

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта
Кафедра "Автотранспортной и техносферной безопасности"

методические указания к самостоятельной работе
по дисциплине "Устройство автомобильной техники"
для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению 23.03.01.

«Технология транспортных процессов»

Составитель:
доцент кафедры АТБ
Ш.А. Амирсейидов



Владимир 2015



КАКАЯ ТРАНСМИССИЯ ЛУЧШЕ ?

Прежде, чем ответить на этот вопрос, рассмотрим некоторые понятия.

Устойчивость - это способность автомобиля при отсутствии управляющих действий водителя (вращение рулевого колеса, изменение положения педали газа, включение тормозов и т. д.) выдерживать заданное направление движения без опрокидывания и бокового скольжения колес.



Поворачиваемость - свойство автомобиля изменять траекторию движения под действием боковых сил (силы ветра и т.п.) при неподвижном рулевом колесе. Если водитель не поворачивает руль, но при этом:



- радиус поворота увеличивается - поворачиваемость недостаточная;
- радиус поворота уменьшается - поворачиваемость избыточная;
- радиус поворота не изменяется - поворачиваемость нейтральная.

Автомобиль с недостаточной поворачиваемостью обладает лучшей устойчивостью, так как под воздействием боковых сил он стремится двигаться по кривой большего радиуса. При этом уменьшается центробежная сила и транспортное средство восстанавливает движение в прежнем направлении.

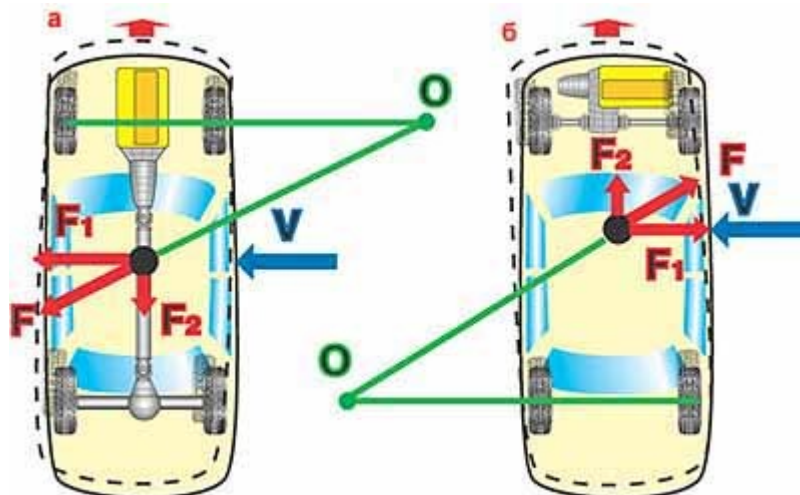
Управляемость - способность автомобиля изменять направление движения в соответствии с управляющим воздействием водителя. Она тесно связана с устойчивостью. Так, при боковом скольжении (заносе) всех колес автомобиль может стать неуправляемым.

Склонность к заносу больше у ведущих колес. Например, при резком трогании с места буксуют только они. Для исключения заноса необходимо, чтобы сила сцепления колеса с дорогой была больше суммы сил, приложенных к нему. Ведущие колеса уже нагружены тяговым усилием или силой торможения двигателем. Поэтому при появлении боковых воздействий они раньше чем ведомые теряют сцепление с дорогой. У переднеприводного автомобиля, если он движется без багажа и пассажиров, задняя ось также склонна к заносу, так как на нее приходится меньший вес, чем на передние колеса. Соответственно меньше сила сцепления с дорогой.

Особенности поведения

Заднеприводной автомобиль.

При движении по прямой в случае бокового воздействия ветра на автомобиль ведущая задняя ось, более склонная к заносу, начинает смещаться в сторону действия возмущающей силы (рис. а). Автомобиль поворачивается вокруг точки, лежащей на продолжении передней оси (полюс поворота). При этом возникает центробежная сила, которая действует в одном направлении с боковым воздействием ветра и стремится увеличить занос. В повороте на транспортное средство действует центробежная сила, а при возникновении заноса задней оси она увеличивается, следовательно, "стремится" еще больше повернуть автомобиль в сторону заноса. Соответственно заднеприводные транспортные средства в большинстве своем обладают избыточной поворачиваемостью.



Упрощенные схемы сил, действующих при возникновении боковой силы ветра: а - на заднеприводной автомобиль; б - на переднеприводной автомобиль; V - сила ветра; O - полюс поворота; F - центробежная сила; F1 и F2 - поперечная и продольная составляющие центробежной силы.

Переднеприводной автомобиль

В случае воздействия бокового ветра на движущийся по прямой переднеприводный автомобиль начинается занос передней оси. Возникающая при этом центробежная сила (рис. б) действует в направлении противоположном заносу и препятствует ему. В повороте, при заносе колес передней оси, увеличившаяся центробежная сила "стремится" вернуть автомобиль к прежней траектории. Следовательно, переднеприводные транспортные средства в большинстве своем обладают недостаточной поворачиваемостью, поэтому они ведут себя более устойчиво, чем заднеприводные автомобили такого же класса, особенно на мокрой и обледенелой дороге.

Полный привод, подключаемый водителем.

В трансмиссиях такого типа обязательно есть раздаточная коробка. В ней может быть понижающая передача, но на большинстве моделей нет межосевого дифференциала. В этом случае второй мост (как правило, передний) подключается только для движения по бездорожью. На сухом асфальте это приведет к ухудшению устойчивости и управляемости из-за неизбежной пробуксовки колес, так как они не смогут вращаться с разными скоростями. При отключенном переднем мосте такой автомобиль ведет себя практически как заднеприводный. На автомобилях, имеющих межосевой дифференциал, включение полного привода допустимо и на твердой сухой дороге. Это повышает устойчивость движения за счет перераспределения

тяговых усилий на четыре колеса. Поворачиваемость при этом изменяется, например переходит от избыточной к нейтральной или недостаточной, поскольку все колеса становятся ведущими. Однако движение с полным приводом повышает расход топлива из-за потерь мощности в дополнительно включенных агрегатах трансмиссии.

Полный привод, подключаемый автоматически.

