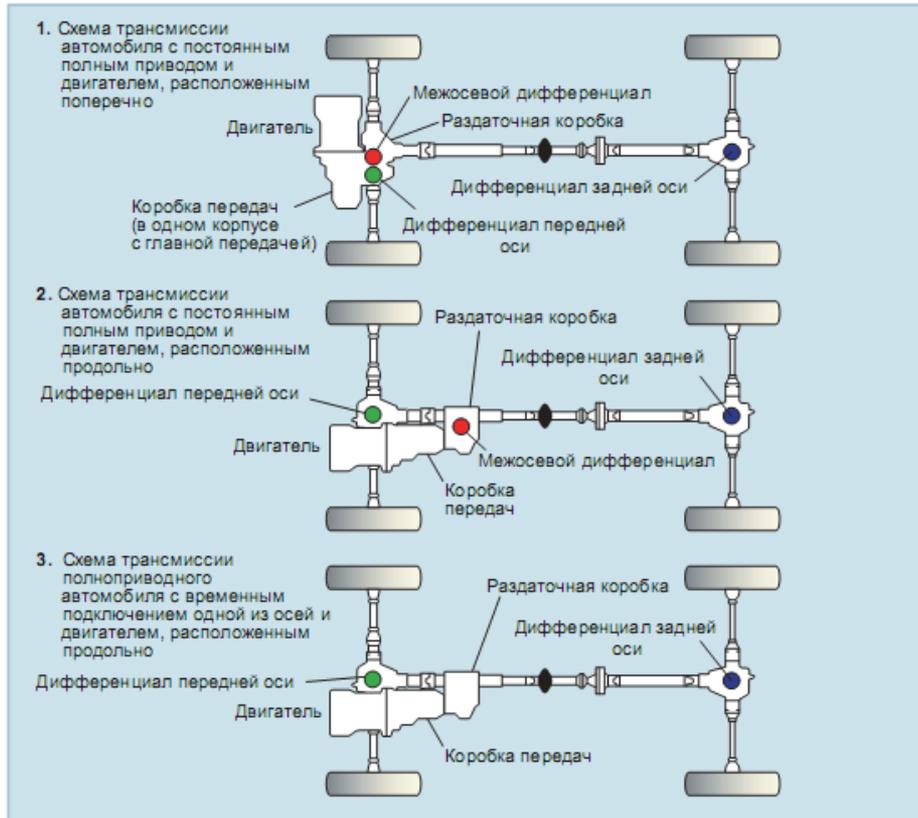
Автомобили с полным приводом имеют дополнительные компоненты (раздаточная коробка, карданная передача, межосевой дифференциал), усложняющие конструкцию.

### 5. Увеличение сопротивления вращению

Увеличение числа вращающихся частей одновременно увеличивает и число возможных источников шума и вибраций.

# Академия постдипломного педагогического образования

## Общие сведения о межосевом дифференциале и раздаточной коробке



### Типы раздаточных коробок

Автомобили с полным приводом в зависимости от общей компоновки базового автомобиля (FF или FR) отличаются схемами трансмиссии. (FF соответствует переднему расположению двигателя и передним же ведущим колёсам, FR соответствует переднему расположению двигателя и задним ведущим колёсам). На рисунке слева показаны различные схемы трансмиссий полноприводных автомобилей.

1. Автомобили с постоянным полным приводом, разработанные на базе автомобилей с компоновкой FF

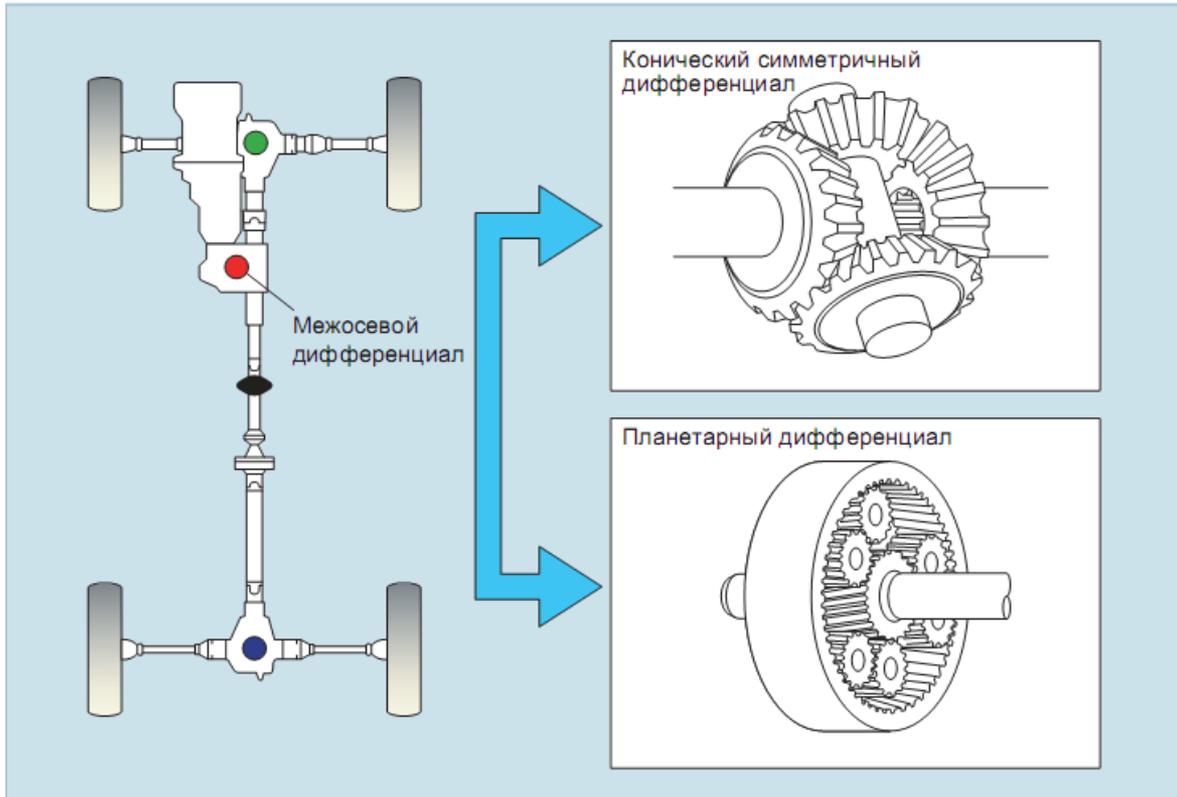
Крутящий момент от коробки передач передаётся на межосевой дифференциал и далее на межколёсные дифференциалы передней и задней осей. Межосевой дифференциал и межколёсный дифференциал передней оси расположены непосредственно в корпусе раздаточной коробки.

2. Автомобили с постоянным полным приводом, разработанные на базе автомобилей с компоновкой FR

Крутящий момент от коробки передач передаётся на межосевой дифференциал и далее на межколёсные дифференциалы передней и задней осей.

3. Полноприводные автомобили с временным подключением колёс передней оси

В режиме 2WD крутящий момент от коробки передач передаётся только на межколёсный дифференциал задней оси. При подключении колёс передней оси крутящий момент двигателя при помощи раздаточной коробки распределяется между колёсами передней и задней осей.

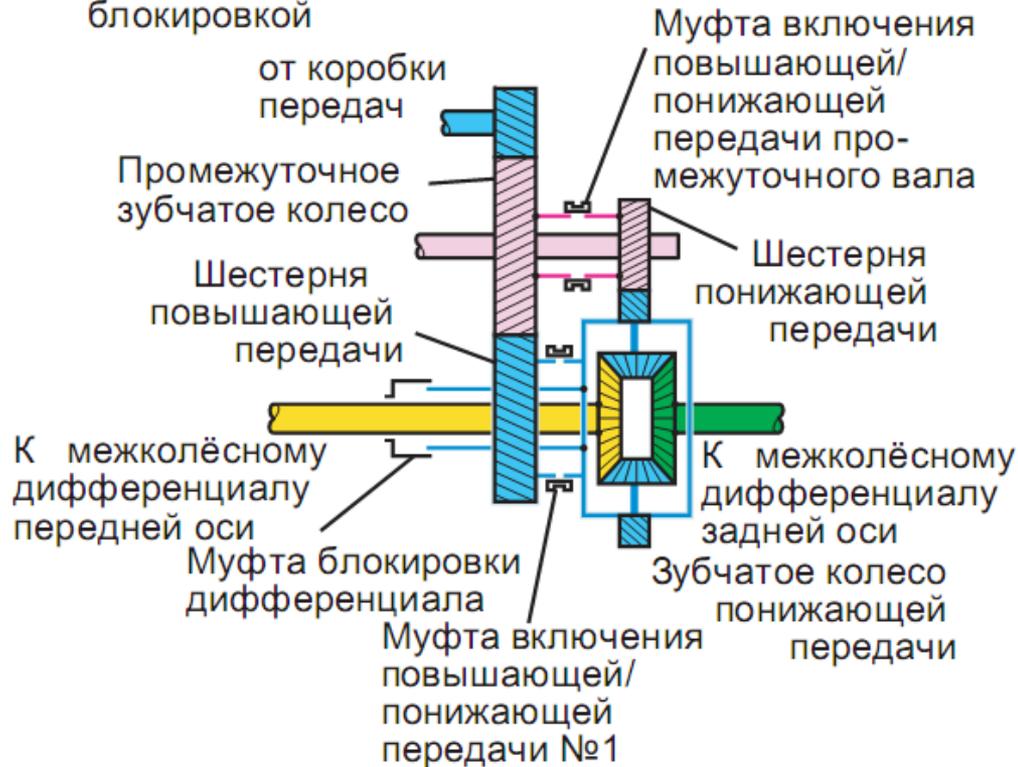


## Типы межосевых дифференциалов

Межосевой дифференциал позволяет колёсам передней и задней осей при движении в поворотах вращаться с разной угловой скоростью. На полноприводных автомобилях применяются следующие типы межосевых дифференциалов.

1. Дифференциал с коническими зубчатыми колёсами  
Межосевой дифференциал этого типа делит крутящий момент двигателя между передней и задней осями в отношении 1:1.
2. Планетарный дифференциал с цилиндрическими зубчатыми колёсами  
Дифференциал этого типа позволяет разделить крутящий момент двигателя между передней и задней осями в произвольно выбранном отношении.

## 1. Дифференциал с принудительной блокировкой



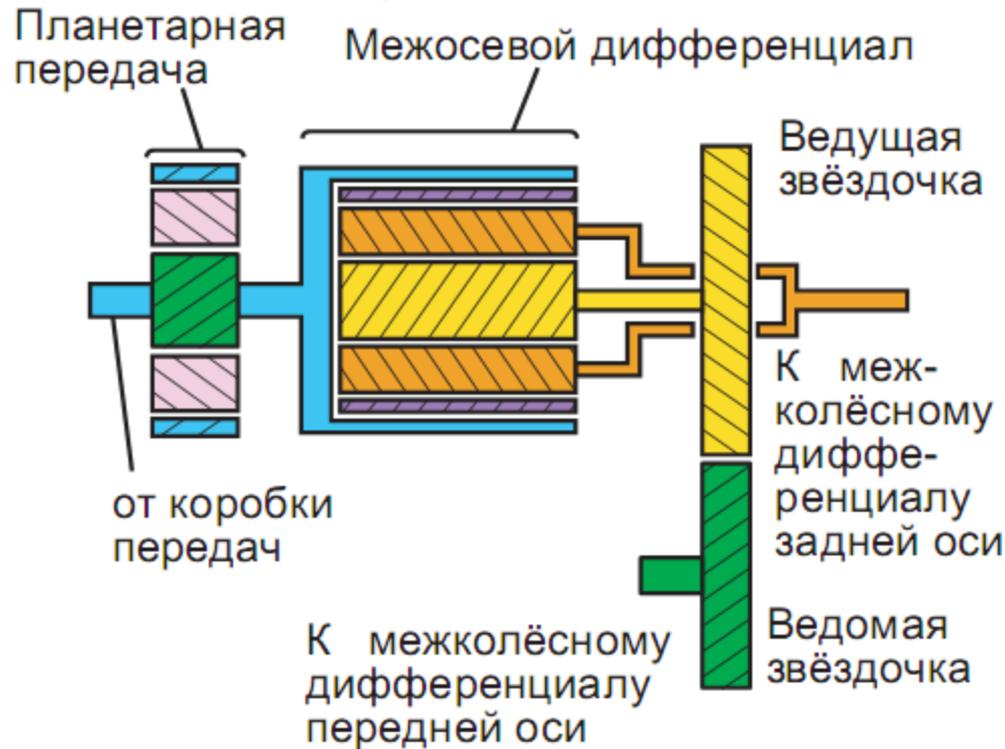
## Межосевые дифференциалы повышенного трения

Для движения по глубокому снегу или вязкой глине необходимо тем или иным способом заблокировать или повысить внутреннее трение межосевого дифференциала. Существует несколько типов межосевых дифференциалов повышенного трения.

### 1. Межосевой дифференциал с принудительной механической блокировкой

Переключение между режимами "FREE" (дифференциал разблокирован) и "LOCK" (дифференциал заблокирован) осуществляется вручную.