В этих трансмиссиях крутящий момент начинает передаваться ко второй оси только при пробуксовке ведущих колес. За счет перераспределения тяговых усилий пробуксовка может прекратиться, а устойчивость повыситься. Если в трансмиссии установлена вискомуфта, то при значительном проскальзывании ведущих колес возможна ее внезапная полная блокировка (хэмп-эффект). При криволинейном движении (в повороте) это вызывает непредсказуемое поведение автомобиля. Водитель может не успеть адекватно среагировать и предпринять необходимые действия для сохранения контроля над ситуацией. Автомобили, имеющие фрикционную муфту с электронным управлением, не подвержены такому эффекту, так как блокировка осуществляется автоматически по специально подобранной зависимости. При отсутствии пробуксовки колес эти автомобили на твердой и сухой дороге обладают устойчивостью и управляемостью практически такой же, как переднеприводные.

Постоянный полный привод.

В таких трансмиссиях обязательно есть межосевой дифференциал, который может блокироваться следующим образом:

- самостоятельно силами внутреннего трения ("Торсен", "Квайф");
- при помощи электроники;
- принудительно водителем (жесткая блокировка).

На некоторых автомобилях блокировки дифференциала нет, а пробуксовка прекращается электронной противобуксовочной системой, которая подтормаживает колеса штатными тормозными механизмами. Поведение автомобиля с постоянным полным приводом зависит от распределения крутящего момента между мостами. Если на переднюю ось передается больший крутящий момент, характеристики автомобиля будут ближе к переднеприводному. Когда мощность распределяется по осям 50/50, показатели устойчивости и управляемости будут представлять собой что-то среднее между передним и задним приводами. Например, поворачиваемость может быть близка к нейтральной. Распределение крутящего момента зависит от коэффициента (степени) блокировки межосевого дифференциала. Чем больше этот показатель, тем интенсивней происходит перераспределение тяговых усилий и, соответственно, изменение поведения автомобиля. У самоблокирующегося дифференциала коэффициент блокировки является величиной постоянной, не зависящей от условий движения. Электронное управление оптимальнее перераспределяет силы и соответственно изменяет поведение автомобиля. Полная блокировка водителем межосевого дифференциала допустима только при движении в плохих дорожных условиях и обеспечивает максимальную проходимость. Проходимость при частичной блокировке ниже, так как для нее требуется пробуксовка колес. При устранении пробуксовки подтормаживанием колес увеличивается нагрузка на трансмиссию, тормоза и двигатель, что ведет к некоторому увеличению износа деталей и расхода топлива.

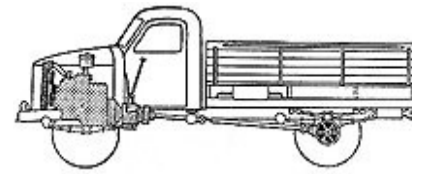
Что же выбрать?

Чтобы ответить на вопрос, автомобилю с какой трансмиссией отдать предпочтение, необходимо точно представлять основные условия его эксплуатации. Для бездорожья лучше всего подойдет постоянный полный привод с полной блокировкой межосевого дифференциала и понижающей передачей. Неплох для таких целей подключаемый водителем полный привод. Повышают проходимость и самоблокирующиеся межколесные дифференциалы. Любителям скоростной езды по автомагистралям предпочтительнее передний или постоянный полный привод без раздаточной коробки, так как автомобили с такой трансмиссией в большинстве своем разрабатывались для этой цели. Подключаемый автоматически полный привод вполне подойдет тем, кто вынужден довольно часто съезжать на плохие дороги. Такие машины неплохо ведут себя на шоссе, а проходимость по бездорожью у них выше, чем у переднего и заднего приводов. Сторонникам спокойного передвижения по асфальту вполне достаточно заднеприводного автомобиля. У каждого автомобиля существует своя критическая скорость прохождения поворотов, при которой начинается занос. И хотя у полноприводных устойчивость и управляемость в некоторых случаях выше, преувеличивать их возможности не стоит, так как они тоже могут оказаться в кювете. Прекратить занос автомобиля можно различными способами, простейшие из них зависят от типа трансмиссии и приведены ниже.

При заносе заднеприводного автомобиля нельзя тормозить. Следует повернуть руль в сторону заноса и одновременно немного сбросить газ. Не надо отпускать акселератор совсем, иначе начнется торможение двигателем. Когда сила тяги уменьшится, занос может прекратиться. Только после этого поворачивают рулевое колесо в нужном направлении.

На переднеприводном автомобиле необходимо предпринимать несколько иные действия, которые зависят от того, на какой оси начался занос. Если он появился на задней - необходимо добавить газа, направить передние колеса в сторону выбранной траектории движения и они "вытянут" автомобиль из заноса. При скольжении передней ведущей оси надо несколько сбросить газ, до прекращения пробуксовки колес, и только после этого, при необходимости, повернуть руль в сторону выбранной траектории.

Полноприводные автомобили из-за большого разнообразия особенностей трансмиссий имеют довольно различающиеся характеристики. Поэтому трудно определить общий для всех порядок действий для выхода из заноса. Несмотря на общие черты в поведении автомобилей в пределах своего типа привода, каждая модель транспортного средства ведет себя по-разному, особенно на больших скоростях движения. Связано это со множеством конструктивных особенностей - кинематикой подвески, распределением весовой нагрузки по осям, применением различных электронных систем (противобуксовочной, стабилизации движения и т. п.), характеристиками используемых шин и т.д. При пересаживании на незнакомый автомобиль, особенно с другим типом привода, необходимо время для привыкания, соблюдение максимальной осторожности при выборе скорости движения, особенно на скользком дорожном покрытии.

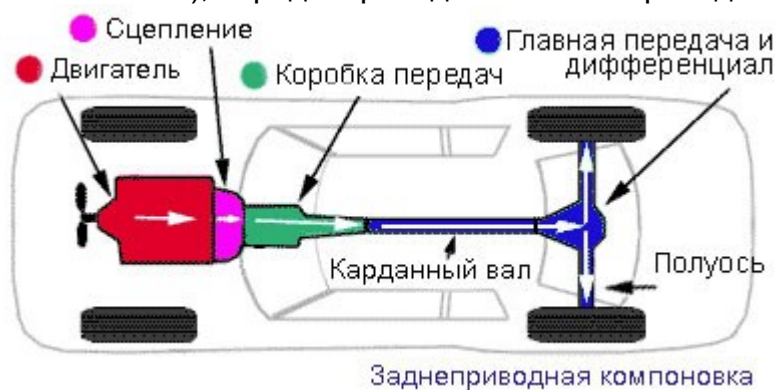


ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента от коленчатого вала двигателя на ведущие колеса, а также для изменения величины крутящего момента и его направления.