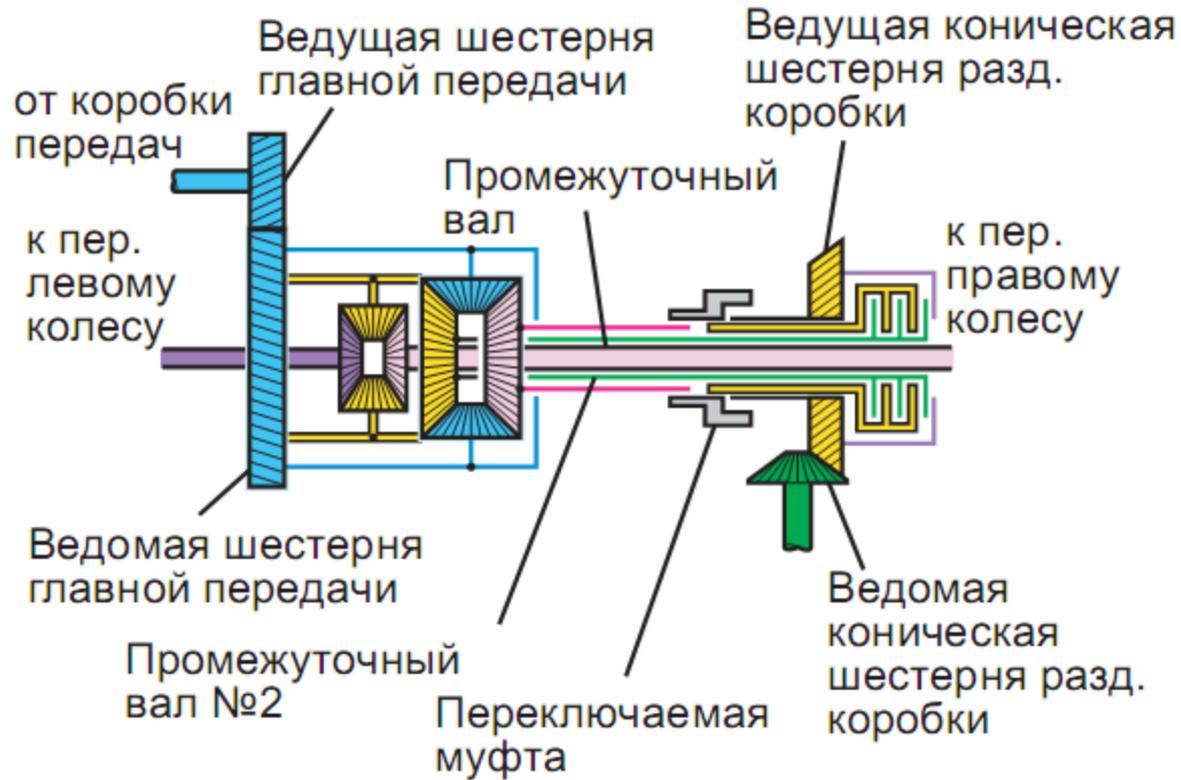
## 2. Планетарный дифференциал повышенного трения



### 2. Планетарный межосевой дифференциал повышенного трения

Планетарный межосевой дифференциал повышенного трения позволяет перераспределить крутящий момент двигателя между колёсами передней и задней осей и, тем самым, избежать возможной пробуксовки колёс. Момент внутреннего трения данного дифференциала пропорционален крутящему моменту двигателя.

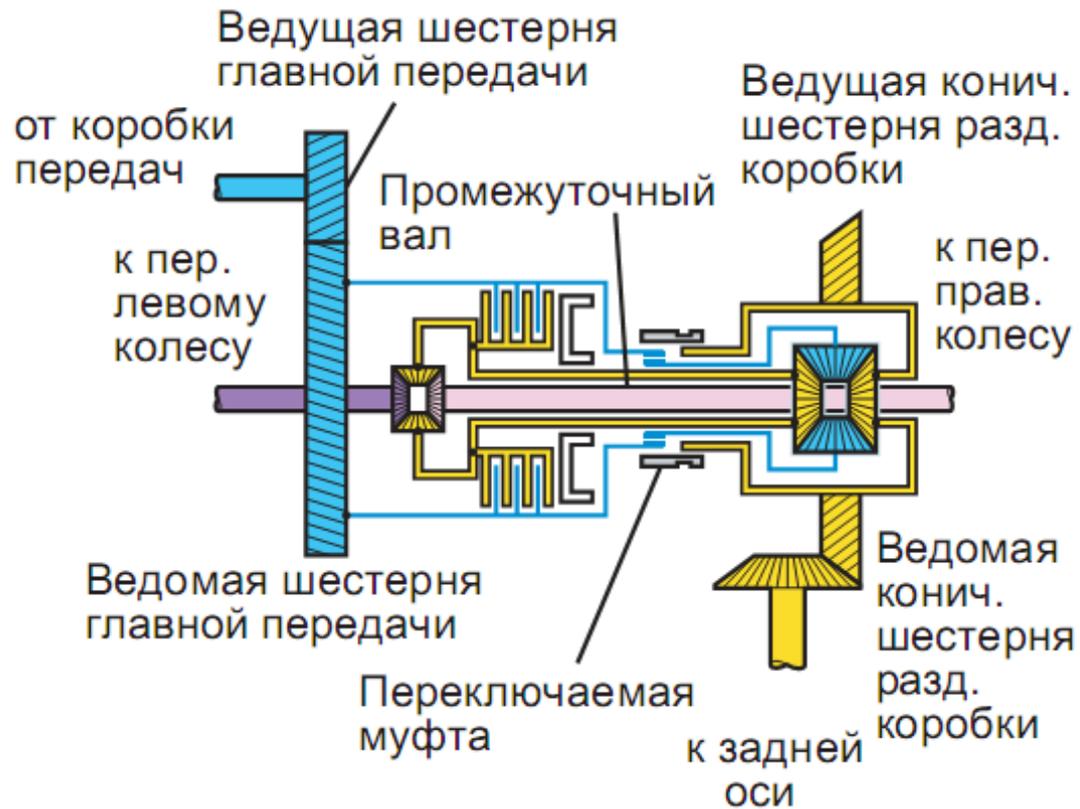
## 3. Дифференциал с вязкостной муфтой



### 3. Дифференциал повышенного трения с вязкостной муфтой

Дифференциал с вязкостной муфтой блокируется в тем большей степени, чем больше разница угловых скоростей передних и задних колёс.

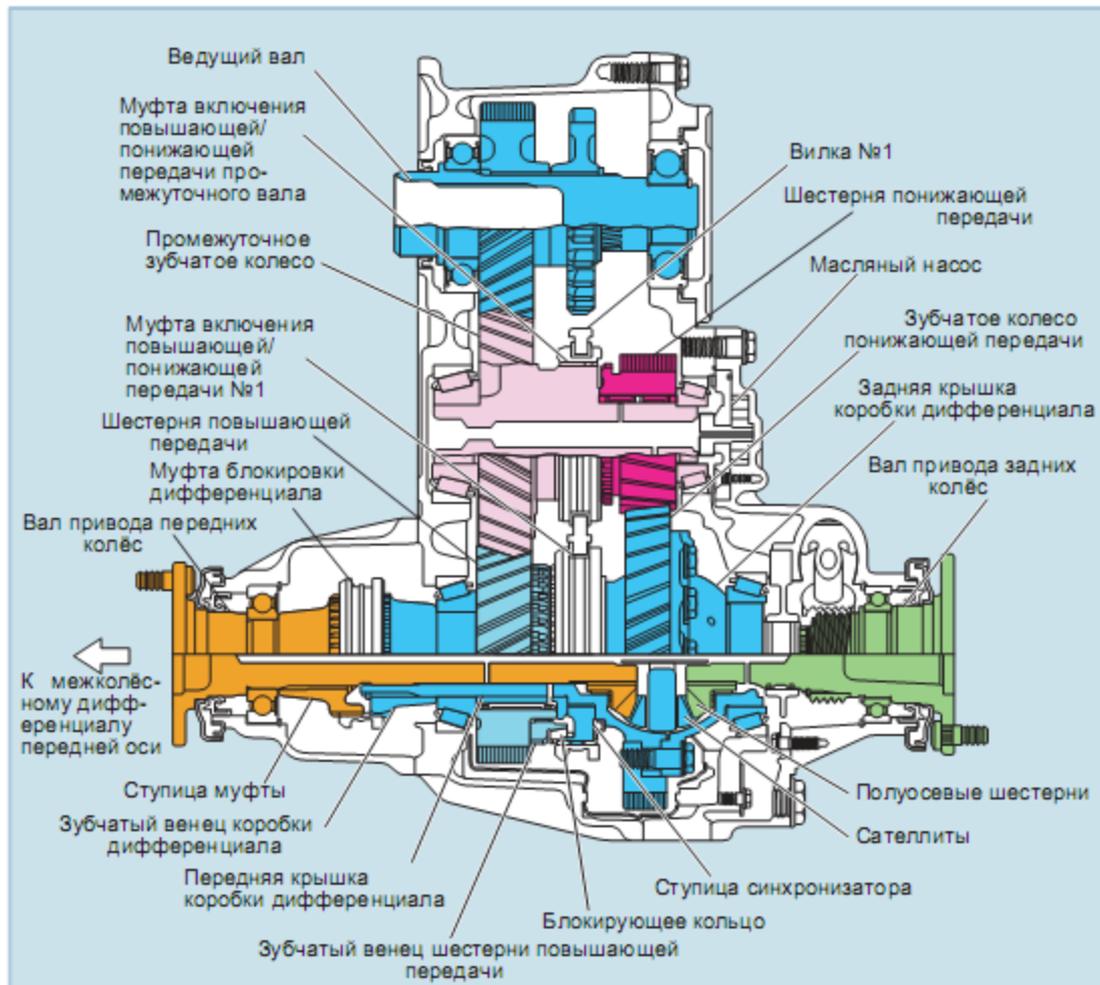
## 4. Дифференциал с многодисковой фрикционной муфтой с гидравлическим управлением



### 4. Дифференциал с многодисковой фрикционной муфтой с гидравлическим управлением

Такой дифференциал блокируется при помощи многодисковой фрикционной муфты с гидравлическим управлением.

## Раздаточная коробка HF2A с принудительной механической блокировкой дифференциала

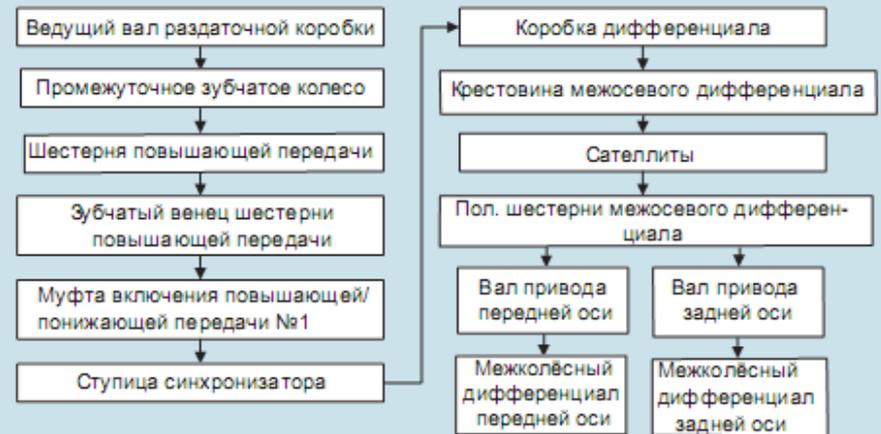
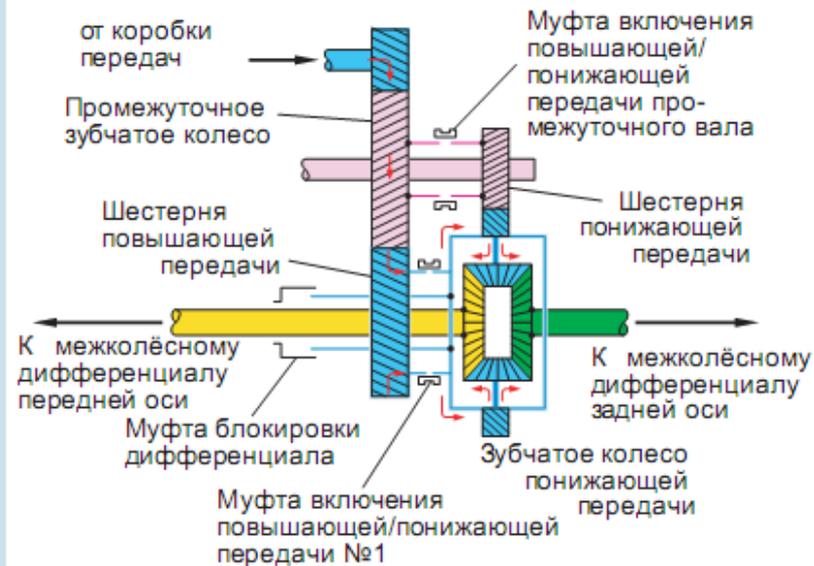


## Раздаточная коробка и межосевой дифференциал

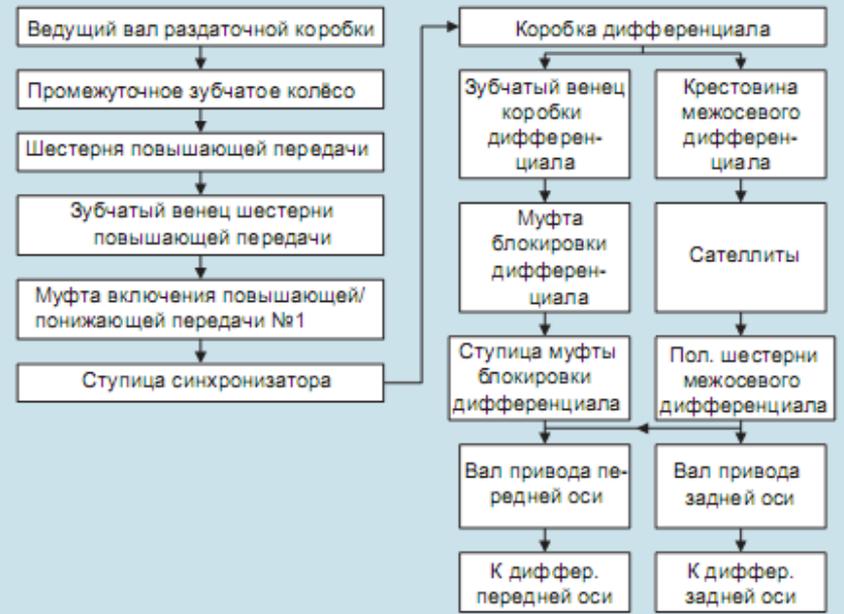
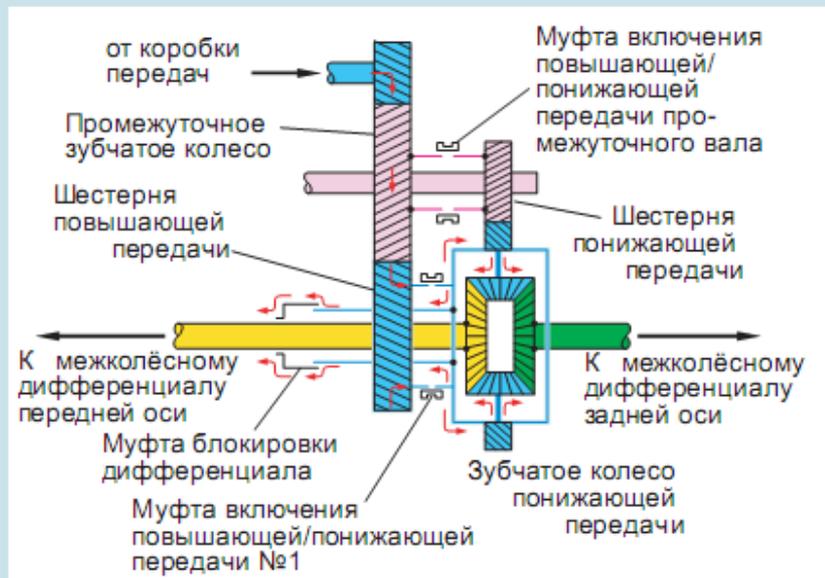
### 1. Раздаточная коробка

Данная раздаточная коробка имеет две передачи. Одна передача является повышающей, другая - понижающая. Межосевой дифференциал расположен внутри ведомого зубчатого колеса понижающей передачи. Крутящий момент от коробки передач передаётся на межосевой дифференциал через ведущий вал раздаточной коробки, ведущее зубчатое колесо, промежуточное зубчатое колесо и шестерню повышающей передачи или промежуточное зубчатое колесо, шестерню понижающей передачи и ведомое зубчатое колесо понижающей передачи.