При движении автомобиля коленчатый вал двигателя развивает до 5000-6000 об/мин, а ведущие колеса при этом вращаются со скоростью не более 1300 об/мин. Следовательно, даже при благоприятных дорожных условиях колеса автомобиля вращаются в четыре с лишним раза медленнее коленчатого вала. А при неблагоприятных дорожных условиях, когда возрастает сопротивление движению машины и приходится двигаться с невысокой скоростью, это отношение возрастает. При эксплуатации автомобиля возникает необходимость изменять не только скорость движения и величину подводимого к колесам момента, но также маневрировать, останавливаться, двигаться задним ходом. Выполнение всех этих действий становится возможным благодаря тому, что развиваемый двигателем крутящий момент подводится к ведущим колесам через механизмы, составляющие трансмиссию автомобиля.

Существуют три основные компоновки трансмиссии: заднеприводная (или классическая), переднеприводная и полноприводная.



Трансмиссия заднеприводного автомобиля включает в себя:

- сцепление,
- коробку передач,
- карданную передачу,
- главную передачу,
- дифференциал,
- полуоси.

В автомобиле с приводом на передние колеса все агрегаты трансмиссии расположены под капотом машины и объединены в один большой узел агрегатов. Коробка передач содержит в себе еще и главную передачу с дифференциалом. Поэтому валы привода передних колес выходят непосредственно из картера коробки передач.

Трансмиссия переднеприводного автомобиля включает в себя:

- сцепление,
- коробку передач,
- главную передачу,
- дифференциал,
- валы привода передних колес.



Сцепление позволяет на непродолжительное время отсоединить трансмиссию от двигателя и обеспечивает плавное включение трансмиссии при трогании автомобиля с места или при переключении передач.

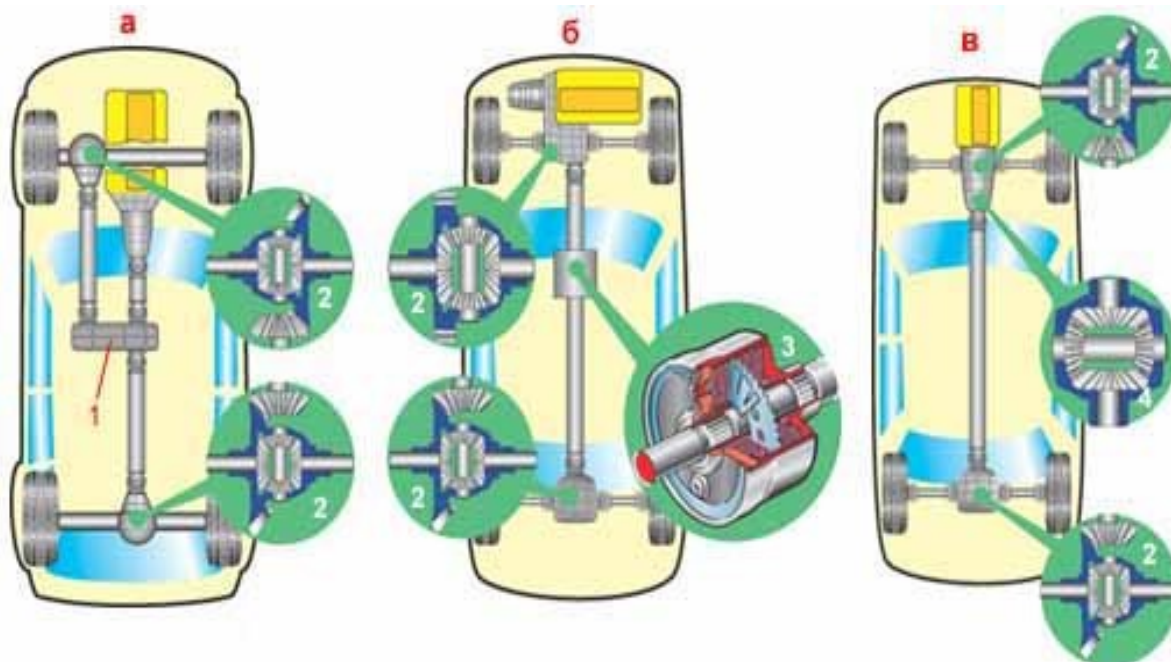
Коробка передач служит для получения различных тяговых усилий на ведущих колесах путем изменения крутящего момента, передаваемого от двигателя к карданному валу, а также для изменения направления вращения ведущих колес при движении задним ходом и для отключения трансмиссии от двигателя на длительное время.

Карданная передача позволяет передавать крутящий момент от выходного вала коробки передач к заднему мосту при изменяющемся (при движении автомобиля) угле между осями вала коробки передач и ведущего вала главной передачи.

Главная передача служит для того, чтобы передать крутящий момент под углом 90 градусов от карданного вала к полуосям, а также для уменьшения числа оборотов ведущих колес по отношению к числу оборотов карданного вала. Уменьшение частоты вращения механизмов трансмиссии после главной передачи приводит к увеличению крутящего момента и, соответственно, увеличивает силу тяги на колесах.

Дифференциал обеспечивает возможность вращения правого и левого ведущих колес с разными скоростями на поворотах и неровной дороге. Две полуоси, связанные с дифференциалом через полуосевые шестерни, передают крутящий момент от дифференциала к правому и левому ведущим колесам. Дифференциалы, устанавливаемые между приводами колес ведущей оси,

называют межколесными, между разными осями - межосевыми (в полноприводных трансмиссиях).



Полноприводные автомобили имеют большое разнообразие схем трансмиссий. Их можно условно разделить на три группы.

а. Полный привод, подключаемый водителем. В такой схеме трансмиссии обязательно есть раздаточная коробка, при этом на большинстве моделей нет межосевого дифференциала. Раздаточная коробка распределяет крутящий момент между передней и задней осями (мостами).

б. Полный привод, подключаемый автоматически. В большинстве таких трансмиссий постоянно ведущими являются передние колеса, а между осями вместо дифференциала установлена фрикционная муфта с электронным управлением или вискомуфта. Вискомуфта (вязкостная муфта) - передает крутящий момент при разных скоростях вращения частей ее корпуса за счет трения кремнийорганической жидкости между дисками. Вискомуфта может устанавливаться между осями или встраиваться в корпус дифференциала для его автоматической блокировки. Фрикционные муфты передают крутящий момент за счет трения при сжатии пакета дисков.

в. Постоянный полный привод. Автомобили с такой трансмиссией обязательно имеют межосевой дифференциал.

Передачу мощности к четырем колесам используют не только для повышения проходимости (у всесезонников), но и для лучшей реализации разгонных свойств автомобиля. Оба эффекта достигаются за счет перераспределения силы тяги - на каждом колесе она получается меньше, соответственно ниже вероятность их пробуксовки.

СЦЕПЛЕНИЕ

Сцепление предназначено для передачи крутящего момента от маховика коленчатого вала двигателя к первичному валу коробки передач. При этом сцепление позволяет водителю кратковременно прерывать передачу крутящего момента, отделяя двигатель от трансмиссии, а затем и плавно их соединять.

Сцепление состоит из: привода и самого механизма сцепления.

Привод выключения сцепления

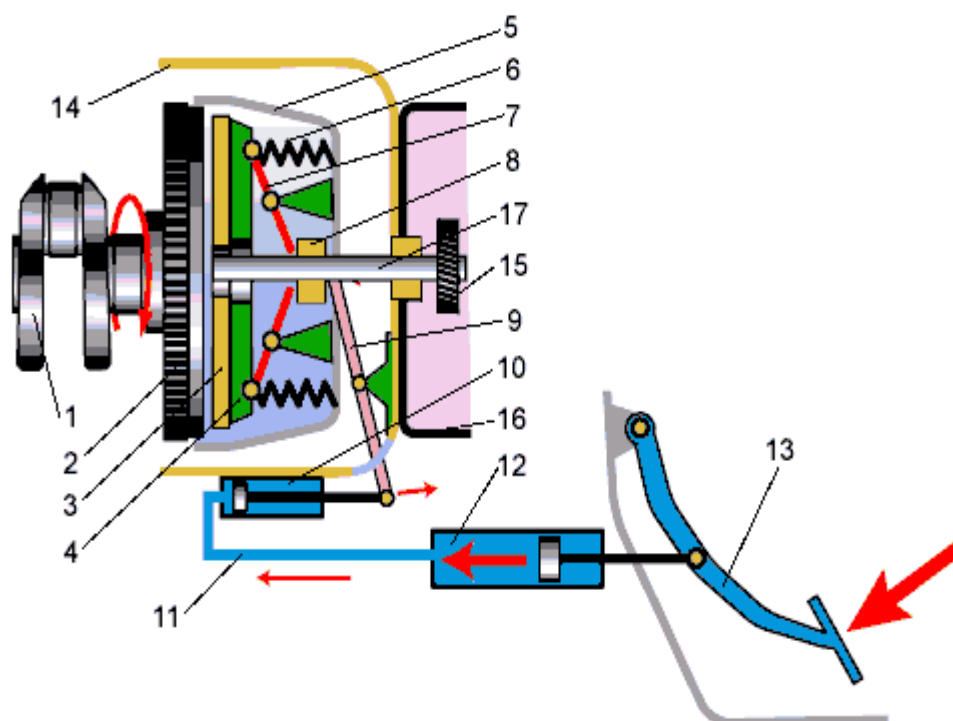


Рис. 1 Схема гидравлического привода выключения сцепления и механизма сцепления

1 - коленчатый вал; 2 - маховик; 3 - ведомый диск; 4 - нажимной диск; 5 - кожух сцепления; 6 - нажимные пружины; 7 - отжимные рычаги; 8 - нажимной подшипник; 9 - вилка выключения сцепления; 10 - рабочий цилиндр; 11 - трубопровод; 12 - главный цилиндр; 13 - педаль сцепления; 14 - картер сцепления; 15 - шестерня первичного вала; 16 - картер коробки передач; 17 - первичный вал коробки передач

Привод выключения сцепления (гидравлического типа) состоит из (рис. 1):

- педали,
- главного цилиндра,
- рабочего цилиндра,
- вилки выключения сцепления,
- нажимного подшипника,
- трубопроводов.

При нажатии на педаль сцепления, усилие ноги водителя, через шток и поршень, передается жидкости, которая, в свою очередь, передает давление от поршня главного цилиндра на поршень рабочего. Далее шток рабочего цилиндра перемещает вилку выключения сцепления и нажимной подшипник, который и передает усилие на **механизм сцепления**. Когда же водитель отпустит педаль, то под воздействием возвратных пружин все детали привода займут исходные позиции.

Механизм сцепления

Механизм сцепления представляет собой устройство, в котором происходит передача крутящего момента за счет работы сил трения. Именно механизм сцепления позволяет кратковременно разъединять двигатель и коробку передач, а затем вновь плавно их соединять. Элементы механизма заключены в картер сцепления, который крепится к картеру двигателя.

Механизм сцепления состоит из (см. рис. 1):

- картера и кожуха,
- ведущего диска (которым является маховик коленчатого вала двигателя),
- нажимного диска с пружинами,
- ведомого диска со специальными износостойкими накладками.

Ведомый диск, связанный с первичным валом коробки передач, постоянно прижат к маховику нажимным диском под воздействием очень сильных пружин. За счет огромных сил трения между маховиком, ведомым и нажимным дисками, все это вместе, как единое целое, вращается при работе двигателя. Но это только тогда, когда водитель не трогает педаль сцепления, независимо от того едет ли или стоит на месте его автомобиль. А для начала движения машины, необходимо прижать ведомый диск, связанный с ведущими колесами (через первичный вал коробки передач и другие составляющие трансмиссии), к вращающемуся маховику, то есть - включить сцепление (рис.2), привести его в состояние монолита. И это сложная задача, так как угловая скорость вращения маховика составляет 20 - 25 оборотов в секунду, а скорость вращения ведущих колес – ноль.