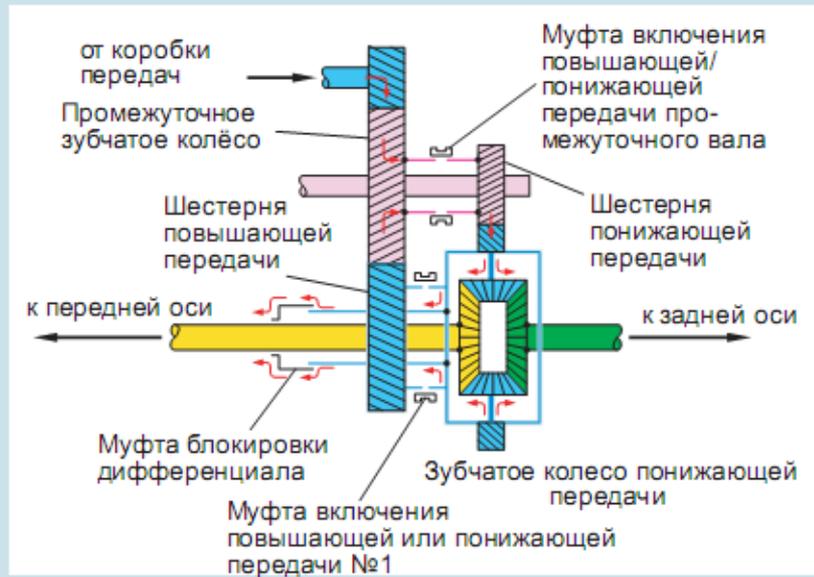
## Включена повышающая передача, межосевой дифференциал разблокирован

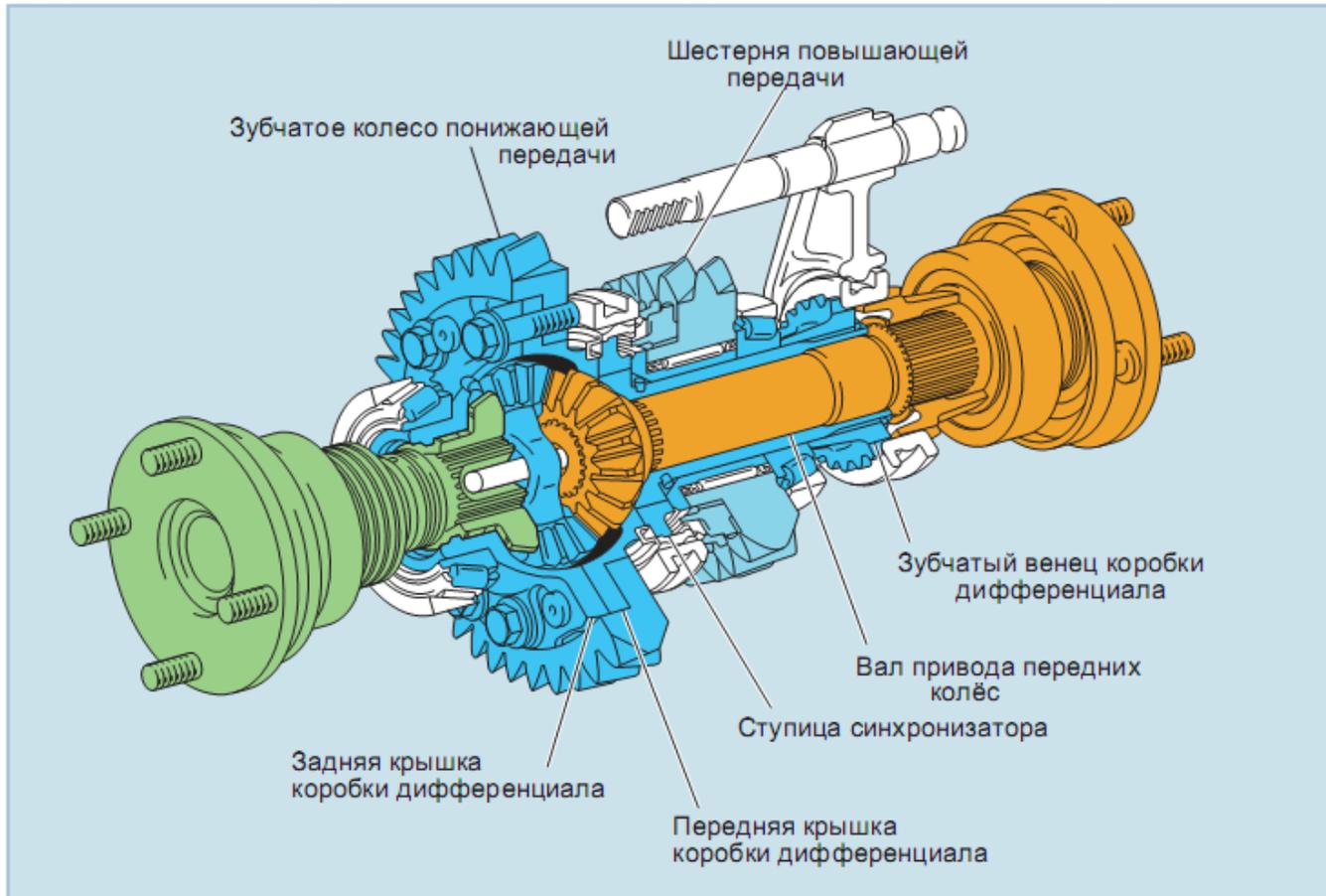


## Включена повышающая передача, межосевой дифференциал разблокирован



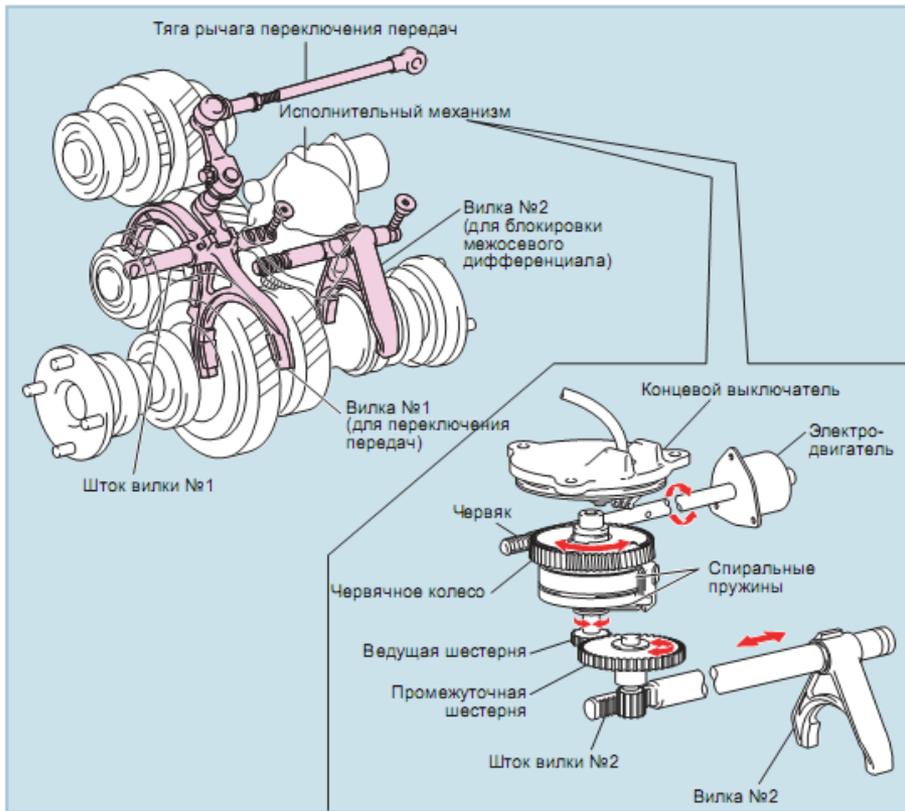
## Включена повышающая передача, межосевой дифференциал разблокирован





### 3. Межосевой дифференциал

Межосевой дифференциал конический, симметричный, с принудительной механической блокировкой. На ось дифференциала установлены две шестерни сателлита. Во время движения автомобиля по прямой угловая скорость колёс передней и задней оси одинакова, сателлиты не вращаются вокруг собственных осей. Для того чтобы колёса передней и задней оси могли вращаться с различной угловой скоростью (например, при движении в повороте) сателлиты, вращаясь вместе с коробкой дифференциала, начинают вращаться и вокруг собственных осей.



## 4. Управление раздаточной коробкой

Включение понижающей (L4) и повышающей (H4) передач производится с помощью вилки, закреплённой на подвижном штоке. Блокировка дифференциала также осуществляется с помощью вилки, закреплённой на подвижном штоке. Шток с вилкой включения понижающей (L4) и повышающей (H4) передачи перемещается под действием рычага управления раздаточной коробкой, а для блокировки дифференциала используется электрический сервопривод (исполнительный механизм).

(1) Исполнительный механизм раздаточной коробки  
Исполнительный механизм предназначен для перемещения штока с вилкой блокировки дифференциала в положение "Дифференциал разблокирован" (Free) или в положение "Дифференциал заблокирован" (Locked). Исполнительный механизм состоит из электродвигателя и редуктора. Двигатель включается с помощью управляющего реле.

<1> Концевой выключатель электродвигателя

Концевой выключатель состоит из поворотной пластины и подпружиненного контакта, которые поворачиваются друг относительно друга при вращении червячного колеса. Концевой выключатель обеспечивает останов электродвигателя в нужном положении.

<2> Спиральные пружины

Если усилие для перемещения штока оказывается больше установленного значения, то электродвигатель исполнительного механизма продолжает вращение, осуществляя закручивание спиральных пружин.

После того, как сопротивление перемещению штока понизится до значения, равного усилию закрученной пружины, шток с вилкой переместятся в выбранное положение под действием одного усилия закрученной пружины.

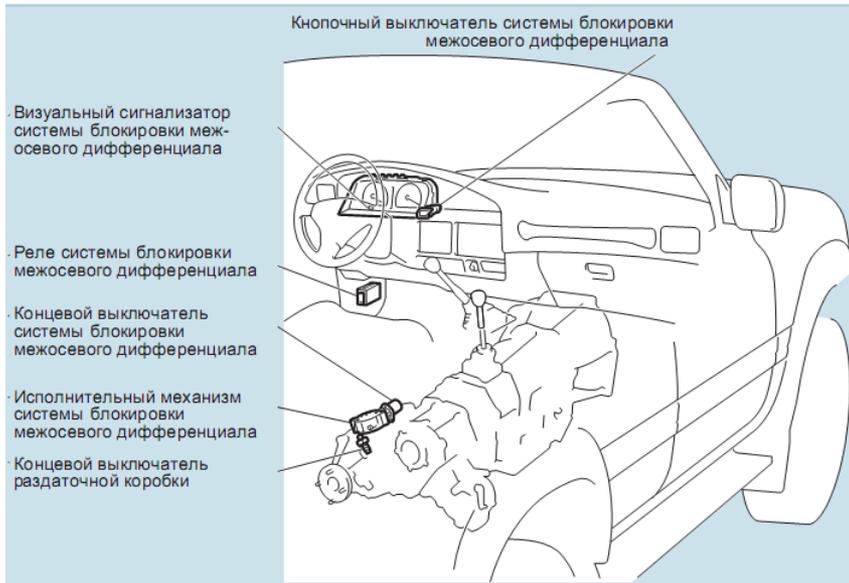
## 1. Общие сведения

Система блокировки межосевого дифференциала предназначена для механической блокировки межосевого дифференциала. При этом колёса передней и задней оси будут вращаться с одинаковой угловой скоростью. Если одно из колёс попадёт на участок дороги с низким коэффициентом сцепления, то при заблокированном межосевом дифференциале это колесо не забуксует. Таким образом, блокировка межосевого дифференциала позволяет перераспределить крутящий момент двигателя между осями и продолжить движение автомобиля.

2. Компоненты системы блокировки межосевого дифференциала  
Система состоит из следующих узлов и деталей.

(1) Визуальный сигнализатор блокировки дифференциала  
Предназначен для информирования водителя о текущем состоянии системы блокировки межосевого дифференциала

(



2) Кнопочный выключатель системы блокировки межосевого дифференциала

С помощью этого выключателя водитель может заблокировать (положение "Lock") или разблокировать межосевой дифференциал (положение "Free").

(3) Концевой выключатель системы блокировки межосевого дифференциала

Этот выключатель предназначен для определения заблокированного состояния межосевого дифференциала.