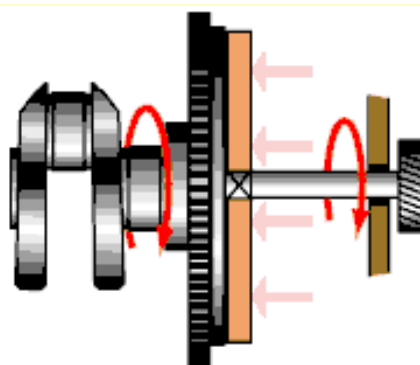


Рис. 2 Сцепление включено

На первом этапе работы по включению сцепления - приотпускаем педаль, то есть даем возможность пружинам нажимного диска подвести ведомый диск к маховику до их легкого соприкосновения. За счет сил трения диск, проскальзывая некоторое время относительно маховика, тоже начнет вращаться, а ваш автомобиль потихоньку ползти.

На втором этапе – удерживаем ведомый диск от какого-либо перемещения, то есть на две - три секунды удерживаем педаль сцепления в средней позиции для того, чтобы скорость вращения маховика и диска уравнились. Машина при этом немного увеличивает скорость движения.

На третьем этапе - маховик вместе с нажимным и ведомым дисками уже вращаются вместе без проскальзывания и с одинаковой скоростью, 100%-но передавая крутящий момент к коробке передач и далее на ведущие колеса автомобиля. Это соответствует состоянию механизма сцепления – включено, автомобиль едет. Теперь остается только полностью отпустить педаль сцепления и убрать с нее ногу. Если при начале движения педаль сцепления резко бросить, то автомобиль «прыгнет» вперед, а двигатель заглохнет. В худшем же варианте, что-нибудь еще и сломается, так как в этот момент возникает сильная ударная волна, которая многократно увеличивает нагрузки на все детали двигателя и агрегаты трансмиссии.

Для выключения сцепления водитель нажимает на педаль, при этом нажимной диск отходит от маховика и освобождает ведомый диск, прерывая передачу крутящего момента от двигателя к коробке передач (рис. 3). Нажимать на педаль сцепления следует достаточно быстрым, но не резким, спокойным движением до конца хода педали.

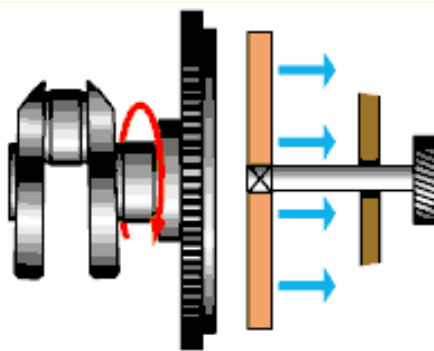


Рис. 3 Сцепление выключено

Основные неисправности сцепления.

Сцепление «ведет» (выключается не полностью) из-за большого свободного хода педали сцепления, перекоса нажимного подшипника, коробления ведомого диска или поломки пружин.

Для устранения неисправности следует отрегулировать свободный ход педали, удалить воздух из гидропривода, заменить неработоспособные диски и пружины.

Сцепление «пробуксовывает» (включается не полностью) из-за малого свободного хода педали, замасливания или износа фрикционных накладок ведомого диска, поломки пружин.

Для устранения неисправности необходимо отрегулировать свободный ход педали, промыть или поменять диски, пружины.

Сцепление включается резко вследствие заеданий в механизме привода, задирах на рабочих поверхностях дисков, маховика и разрушения фрикционных накладок ведомого диска.

Для устранения неисправности следует заменить неисправные узлы привода, устранить задиры на поверхностях дисков, заменить ведомый диск.

Подтекание тормозной жидкости в приводе выключения сцепления возможно из главного или рабочего цилиндров, а также в соединительных трубках.

Для устранения неисправности следует визуально определить место утечки и заменить неисправные узлы, с последующей прокачкой всего гидропривода (удалить из него воздух).

Эксплуатация сцепления.

При эксплуатации автомобиля необходимо периодически проверять уровень в бачке, питающем жидкостью гидравлический привод сцепления. Если уровень окажется меньше нормы, то его обязательно следует восстановить,

долив тормозной жидкости. В противном случае, когда ее уровень понизится до нуля, усилие вашей ноги на педали сцепления будет передаваться в никуда.

Пониженный уровень жидкости или неправильная регулировка сцепления может привести к тому, что передачи на вашем автомобиле будут включаться с огромным усилием или вообще включаться не будут. И если, при полностью нажатой педали сцепления, вам все-таки удастся «впихнуть» первую передачу, то автомобиль самопроизвольно начнет медленное движение, хотя по результатам всего предыдущего разговора в данный момент двигатель отделен от ведущих колес. Здорово, да? Все стоят на красный сигнал светофора, а вы уже едите! Как это может случиться и почему машина едет? Ответ прост – любая машина требует к себе постоянного внимания, она любит «смазку и ласку». А если по делу, то описанная неприятность называется - **сцепление ведет**. Суть происходящего следующая. В то время когда ведомый диск сцепления не должен иметь контакта с маховиком, он все-таки за него немного цепляется, и соответственно часть крутящего момента передается на вал коробки передач и далее на ведущие колеса. На этом проблемы со сцеплением не заканчиваются. Так как каждый раз, отпуская педаль сцепления, мы заставляем обе поверхности ведомого диска сильно тереться о железный маховик и не менее железный нажимной диск, то естественно боковые поверхности ведомого диска изнашиваются. Это нормальный процесс, предусмотренный конструкцией автомобиля, и ведомый диск является расходным материалом. Однако наступает в жизни, опять же не очень смешной момент, когда все уже давно уехали с того самого перекрестка с красным сигналом светофором (после включения зеленого), а вы все еще стоите на месте. Хотя и первая передача включена, и педаль сцепления наверху, и «газуете» вы так, что у проезжающих мимо водителей «сердце кровью обливается». Но износ накладок ведомого диска оказался настолько велик, что теперь он не зажимается между маховиком и нажимным диском с должным усилием, и пробуксовывая не передает крутящий момент от двигателя к трансмиссии. Описанное явление имеет и свое название – **сцепление пробуксовывает**. Конечно, здесь описан пример совсем уж глухого и слепого водителя, потому что машина намного раньше «предупреждала» его о том, что «несмешной» случай может произойти в ближайший месяц. Еще раньше на подходе к максимальному износу, ведомый диск начал пробуксовывать, сначала на четвертой передаче, затем на третьей и так далее. А вообще, при нормальной грамотной эксплуатации автомобиля, замена ведомого диска сцепления требуется после 80 тыс. км. пробега и более. Однако не все водители – мастера вождения, и износ диска может наступить значительно раньше. Начало критического износа легко определить, двигаясь на четвертой передаче со скоростью 40 – 45 км/ч. Если при активном нажатии на педаль газа обороты двигателя начинают увеличиваться, а машина продолжает движение с постоянной скоростью, то в подтверждение своей догадки вы еще и унюхаете специфический запах

«подгорающих» накладок диска. Значит, пора покупать диск и искать автосервис подешевле или понадежней, кому что больше подходит.

«Шелест» в районе сцепления и его пропадание при полностью нажатой педали сцепления означает, что вы должны готовиться к замене выжимного подшипника. Резкие старты и ускорения машины, постоянное «держание» ноги на педали сцепления при движении ведут к износу не только сцепления, но и других агрегатов автомобиля. Укорачивает срок службы сцепления и еще одна не очень «мудрая» привычка. Это когда водитель удерживает педаль сцепления в нажатом состоянии на все время остановки перед красным сигналом светофора. Грамотным ожиданием разрешающего сигнала светофора, по многим причинам, будет – нейтральная передача и полностью отпущенная педаль сцепления.

Коробка передач

Коробка передач предназначена для изменения по величине и направлению крутящего момента и передачи его от двигателя к ведущим колесам. Также она обеспечивает длительное разобщение двигателя и ведущих колес, причем на неограниченный срок и без усилий со стороны водителя (по сравнению со сцеплением).

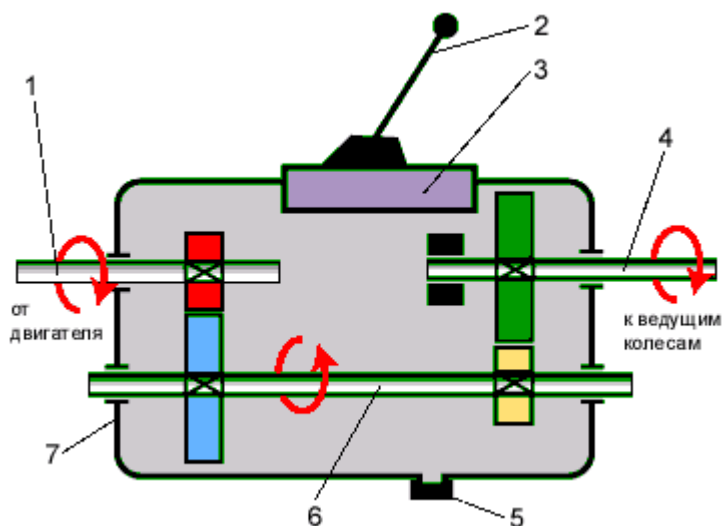


Рис. 1 Схема работы коробки передач.

1 - первичный вал; 2 - рычаг переключения передач; 3 - механизм переключения передач; 4 - вторичный вал; 5 - сливная пробка; 6 - промежуточный вал; 7 - картер коробки передач

Коробка передач состоит из (рис. 1):

- картера,
- первичного, вторичного и промежуточного валов с шестернями,
- дополнительного вала и шестерни заднего хода
- синхронизаторов,
- механизма переключения передач с замковым и блокировочным устройствами
- рычага переключения.

Картер содержит в себе все основные узлы и детали коробки передач. Он крепится к картеру сцепления, который, в свою очередь, закреплен на двигателе. Так как при работе, шестерни коробки передач испытывают большие нагрузки, то они должны хорошо смазываться. Поэтому картер наполовину своего объема залит трансмиссионным маслом (в некоторых моделях автомобилей применяется моторное масло).

Валы коробки передач вращаются в подшипниках, установленных в картере, и имеют наборы шестерен с различным числом зубьев.

Синхронизаторы необходимы для плавного, бесшумного и безударного

включения передач, путем уравнивания угловых скоростей вращающихся шестерен.

Механизм переключения передач служит для смены передач в коробке и управляется водителем с помощью рычага из салона автомобиля. При этом замковое устройство не позволяет включаться одновременно двум передачам, а блокировочное устройство удерживает передачи от самопроизвольного выключения.

Как же происходит изменение величины крутящего момента (числа оборотов) на различных передачах? Давайте с этим разберемся на примере. (рис. 2)

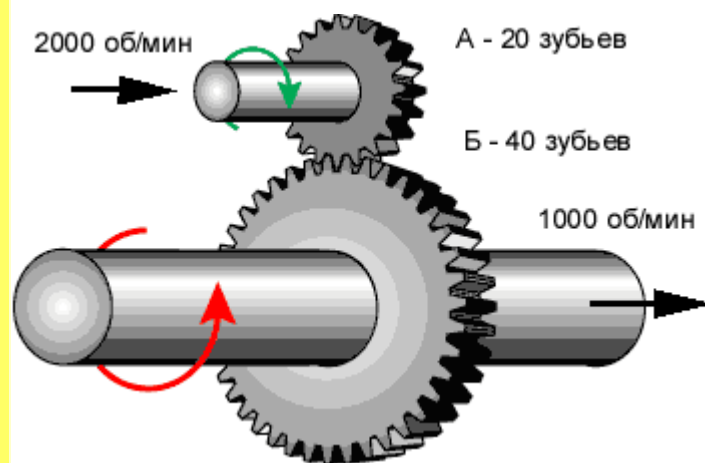


Рис. 2 Передаточное отношение
а) одной пары шестерен

Возьмем две шестерни, не поленимся и сосчитаем число их зубьев. Первая шестеренка имеет 20 зубьев, а вторая 40. Значит при двух оборотах первой шестерни, вторая сделает только один оборот (передаточное число равно 2).