(4) Концевой выключатель раздаточной коробки (выключатель "L4")

Этот выключатель предназначен для определения передачи, включённой в раздаточной коробке в текущий момент (повышенная "H" или пониженная "L")

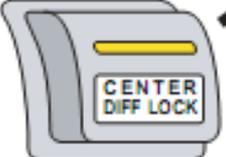
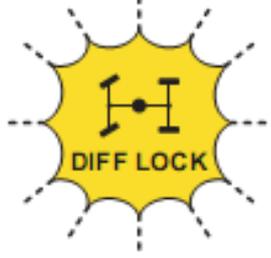
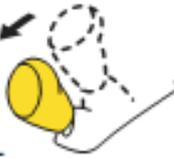
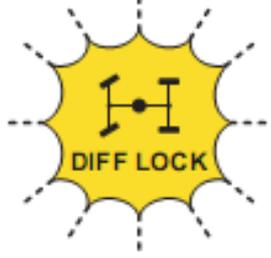
(5) Реле системы блокировки межосевого дифференциала

Предназначено для включения электродвигателя исполнительного механизма по сигналам датчиков.

(6) Исполнительный механизм системы блокировки межосевого дифференциала.

Система блокировки межосевого дифференциала

## Режимы работы раздаточной коробки и межосевого дифференциала

	Положение рычага или переключателя раздаточной коробки	Кнопочный выключатель системы блокировки межосевого дифференциала	Визуальный сигнализатор блокировки межосевого дифференциала	Особенности использования каждого из режимов работы раздаточной коробки
Повышающая передача (H), 4WD			<p>ВЫКЛ.</p> 	Этот режим используется для движения в нормальных условиях.
Повышающая передача (H), 4WD, межосевой дифференциал заблокирован			<p>ВКЛ.</p> 	Этот режим используется для движения по обледенелым и заснеженным дорогам, а также для движения по песку и бездорожью.
Понижающая передача (L), 4WD, межосевой дифференциал заблокирован	 	<p>При включении понижающей передачи межосевой дифференциал автоматически блокируется.</p> 		Этот режим используется тогда, когда для движения автомобиля требуется особенно большое тяговое усилие.

## Раздаточная коробка и межосевой дифференциал

### 1. Раздаточная коробка

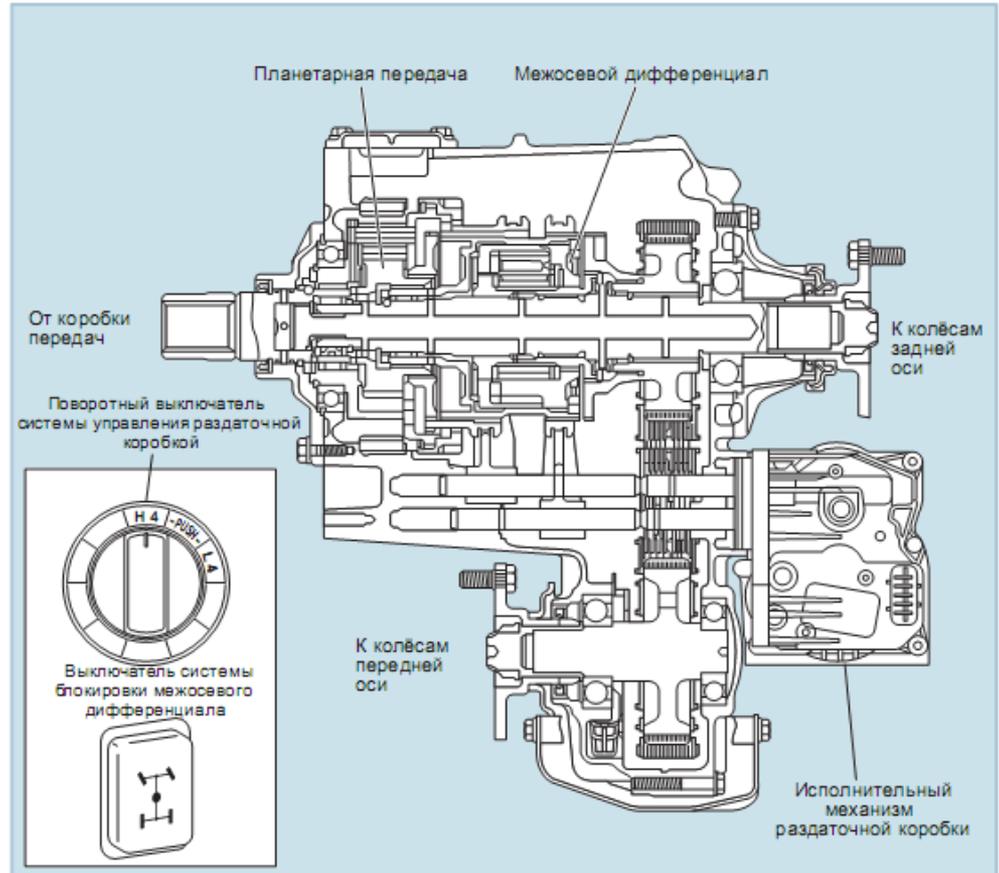
Раздаточная коробка этого типа также двухступенчатая. Одна передача является повышающей, другая - понижающая. Конструкция раздаточной коробки отличается лёгкостью и компактностью.

Главная особенность этой раздаточной коробки заключается в конструкции межосевого дифференциала повышенного трения, который может быть также принудительно механически заблокирован.

В качестве понижающей передачи используется планетарная передача, а вал привода передней оси приводится бесшумной зубчатой цепью.

Для переключения режимов работы раздаточной коробки используется исполнительный механизм, управляемый по командам поворотного переключателя на панели управления. Исполнительный механизм имеет два электродвигателя. Таким образом, за счёт отказа от рычага управления раздаточной коробкой удалось облегчить управление автомобилем.

## Раздаточная коробка VF4BM с планетарным межосевым дифференциалом повышенного трения

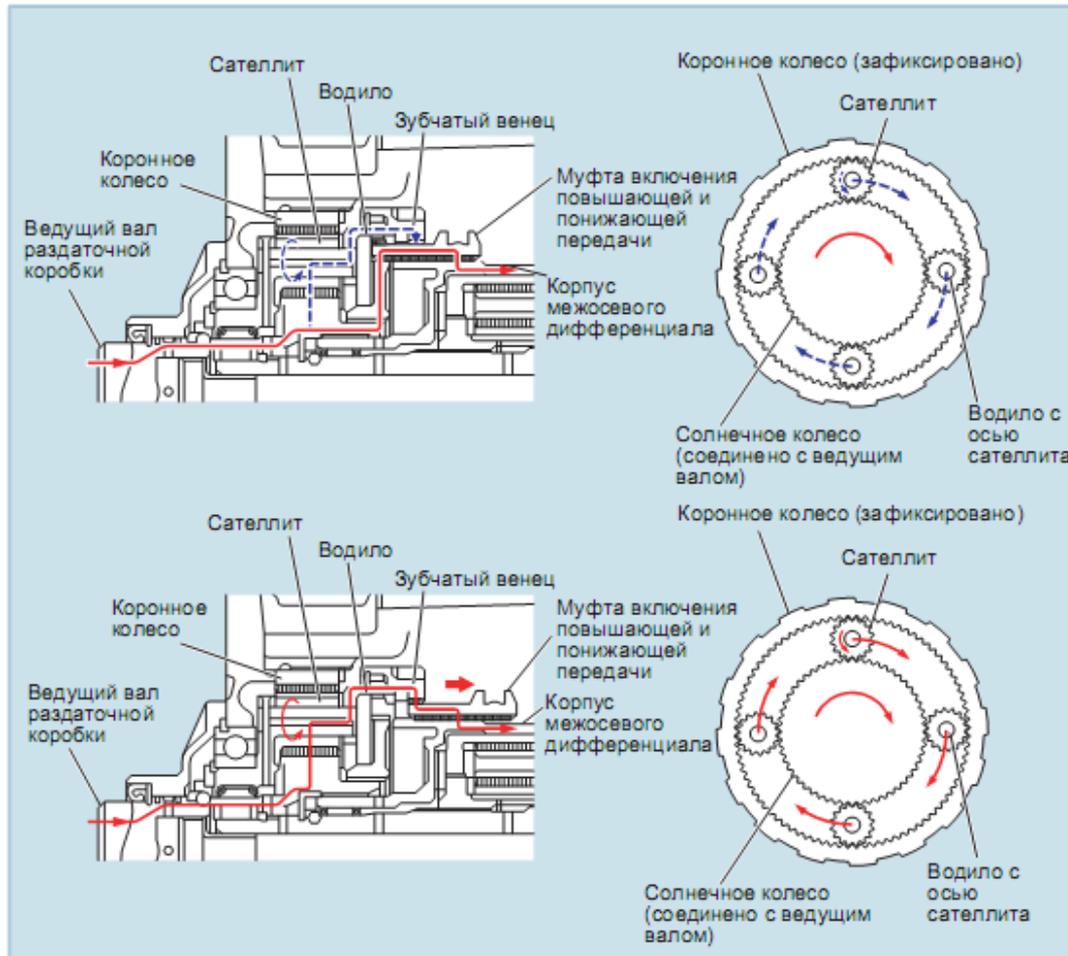


### (1) Исполнительный механизм раздаточной коробки

В состав исполнительного механизма входят:

электродвигатель для переключения передач, электродвигатель системы блокировки межосевого дифференциала, концевой выключатель электродвигателя для переключения передач, концевой выключатель электродвигателя системы блокировки межосевого дифференциала и концевой выключатель системы блокировки дифференциала. Этот исполнительный механизм не подлежит разборке и ремонту.

## 2. Работа раздаточной коробки

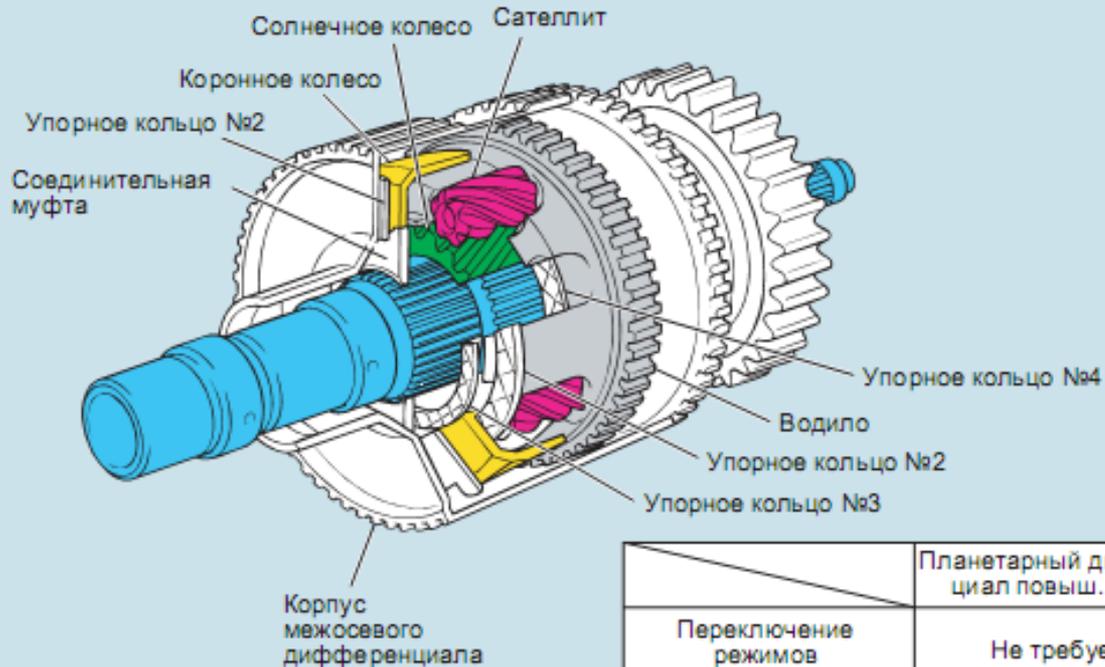


### (1) Включена повышающая (прямая) передача (H)

Шлицы на конце ведущего вала раздаточной коробки соединяются со шлицами на внутренней поверхности муфты переключения передач. Другим концом муфта соединяется со шлицами на корпусе межосевого дифференциала. Крутящий момент от ведущего вала передаётся на муфту и далее на корпус дифференциала.

### (2) Включена понижающая передача (L)

Шлицы на наружной поверхности муфты переключения передач соединяются со шлицами на зубчатом венце водила планетарной передачи. Коронное колесо планетарной передачи неподвижно зафиксировано относительно корпуса. Крутящий момент от ведущего вала передаётся на солнечное колесо, сателлиты, оси сателлитов, водило, зубчатый венец водила, муфту переключения передач и далее поступает на корпус дифференциала.

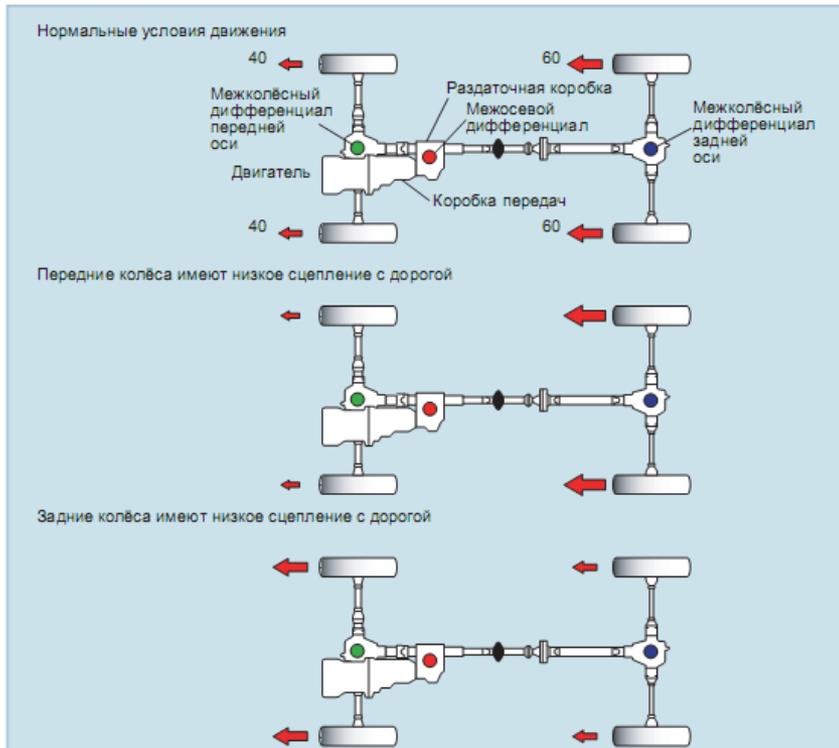


		Планетарный дифференциал повыш. трения	
Переключение режимов 4WD и 2WD		Не требуется	
Принудительная механическая блокировка дифференциала		ВКЛ - дифференциал заблокирован	
Торможение автомобиля при движении в поворотах		ВЫКЛ	ВКЛ
		Нет	Да
Условия движения	Нормальные условия	ВЫКЛ	
	Начало пробуксовки колёс	ВКЛ	

### 3. Межосевой дифференциал

#### (1) Устройство

В конструкции данной раздаточной коробки в качестве межосевого дифференциала использован планетарный дифференциал повышенного трения, который может быть дополнительно механически заблокирован. Дифференциал состоит из корпуса (коробки дифференциала), соединительной муфты, коронного колеса, 8 сателлитов, солнечного колеса и водила.