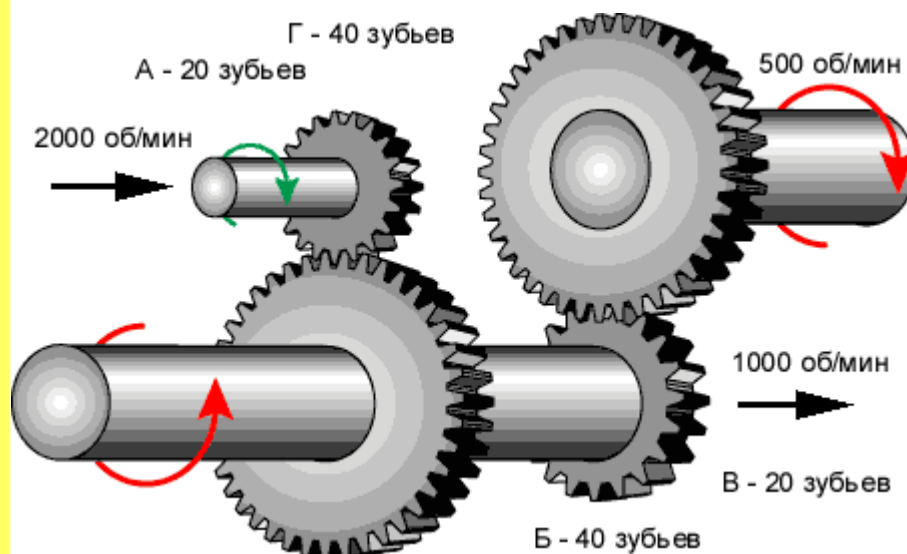


Рис. 3 Передаточное отношение

б) двух шестерен

На рисунке 3 у первой шестерни («А») 20 зубьев, у второй («Б») 40, у третьей («В») снова 20, у четвертой («Г») опять 40.

А дальше очень простая арифметика. Первичный вал коробки передач и шестерня «А» вращаются со скоростью, допустим 2000 об/мин. Шестерня «Б» вращается в 2 раза медленнее, то есть она имеет 1000 об/мин, а так как шестерни «Б» и «В» закреплены на одном валу, то и третья шестеренка делает 1000 об/мин. Тогда шестерня «Г» будет вращаться еще в 2 раза медленнее - 500 об/мин. От двигателя на первичный вал коробки передач приходит - 2000 об/мин, а выходит - 500 об/мин. На промежуточном валу коробки передач в это время - 1000 об/мин.

В данном примере передаточное число первой пары шестерен равно двум, второй пары шестерен тоже - двум. Общее передаточное число этой схемы $2 \times 2 = 4$. То есть в 4 раза уменьшается число оборотов на вторичном валу коробки перемены передач, по сравнению с первичным. Обратите внимание на то, что если мы выведем из зацепления шестерни «В» и «Г», то вторичный вал коробки вращаться не будет. При этом прекращается передача крутящего момента и на ведущие колеса автомобиля, что и соответствует нейтральной передаче в коробке. Задняя передача, то есть вращение вторичного вала коробки передач в другую сторону, обеспечивается дополнительным, четвертым валом с шестерней заднего хода. Дополнительный вал необходим для того, чтобы получилось нечетное число пар шестерен, тогда крутящий момент меняет свое направление (рис. 4).

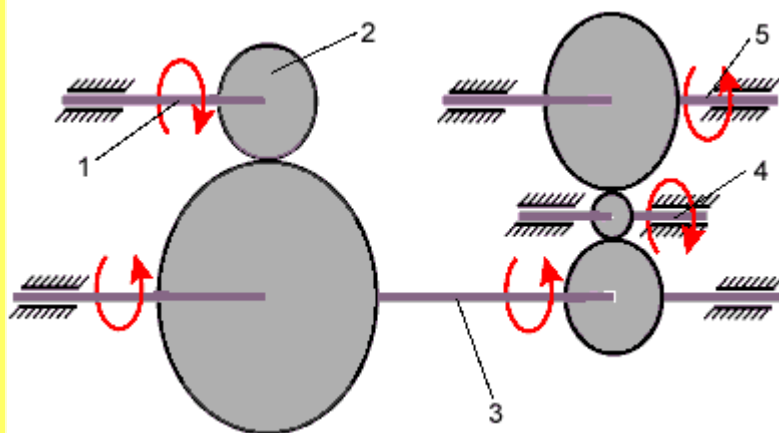


Рис. 4 Схема передачи крутящего момента при включении задней передачи 1 - первичный вал; 2 - шестерня первичного вала; 3 - промежуточный вал; 4 - шестерня и вал передачи заднего хода; 5 - вторичный вал

Поскольку в коробке передач реального автомобиля имеется большой набор шестерен, то, вводя в зацепление различные их пары, мы имеем возможность менять и общее передаточное отношение коробки.

Давайте посмотрим на передаточные числа двух коробок передач (табл. 1).

Передачи	ВАЗ 2105	ВАЗ 2109
I	3,67	3,636
II	2,10	1,95
III	1,36	1,357
IV	1,00	0,941
V	0,82	0,784
R(Задний ход)	3,53	3,53

Такие неудобные числа получаются, в результате деления количества зубьев одной шестерни на неудобно делимое число зубьев второй и далее по цепочке. Если передаточное число равно единице (1,00), то это означает, что вторичный вал вращается с такой же угловой скоростью, что и первичный. Передачу, на которой скорость вращения валов уравнена, обычно называют – **прямой** и, как правило, это - четвертая передача.

Давайте снова вернемся к нашему старому знакомому – велосипеду. На современных велосипедах тоже есть передачи. Надеюсь, владельцы такого транспорта обратили внимание на то, что когда сзади включена звездочка с большим числом зубьев, то крутить педали легко, но скорость велосипеда получается небольшая. Если же переключиться на меньшую звездочку (с меньшим числом зубьев), то скорость движения возрастает, но усилие на педалях увеличивается. Меняя звездочки (переключая передачи) на велосипеде, вы находите оптимальный режим движения с учетом своих сил и дорожных условий.

Тот же принцип используется и в автомобиле. В зависимости от дорожных условий и с учетом возможностей двигателя, необходимо переключать передачи в коробке передач. Первая передача и передача заднего хода - самые «сильные» и двигателю не трудно крутить колеса, но машина в этом случае движется медленно. А, например, при движении в гору на «шустрых» пятой и четвертой передачах двигателю не хватает сил (как и велосипедисту), и приходится переключаться на более низкие, но «сильные» передачи. Первая передача необходима для начала движения автомобиля, для того чтобы двигатель смог сдвинуть с места тяжелое железное «чудовище». Далее, увеличив скорость движения и сделав некоторый запас инерции, вы можете переключиться на вторую передачу, более «слабую», но более «быструю», затем на третью, четвертую и пятую передачи. Все ступеньки переключения передач вверх - с первой по пятую, следует проходить последовательно. Переключение передач в нисходящем порядке можно производить «прыгая через ступеньку» и даже через несколько - две, три и так далее. Обычный режим движения автомобиля – на четвертой или пятой передачах, потому что они самые скоростные и экономичные.