## (2) Принцип работы межосевого дифференциала

### 1. Движение в обычных условиях (угловая скорость передних колёс = угловой скорости задних колёс)

Крутящий момент двигателя делится в следующем отношении: 40 % на передние колёса, 60 % на задние колёса.

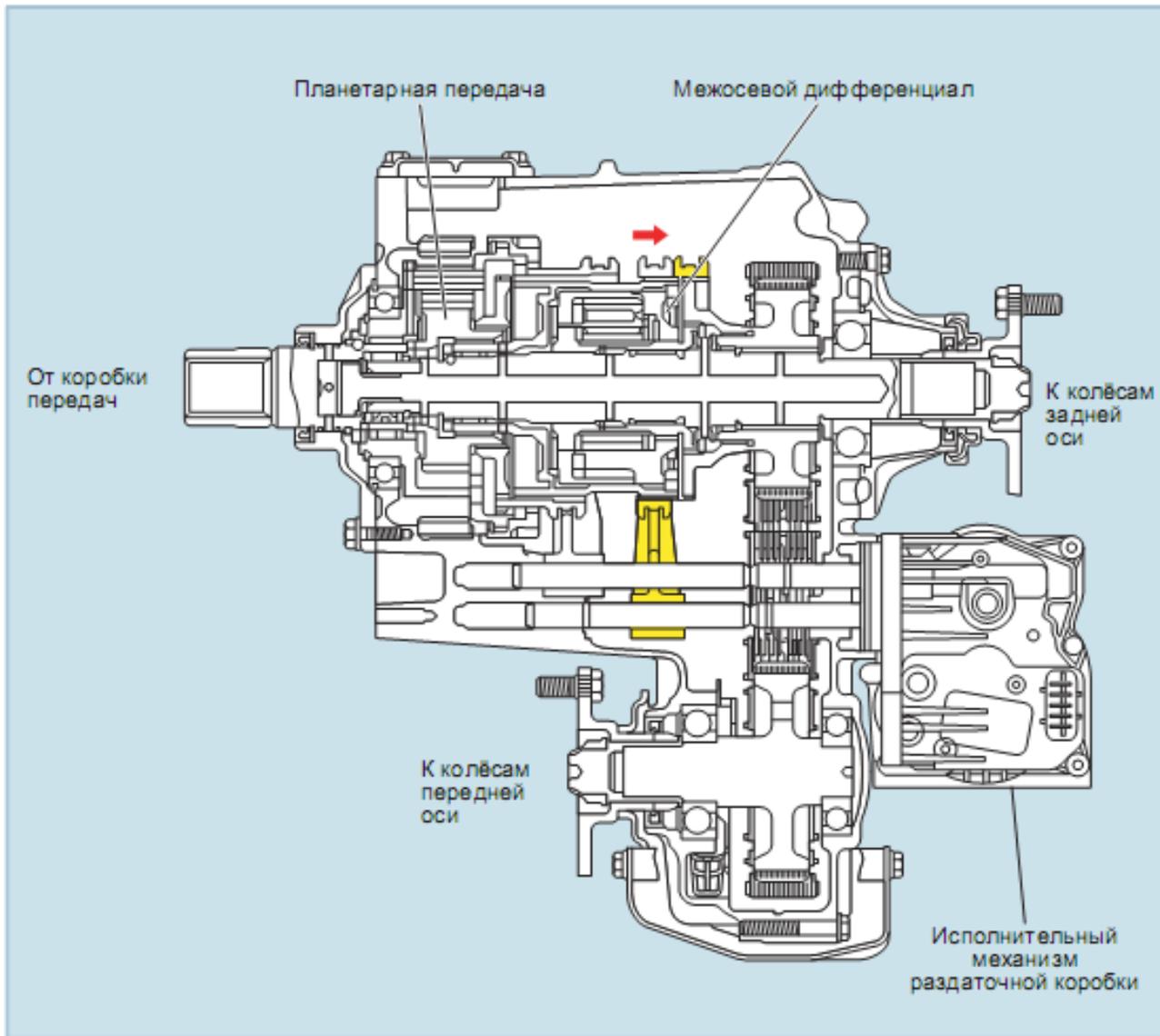
Если передние и задние колёса вращаются с различной угловой скоростью, то происходит перераспределение крутящего момента между осях автомобиля. Перераспределение крутящего момента осуществляется за счёт сил трения сателлитов и упорных колец, причём процесс перераспределения протекает плавно и непрерывно.

### 2. Передние колёса буксуют (передние колёса вращаются быстрее задних)

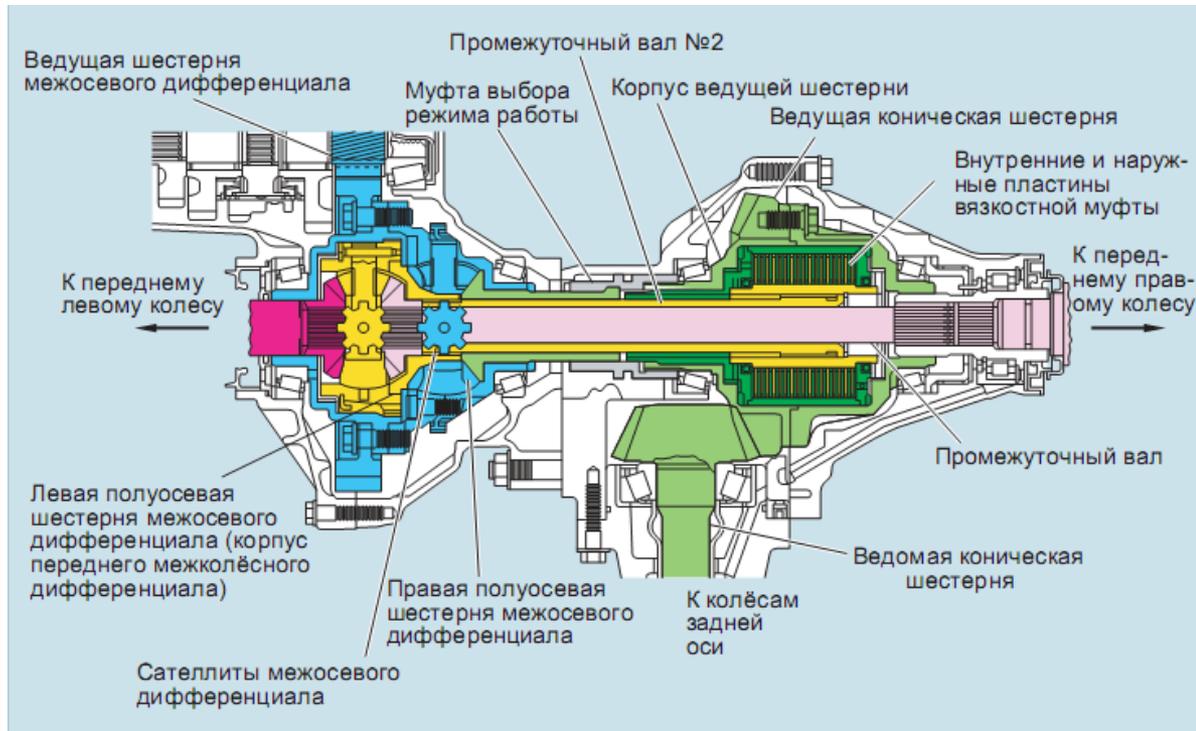
В этом случае межосевой дифференциал передаёт больший крутящий момент на задние колёса.

### 3. Задние колёса буксуют (задние колёса вращаются быстрее передних)

В этом случае межосевой дифференциал передаёт больший крутящий момент на передние колёса.



(3) Система блокировки межосевого дифференциала  
Если включить блокировку межосевого дифференциала, то сработает электродвигатель системы блокировки межосевого дифференциала, расположенный внутри исполнительного механизма. При этом переместится вилка, блокирующая межосевой дифференциал.

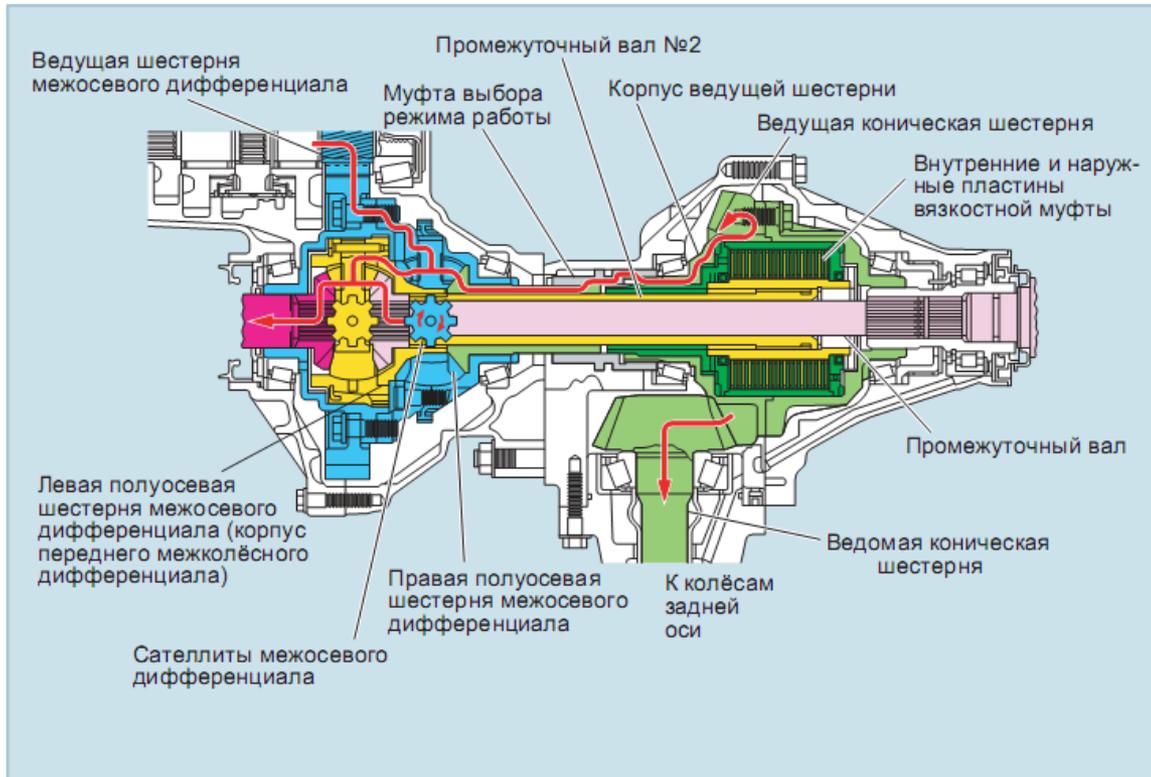


## Раздаточная коробка и межосевой дифференциал

1. Раздаточная коробка  
Конструкция межосевого дифференциала, дифференциала передних колёс, ведущей и ведомой конических шестерён аналогична конструкции одноимённых узлов и деталей раздаточной коробки с принудительной механической блокировкой межосевого дифференциала. Однако для повышения внутреннего трения дифференциала в раздаточную коробку встроена вязкостная муфта.

Межосевой дифференциал состоит из правой, левой и промежуточной крышек, сателлитов и правой полуосевой шестерни.

## 2. Работа раздаточной коробки

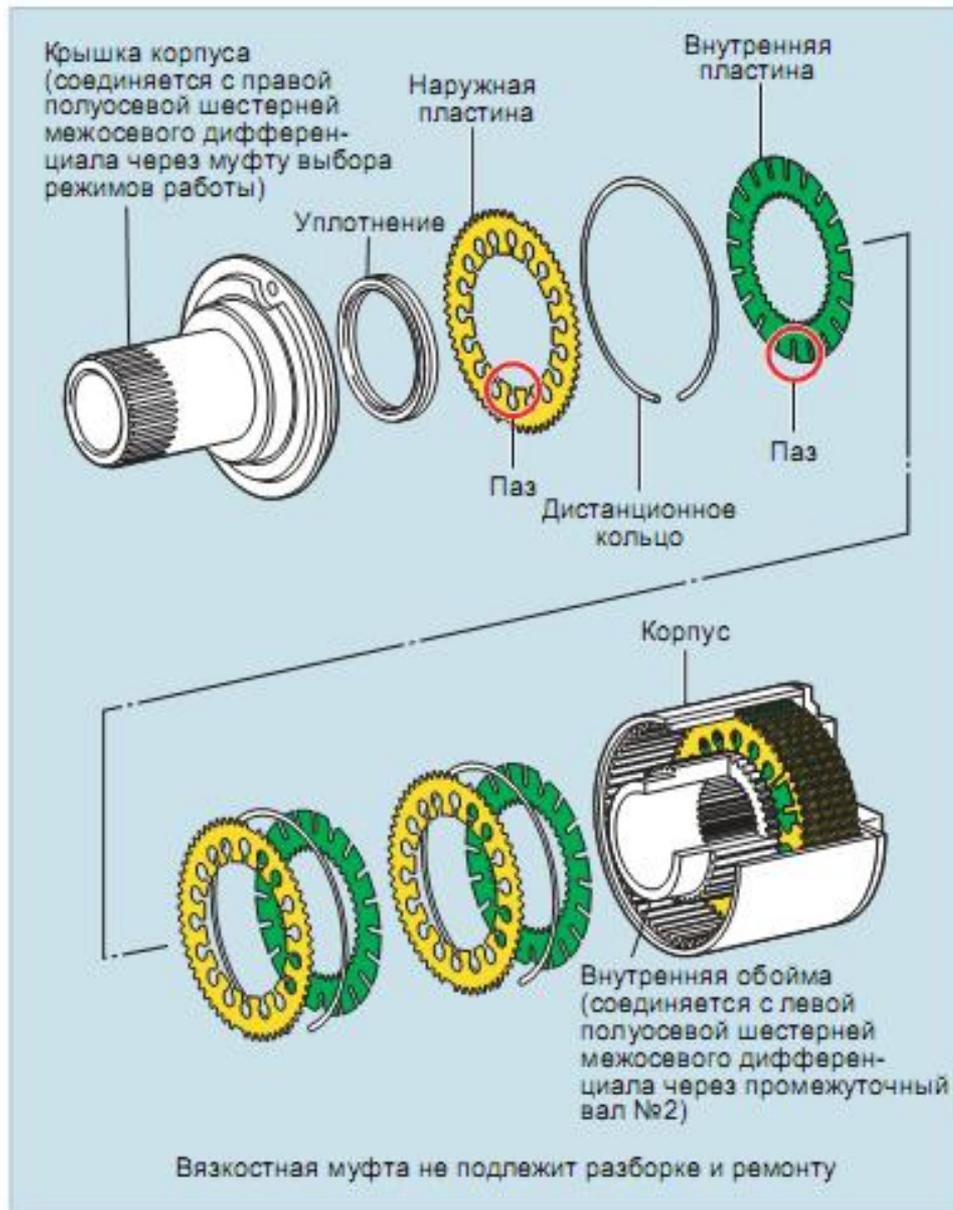


(2) При движении в поворотах

Вязкостная муфта повышает внутреннее трение в межосевом дифференциале и затрудняет вращение полуосевых шестерён друг относительно друга. Однако внутреннее трение вязкостной муфты не настолько велико, чтобы затруднить движение автомобиля в повороте.

(1) Во время движения по прямой Передача крутящего момента двигателя с ведомой шестерни главной передачи на правую и левую полуосевые шестерни происходит аналогично тому, как осуществляется передача крутящего момента в раздаточной коробке с принудительной механической блокировкой межосевого дифференциала.

Крутящий момент с правой полуосевой шестерни межосевого дифференциала при помощи переключаемой муфты передаётся на ведущую коническую шестерню, далее на ведомую коническую шестерню и поступает на карданную передачу привода колёс задней оси. Вместе с ведущей шестернёй вращается наружная обойма вязкостной муфты. Промежуточный вал №2 соединён с левой полуосевой шестернёй. Этот вал обеспечивает вращение внутренней обоймы вязкостной муфты.



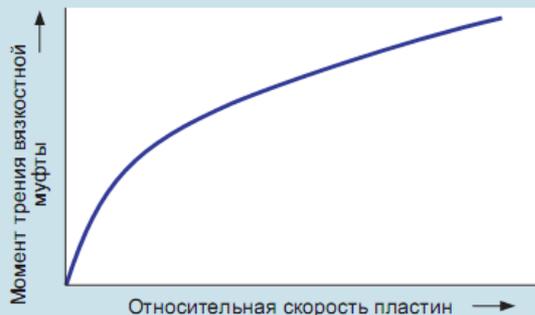
## 3. Вязкостная муфта межосевого дифференциала

### (1) Устройство

Межосевой дифференциал - конический. Для повышения внутреннего трения в дифференциале используется вязкостная муфта. Вязкостная муфта встроена внутрь ведущей конической шестерни. Внутренние пластины вязкостной муфты соединены с левой полуосевой шестерней межосевого дифференциала и коробкой переднего межколёсного дифференциала, а наружные пластины вязкостной муфты соединены с корпусом ведущей конической шестерни и правой полуосевой шестерней межосевого дифференциала. Из-за того что вязкостная муфта встроена внутрь корпуса ведущей шестерни, конструкция межосевого дифференциала получилась четырёхвальной в отличие от трёхвальной конструкции межосевого дифференциала с принудительной механической блокировкой.

Вязкостная муфта является разновидностью гидродинамической муфты, в которой крутящий момент передаётся за счёт трения вязкой жидкости. Трение вязкой жидкости используется для повышения внутреннего трения межосевого дифференциала.

		Межосевой дифференциал с вязкостной муфтой
Переключение между режимами 4WD и 2WD		Не требуется
Регулирование момента трения в дифференциале		Автоматическое регулирование
Проскальзывание колёс в поворотах		Нет
Блокировка дифференциала	Нормальные условия	Блокировка не требуется
	Начало пробуксовки колёс	



## (2) Принцип работы

Вязкостная муфта начинает работать тогда, когда угловая скорость наружной и внутренней обойм отличается друг от друга. При этом крутящий момент двигателя перераспределяется между осями автомобиля. Вязкостная муфта передаёт крутящий момент за счёт трения силиконовой жидкости.

<1> Пластины муфты вращаются с одинаковой угловой скоростью  
Вязкостная муфта не передаёт крутящий момент.

<2> Пластины муфты вращаются с разными угловыми скоростями  
Как только пластины начинают вращаться с разными угловыми скоростями, слои силиконовой жидкости смещаются друг относительно друга. При этом муфта начинает передавать крутящий момент. Внутреннее трение муфты способствует выравниванию угловых скоростей её обойм.

<3> Характеристика вязкостной муфты

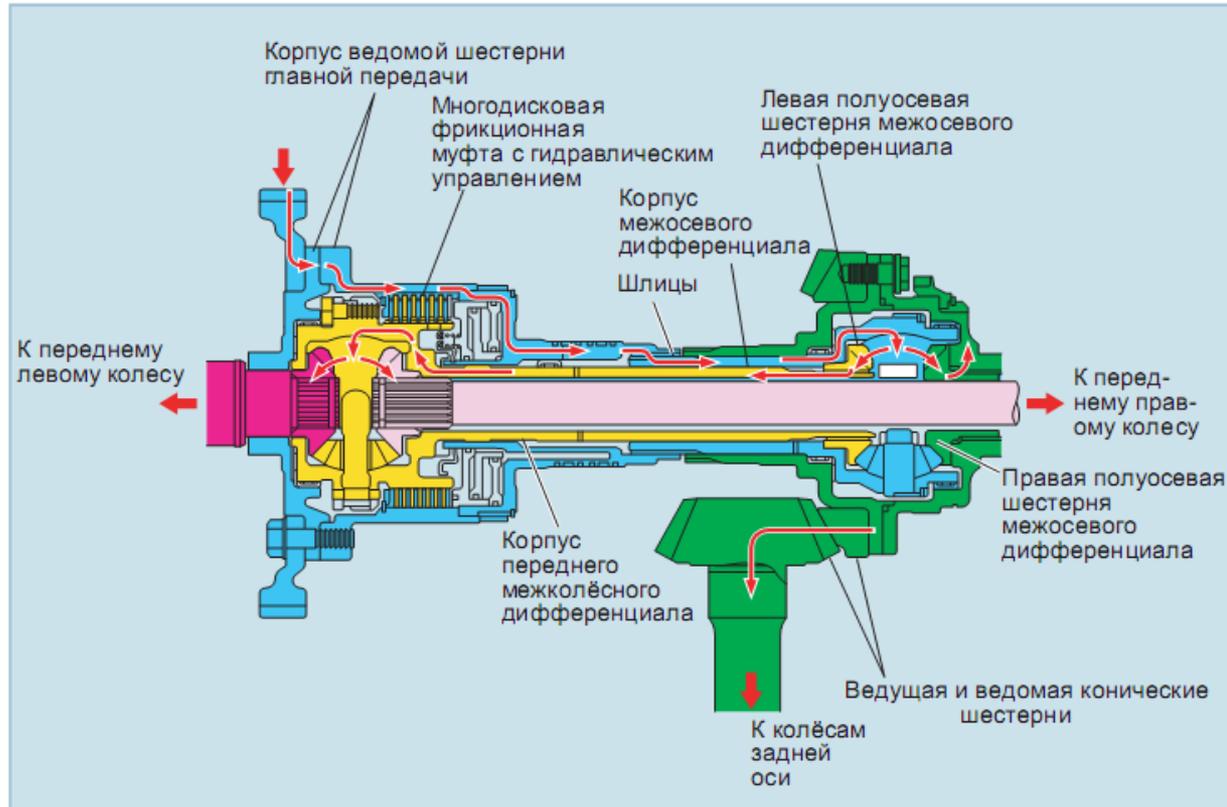
Во время нормальной работы

Внутреннее трение муфты увеличивается или уменьшается в зависимости от разницы угловых скоростей пластин муфты.

## Хамп-эффект

- Если вязкостная муфта проработает некоторое время с большой разницей угловых скоростей внутренней и наружной обойм, то температура и давление внутри муфты повышаются.
- Внутренние пластины, которые могут перемещаться в осевом направлении, под действием разницы давлений смещаются в область пониженного давления. В результате внутренние и наружные пластины муфты начинают непосредственно контактировать друг с другом, что обеспечивает передачу большего крутящего момента. Это явление называется хамп-эффектом. В результате хамп-эффекта внутренние и наружные пластины начинают вращаться с одинаковой угловой скоростью, температура и давление внутри муфты уменьшаются. Внутренние и наружные пластины отходят друг от друга.

## Раздаточная коробка А540Н с многодисковой фрикционной муфтой с гидравлическим управлением



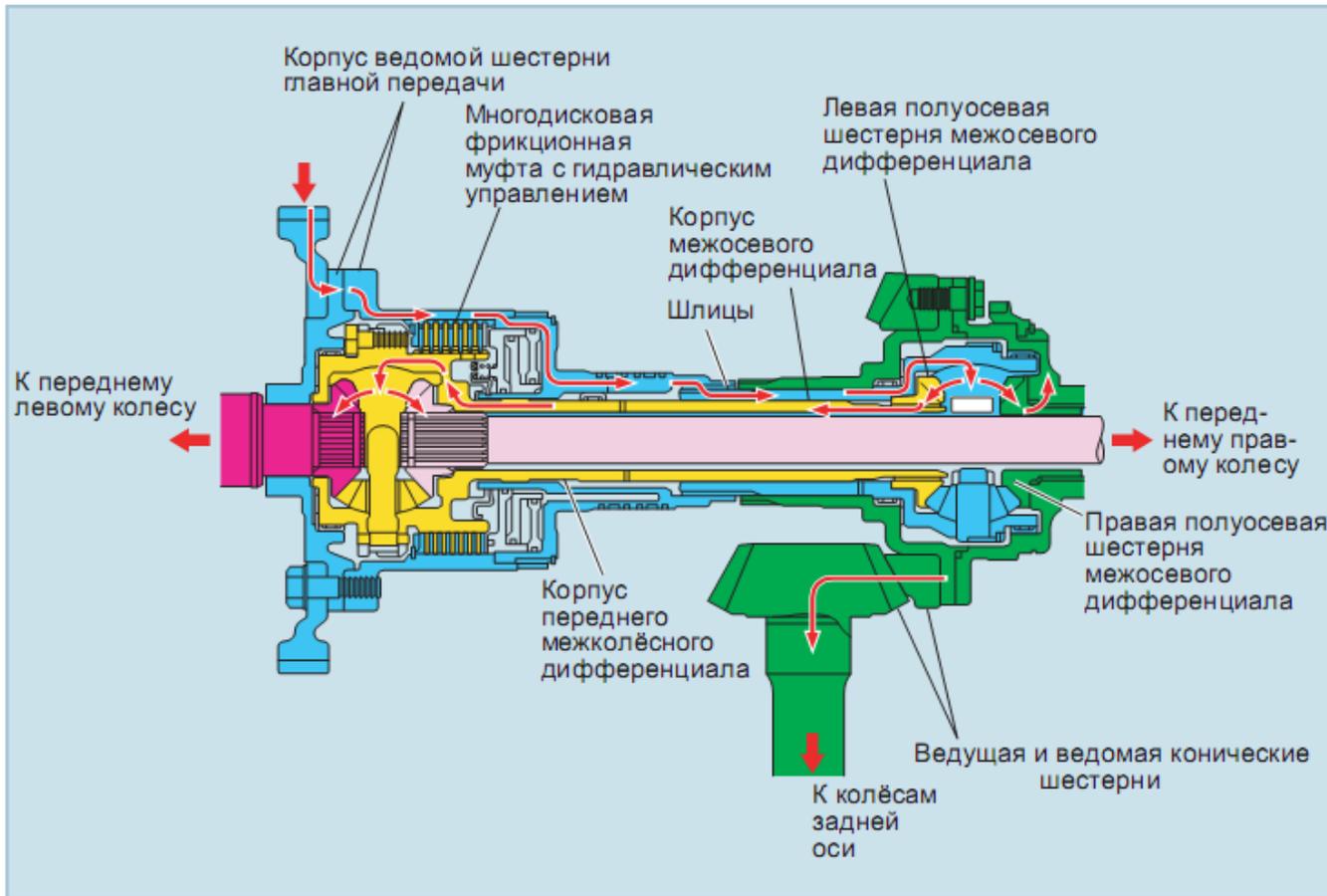
## Раздаточная коробка и межосевой дифференциал

### 1. Раздаточная коробка

Установка межосевого дифференциала в данной раздаточной коробке отличается от установки межосевого дифференциала с вязкостной муфтой или от установки межосевого дифференциала с принудительной механической блокировкой.

Межосевой дифференциал размещается отдельно от межколёсного дифференциала передней оси. Межколёсный дифференциал передней оси располагается внутри корпуса ведомой шестерни главной передачи. Корпус (коробка) межколёсного дифференциала может свободно вращаться внутри корпуса ведомой шестерни.

Многодисковая фрикционная муфта с гидравлическим управлением, используемая для повышения внутреннего трения в межосевом дифференциале, также располагается внутри корпуса ведомой шестерни. На новых моделях автомобилей фрикционная муфта имеет полностью автоматическое управление. Давление рабочей жидкости фрикционной муфты регулируется объединённым ЭБУ двигателя и АКП.

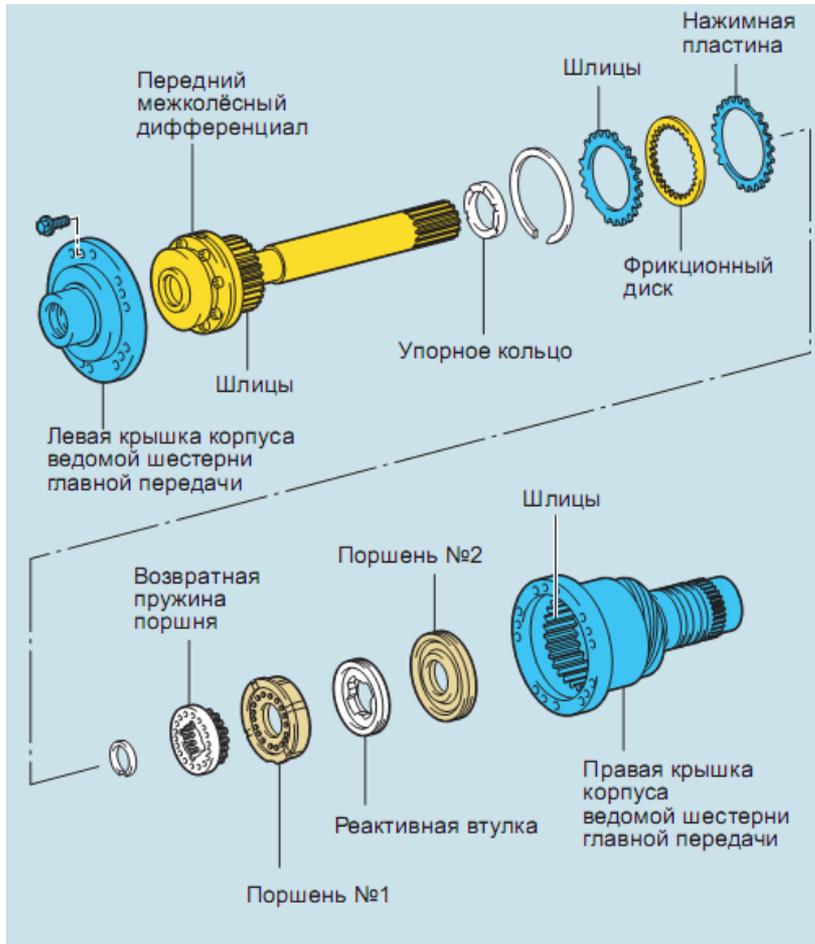


## 2. Работа раздаточной коробки

(1) При движении по прямой Межосевой дифференциал делит крутящий момент двигателя на две части. Одна часть через правую полуосевую шестерню поступает на межколёсный дифференциал задней оси. Другая часть поступает на межколёсный дифференциал передней оси.

### (2) При движении в повороте

Вращение колёс передней и задней осей с различной угловой скоростью обеспечивается за счёт межосевого дифференциала. При этом ведомая шестерня главной передачи и корпус (коробка) межколёсного дифференциала передней оси также будут вращаться с различной угловой скоростью. Одновременно в управляющей полости многодисковой фрикционной муфты создаётся давление, которое воздействует на поршень, сжимающий диски. Усилие сжатия дисков определяет момент трения в муфте. Это усилие регулируется в зависимости от условий движения автомобиля для обеспечения оптимального распределения тягового усилия на колёсах передней и задней оси.



## 3. Межосевой дифференциал

### (1) Устройство

Межосевой дифференциал - конический, с многодисковой фрикционной муфтой с гидравлическим управлением. Многодисковая фрикционная муфта используется для повышения внутреннего трения в дифференциале. Многодисковая муфта состоит из внутренних дисков, наружных пластин и управляющих поршней. Многодисковая муфта расположена в одном корпусе с межколёсным дифференциалом передней оси.

### (2) Принцип работы

Если на управляющие поршни действует давление рабочей жидкости, то фрикционные диски и пластины прижимаются друг к другу. Момент трения, создаваемый муфтой, препятствует вращению фрикционных дисков, соединённых с корпусом межколёсного дифференциала передней оси, и пластин, соединённых с корпусом ведомой шестерни главной передачи, относительно друг друга.

Если передние колёса окажутся на поверхности с низким коэффициентом сцепления и начнут пробуксовывать, то многодисковая муфта обеспечит перераспределение крутящего момента двигателя между осями автомобиля. Крутящий момент будет реализован колёсами задней оси, что позволит автомобилю продолжить дальнейшее движение.

Во время движения по дорогам с твёрдым покрытием, когда селектор АКП находится в положении "D", момент трения многодисковой муфты сравнительно невелик, что обеспечивает плавное движение в поворотах и отсутствие проскальзывания колёс. При включении диапазонов «L» или «R» момент трения многодисковой муфты увеличивается, что позволяет автомобилю двигаться по дорогам без твёрдого покрытия и целине.

		Межосевой дифференциал с многодисковой фрикционной муфтой с гидравлическим управлением	
		Новые модели	Старые модели
Переключение между режимами 4WD и 2WD		Не требуется	Не требуется
Регулирование момента трения в дифференциале		Автоматическое регулирование	Клавиша управления должна находиться в положении "AUTO"
			Клавиша управления в положении "OFF" (FREE)*
Проскальзывание колёс в поворотах		Нет	Нет
Блокировка дифференциала	Нормальные условия	Автоматическое регулирование	Клавиша управления должна находиться в положении "AUTO" (переключение клавиши не требуется)
	Начало пробуксовки колёс		

\* Положение "OFF" используется для испытания тормозной системы на стенде и для буксировки автомобиля.

### (3) Особенности

Алгоритм управления многодисковой муфтой учитывает положение селектора АКП, угол открытия дроссельной заслонки и скорость автомобиля.

На новых моделях автомобилей для управления многодисковой муфтой используется компьютер. Это позволяет наряду со скоростью автомобиля учесть разницу угловых скоростей колёс передней и задней оси.

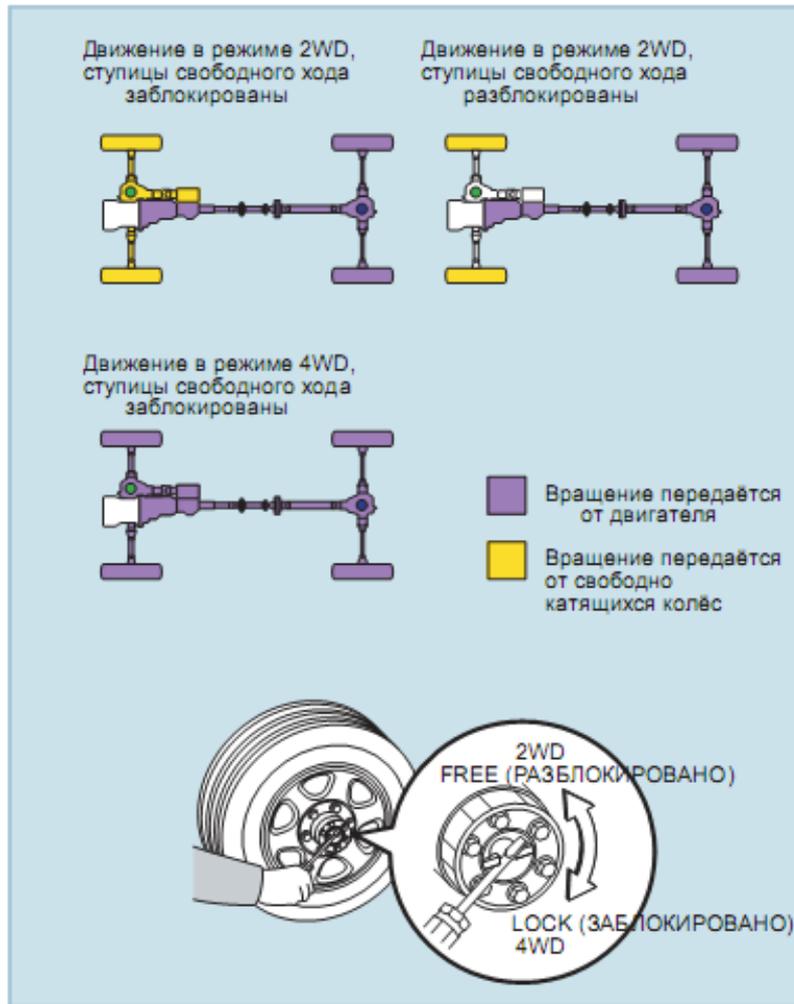
Компьютерное управление наиболее полно оптимизирует работу многодисковой муфты: при движении по шоссе и по бездорожью, при движении по прямой и в поворотах.

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**

На старых моделях автомобилей устанавливался переключатель, с помощью которого водитель мог управлять работой многодисковой фрикционной муфты.

Выключенное положение этого переключателя равноценно положению "Межосевой дифференциал разблокирован" (OFF) кнопочного выключателя системы принудительной механической блокировки межосевого дифференциала.

## Прочие узлы и системы



## Прочие узлы и системы

### 1. Free wheel hub

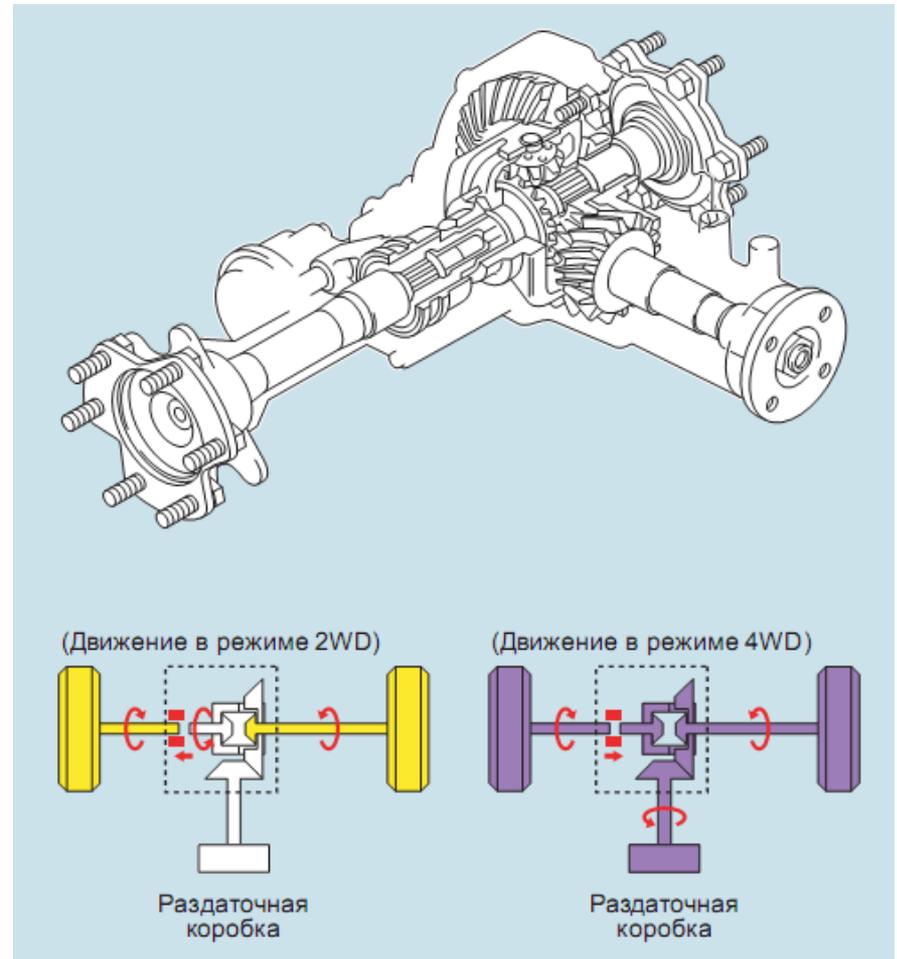
Ступицы свободного хода применяют на полноприводных автомобилях с временным подключением передней оси. Ступицы свободного хода имеют специальные муфты, позволяющие соединять и разъединять ступицу колеса и привод. Если автомобиль не оборудован ступицами свободного хода, то в обычном режиме (2WD) передние колёса передают вращение на приводы, межколёсный дифференциал передней оси и карданную передачу. Это повышает уровень шума и вибраций и ухудшает топливную экономичность автомобиля. Поэтому колёса передней оси устанавливаются на ступицы свободного хода, которые при движении по дорогам с твёрдым покрытием (в режиме 2WD) обеспечивают свободное вращение колёс, а при движении по грунтовым дорогам, труднопреодолимым участкам и снегу с использованием полного привода ступицы свободного хода блокируются, жёстко соединяя передние колёса с трансмиссией автомобиля. Существуют ступицы свободного хода с ручным управлением и автоматические. Блокировка и разблокировка ступиц свободного хода с ручным управлением осуществляется снаружи автомобиля. Разработаны также комбинированные ступицы свободного хода, сочетающие в себе возможности автоматических ступиц свободного хода и ступиц с ручным управлением.

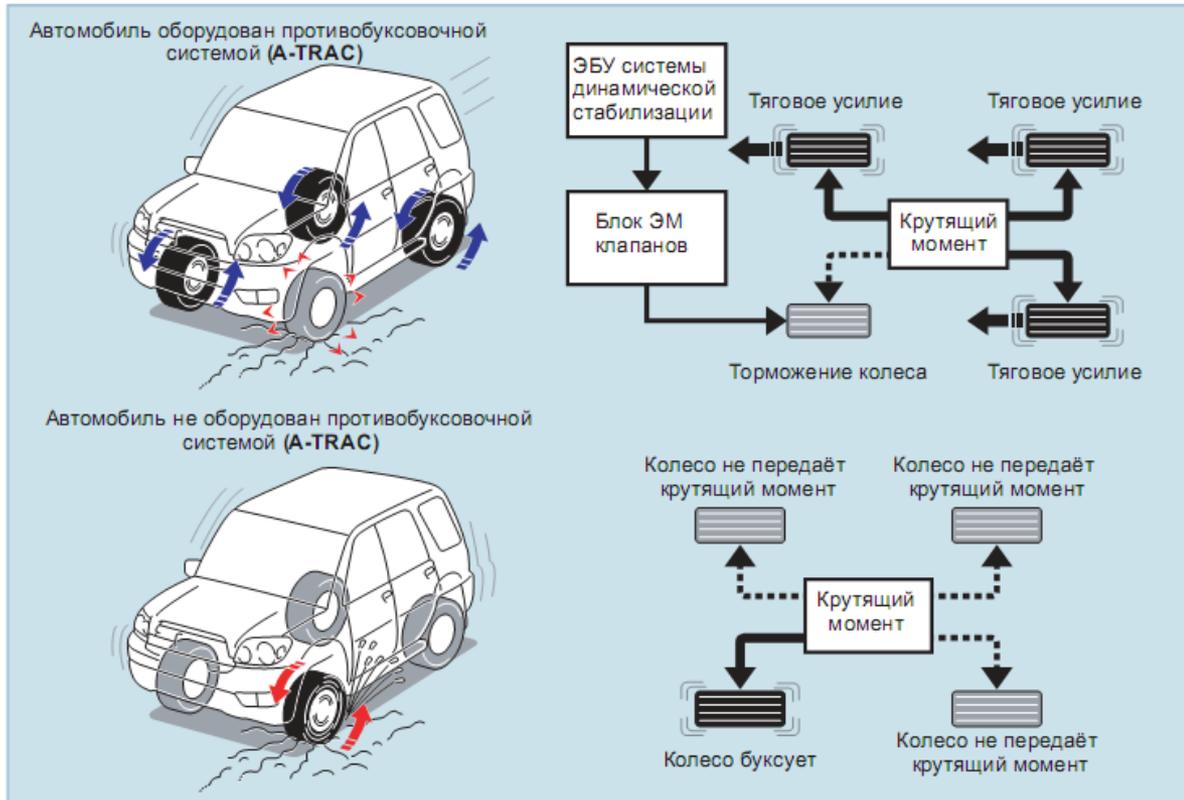
## 2. Дифференциал с автоматическим отключением (ADD)

Дифференциал с автоматическим отключением (ADD) может устанавливаться вместо переднего межколёсного дифференциала на полноприводных автомобилях с временным подключением передней оси.

Такой дифференциал служит для автоматического отключения карданной передачи передней оси в режиме 2WD.

Для отключения привода левого или правого колеса используется исполнительный механизм, срабатывающий по команде концевого выключателя, установленного в раздаточной коробке. При этом отпадает необходимость в использовании колёсных ступиц свободного хода. Для того чтобы переключаться с режима 2WD на режим 4WD во время движения автомобиля, раздаточная коробка снабжается синхронизатором, обеспечивающим плавное начало вращения карданной передачи передней оси. При движении автомобиля в режиме 2WD карданная и главная передачи передней оси остановлены. Для переключения с режима 2WD на режим 4WD имеется кнопочный переключатель.





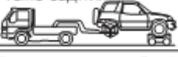
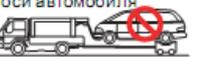
## Противобуксовочная система (A6TRAC)

При движении в сложных дорожных условиях противобуксовочная система обеспечивает притормаживание буксующего колеса. За счёт этого достигается эффект, аналогичный тому, как если бы на автомобиле был установлен дифференциал повышенного трения.

Противобуксовочная система также связана с системой управления двигателем. Автомобиль, оборудованный противобуксовочной системой, может без посторонней помощи продолжить движение в ситуации, когда одно из колёс начинает буксовать.

# Академия постдипломного педагогического образования

## Правила буксировки автомобиля с полным приводом

Требования	Стойачный тормоз	Положение рычага или селектора КП	Положение рычага разд. коробки (для HF2A)	Кнопка системы блокир. межосевой дифференц.	Межосевой дифференц.
Способ буксировки					
<b>A. Полная погрузка</b> 	Включён	МКП : Любое положение АКП : "P"	"N"	"OFF" или "AUTO"	Разблокирован
<b>B. Способ подъёма передних колёс</b>  Также задних 					
<b>C. Буксировка на гибкой сцепке</b> 	Выключен	МКП : Н. П. АКП : "N"	"N"	"OFF"	↑
<b>D. Вывешивание передней оси с установкой колёс задней оси на опорную тележку</b> 	Включён	МКП : Любое положение АКП : "P"	"N"	"OFF" или "AUTO"	↑
<b>E. Вывешивание передней оси автомобиля</b> 	Выключен	МКП : Н. П. АКП : "N"	"N"	"OFF"	↑
<b>F.</b> 					

• Запрещается буксировать полноприводный автомобиль этим способом.

Опасность буксировки автомобиля этим способом заключается в возможном перегреве агрегатов трансмиссии, а также в возможном выкалывании передних колёс с опорной тележки.

Запрещается буксировать полноприводный автомобиль способом, при котором колёса вывешенной оси лишены возможности свободно вращаться.

## Правила буксировки автомобиля с полным приводом

1. Для буксировки полноприводного автомобиля используйте один из способов, показанных на рисунках А, В или С.

2. Если повреждены агрегаты шасси или трансмиссии автомобиля, то для буксировки используйте способ А (способ полной погрузки) или способ В (способ, при котором колёса одной из осей опираются на подъёмное приспособление автомобиля-тягача, а колёса другой оси опираются на катящуюся тележку)

3. Рекомендуемые способы: А или В

Допускаемый (в случае крайней необходимости) способ: С

### ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ:

- При буксировке автомобиля с автоматической коробкой передач способом С соблюдайте дополнительные требования:
- Максимальная скорость буксировки 30 км/ч (18 миль в час)
- Максимальное расстояние, на которое осуществляется буксировка, не более 80 км (50 миль)
- Некоторые модели полноприводных автомобилей допускают буксировку способами D или E.

Однако, при использовании для буксировки автомобиля способов D или E можно повредить бампер, нижний защитный кожух двигателя, шарниры нижнего рычага подвески, конденсатор кондиционера.

Поэтому данные способы применять не рекомендуется.

Способ буксировки F представляет опасность.

## Диагностика полноприводных автомобилей на стендах

**A. Тип межосевого дифференциала**

- С принудительной блокировкой
- С вязкостной муфтой
- С многодисковой муфтой

**B. Кнопочный выключатель системы блокировки межосевого дифференциала должен находиться в положении, соответствующем предписаниям Руководства по ремонту автомобиля.**

**C. Все колёса должны касаться опорной поверхности или автомобиль должен быть полностью вывешен.**

Колёса касаются опорной поверхности

Автомобиль вывешен на подставках

**D. При необходимости снимите карданную передачу**

Снятие задней карданной передачи

Снятие передней карданной передачи

**E. Положение рычага МКП или селектора АКП**

**F. Положение рычага раздаточной коробки**

"H" "N"

**G. Максимальная скорость по спидометру**

Менее 0,5 км/ч (0,3 м/ч)	Менее 50 км/ч (30 м/ч)	Более 50 км/ч (30 м/ч)
--------------------------	------------------------	------------------------

**H. Максимальная продолжительность теста**

Не более 60 с

Во время проведения теста также необходимо соблюдать следующие правила:

- Избегайте резких ускорений и замедлений.
- Выполняйте дополнительные правила, относящиеся к конкретному тесту.

## Подготовительные процедуры

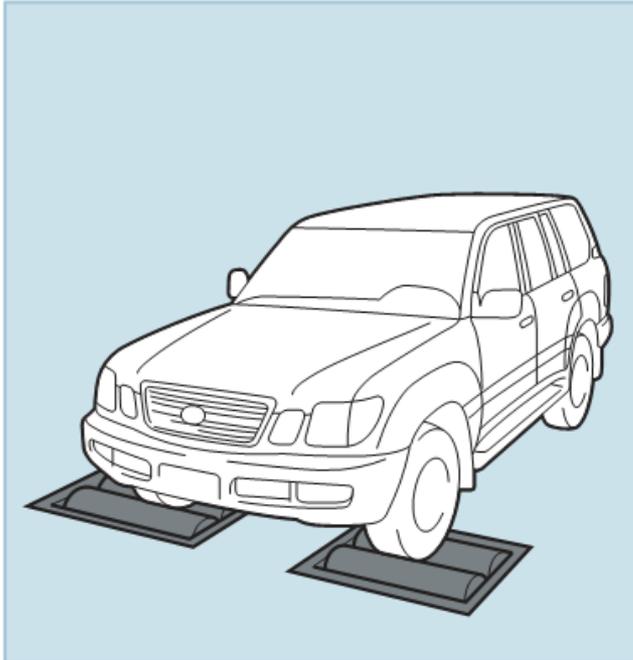
Полноприводные автомобили с постоянным приводом всех колёс имеют межосевой дифференциал.

Во время обслуживания автомобиля или во время тестов, при проведении которых колёса передней или задней оси приводятся во вращение (проверка тормозной системы, проверка тягово-скоростных качеств, балансировка колёс без снятия), а также при буксировке автомобиля необходимо соблюдать предосторожности, показанные на рисунке слева.

Несоблюдение этих предосторожностей, а также правил выполнения тестов приводит к неправильным результатам и травматизму. Перед проведением любого из отмеченных выше тестов необходимо убедиться в соблюдении установленных требований и мер предосторожности. Все требования и меры предосторожности показаны на рисунке слева в виде отдельных пунктов (A...H).

На рисунке имеются необходимые пояснения по каждому из пунктов. Правила выполнения проверочных тестов приведены в Руководстве по ремонту автомобиля. Перед выполнением тестов, правила проведения которых не приведены в настоящем курсе, необходимо досконально разобраться в устройстве используемого во время теста оборудования и выяснить, установлен ли на автомобиле межосевой дифференциал повышенного трения или нет.

## Диагностика полноприводных автомобилей на стендах



## Проверка тормозной системы на стендах силового типа

1. Скорость автомобиля: менее 0,5 км/ч (0,3 мили в час)

При проверке тормозной системы на стенде с малой скоростью вращения барабанов соблюдайте следующие правила.

(1) Установите колёса одной из осей на барабаны стенда.

(2) Разблокируйте межосевой дифференциал.

Межосевой дифференциал с принудительной механической блокировкой:

- Установите рычаг управления раздаточной коробкой в положение «Н» (только для автомобилей с раздаточной коробкой HF2A)
- Выключатель системы блокировки межосевого дифференциала должен находиться в положении "Дифференциал разблокирован", а визуальный сигнализатор системы блокировки должен погаснуть.

Межосевой дифференциал с многодисковой фрикционной муфтой с гидравлическим управлением:

- Выключатель системы блокировки межосевого дифференциала должен находиться в положении "Дифференциал разблокирован" (OFF), а визуальный сигнализатор системы блокировки должен погаснуть.

(3) Установите рычаг МКП в нейтральное положение, а селектор АКПП переведите в положение "N".

(4) Запустите двигатель и проведите тест. Во время теста двигатель должен работать на холостом ходу для правильной работы усилителя тормозной системы.

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**

Если на автомобиле имеется специальный рычаг для выбора режимов работы трансмиссии, то процедура выполнения теста отличается от описанной выше.

Для получения подробных сведений о проведении теста обращайтесь к Руководству по ремонту конкретного автомобиля.

№	Тип стенда с беговыми барабанами	Тип меж-осевого дифференциала	Выключатель блокировки дифф.	Правила установки автомобиля на стенд	Допускаемая скорость автомобиля и продолжительность теста
1	Стенд с беговыми барабанами для установки колёс одной оси	• С вязкостной муфтой	—		Скорость не более 50 км/ч [30 миль в час], продолжительность не более 1 минуты
		• С многодисковой муфтой	"OFF" (разблокировано) —(RAV4)	Снимите карданный вал 	Скорость автомобиля и продолжительность теста не ограничены
		• С механической блокировкой	"ON" (заблокировано)		
2	Стенд с беговыми барабанами для одновременной установки колёс обеих осей. Беговые барабаны не связаны друг с другом.	• С вязкостной муфтой	—		Скорость не более 50 км/ч [30 миль в час], продолжительность не более 1 минуты
		• С многодисковой муфтой	"AUTO" или —(RAV4)		Скорость автомобиля и продолжительность теста не ограничены
		• С механической блокировкой	"ON" (заблокировано)		
3	Стенд с беговыми барабанами для одновременной установки колёс обеих осей. Беговые барабаны связаны друг с другом.	• С механической блокировкой	"OFF" (разблокировано)		Скорость автомобиля и продолжительность теста не ограничены
		• С вязкостной муфтой	—		
		• С многодисковой муфтой	"AUTO" или —(RAV4)		

Проверка на стенде с беговыми барабанами

Для проверки тягово-скоростных показателей используется стенд с беговыми барабанами.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:**

Если на автомобиле имеется специальный рычаг для выбора режимов работы трансмиссии, то процедура выполнения теста отличается от описанной выше. Для получения подробных сведений о проведении теста обращайтесь к Руководству по ремонту конкретного автомобиля.

**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ:**

Убедитесь в том, что автомобиль надёжно закреплён на стенде и не может быть случайно приведён в движение.

Запрещается резко нажимать и отпускать педали сцепления и тормоза, резко нажимать на педаль акселератора при включённой передаче, а также резко сбрасывать частоту вращения двигателя.

Строго соблюдайте максимальную разрешённую скорость и продолжительность теста.

# Академия постдипломного педагогического образования



1. Если на автомобиле с постоянным приводом всех колёс проводится балансировка колёс без снятия с автомобиля, то необходимо соблюдать следующие правила и предосторожности. Несоблюдение указанных правил может привести к поломкам компонентов трансмиссии.

- (1) Все четыре колеса должны быть полностью вывешены.
- (2) Межосевой дифференциал с принудительной механической блокировкой должен находиться в положении "Заблокировано" (рычаг управления раздаточной коробкой должен находиться в положении «Н» (повышающая передача)). Межосевой дифференциал с многодисковой фрикционной муфтой с гидравлическим управлением и специальным рычагом для выбора режимов работы трансмиссии:  
Выключатель системы блокировки межосевого дифференциала - **ВЫКЛЮЧЕН** (дифференциал разблокирован).  
Рычаг для выбора режимов работы трансмиссии - в положении «Lock» (заблокировано).  
Межосевой дифференциал с вязкостной муфтой должен быть разблокирован.
- (3) Рычаг стояночной тормозной системы должен быть полностью отпущен.
- (4) Все колёса должны свободно вращаться без прихватаывания.
- (5) Балансировку колёс следует проводить при работающем двигателе и включённой передаче.