Основные неисправности коробки передач.

Подтекание масла может быть из-за повреждения уплотнительных прокладок, сальников и ослабления крепления крышек картера. Для устранения неисправности необходимо поменять прокладки, сальники и подтянуть крепления крышек.

Шум при работе коробки передач может возникнуть из-за неисправного синхронизатора, износа подшипников, шестерен и шлицевых соединений. Для устранения неисправности необходимо заменить вышедшие из строя детали и узлы.

Затрудненное включение передач может происходить из-за поломок деталей механизма переключения, износа синхронизаторов или шестерен. Для устранения неисправности необходимо заменить вышедшие из строя детали и узлы.

Самовыключение передач случается из-за неисправности блокировочного устройства, а также при сильном износе шестерен или синхронизаторов. Для устранения неисправности необходимо заменить блокировочное устройство, вышедшие из строя шестерни, синхронизаторы.

Эксплуатация коробки передач.

Если вас правильно учили в автошколе, то навряд ли в этой жизни коробка передач омрачит ваше настроение. Как правило, при грамотном обращении с рычагом переключения передач и периодической замене масла в картере коробки, она не напоминает водителю о себе до конца срока службы самого автомобиля. Обычно неисправности и поломки в коробке передач появляются в результате именно грубой работы с рычагом переключения. Если водитель постоянно «дергает» рычаг, то есть переводит его из одной передачи в другую быстрым, резким движением, то появляется возможность заплатить большие деньги за капитальный ремонт коробки передач. При таком обращении с рычагом, когда-нибудь обязательно выйдут из строя механизм переключения или синхронизаторы, да и сами валы с шестернями – «железные» до определенной степени. Рычаг переключения передач должен переводиться всегда спокойным плавным движением, с микропаузами в нейтральной позиции, для того чтобы сработали синхронизаторы, оберегающие шестерни от поломок. При эксплуатации коробки передач необходимо следить за уровнем масла в картере и доливать его в случае необходимости. Полная замена масла производится в сроки, рекомендованные «Инструкцией по эксплуатации» вашего автомобиля. А основной закон водителя - прислушиваться к работе своей машины, всегда остается в силе! Надеюсь, вам никогда не придется разбирать и ремонтировать коробку передач самостоятельно, так как при последующей сборке может остаться очень много разных лишних «железок», которые вы не будете знать, куда вставить. Поэтому лучше не надо, для этого случая

есть специалисты.

Как работает коробка передач

Независимо от модели автомобиля, для того, чтобы он работал, необходимо иметь сцепление и трансмиссию. Сцепление позволяет эффективно передавать вращение от вала двигателя и отсоединять его от трансмиссии (и в свою очередь, от ведущих колес) и поэтому автомашина может спокойно стоять без движения во время остановки. Затем, можно будет постепенно включать сцепление, и постепенно увеличивая мощность двигателя, плавно передавать нагрузку и сдвигать автомобиль с места. Задача трансмиссии заключается в том, чтобы обеспечить широкий передаточный диапазон коробки скоростей, чтобы обеспечить обычный диапазон скоростей во время движения.

Правильная передача

Ключевым аспектом любой трансмиссии является ее способность преобразовывать выходную мощность двигателя в полезный вращающий момент, с тем, чтобы эту энергию можно было подавать на колеса с требуемой скоростью. Это достигается путем выбора скоростей коробки передач между двигателем и ведущими колесами. При низкой передаче трансмиссия позволяет двигателю вращаться свободно, несмотря на то, что автомобиль двигается медленно. Это обеспечивает максимальное увеличение вращающего момента для ускорения когда автомобиль трогается с места или когда Вы везете тяжелый груз на очень маленькой скорости. И, наоборот, при высокой передаче трансмиссия позволяет установить обороты двигателя на нужном уровне, который наиболее эффективен для потребления топлива даже несмотря на то, что скорость движения очень высока. Она обеспечивает высокую скорость при относительно небольшой силе вращения. Но попытайтесь заехать на холм или же ехать против сильного ветра на высокой скорости и увидите, что медленно вращающийся двигатель не будет иметь достаточной мощности, чтобы поддерживать нужную Вам скорость (Единственный выход: переключите рычаг скоростей на более низкую передачу). Между высокой и низкой скоростями у трансмиссии должно быть достаточное количество промежуточных скоростей, чтобы уметь справиться со всеми ситуациями на трассе, которые могут возникнуть. В современных автомобилях с ручной коробкой передач нормой является наличие от четырех до шести передач.

Мельница

Ручные трансмиссии применяются в той или иной форме с первых дней существования автомобиля. В принципе, они не претерпели каких-либо сильных изменений, хотя сильно усовершенствовались и они стали легкими в использовании. Ручное сцепление располагается между двигателем и трансмиссией и состоит из вращающихся пластин (тарелок), которые

остаются в контакте (сцепленными) до тех пор, пока водитель их не разъединит, нажав на педаль сцепления. Одна пластина вращается вместе с коленвалом двигателя, в то время как вторая двигается на валу трансмиссии. Мощные пружины сжимают вместе эти пластины. Поэтому педаль сцепления имеет усиление в виде рычага и обеспечивает механическое или гидравлическое соединение. Или же в некоторых случаях сцепление происходит с помощью вакуума, создаваемого двигателем. Сцепление имеет изнашивающуюся поверхность, которая может заменяться, и которая позволяет ей медленно производить сцепление, что необходимо для того, чтобы плавно трогаться с места. Имея рычаг, установленный на полу автомобиля, водитель может устанавливать вручную в зависимости от обстоятельств, нужную скорость трансмиссии. Шестерни в трансмиссии двигаются с помощью рычага, имеющего виллообразную форму, что позволяет им двигаться по осям трансмиссии. Сцепление спроектировано таким образом, что одновременно может быть задействована только одна скорость - в противном случае трансмиссия производила бы страшный шум. Первая скорость обеспечивает наибольшее число оборотов (или разницы между высокой скоростью двигателя и низкой скоростью вращения колес). На самой высокой скорости все происходит с точностью до наоборот. Для того, чтобы поменять скорость, водителю необходимо на секунду отжать сцепление для того, чтобы отключить трансмиссию и позволить рычагу переключения передач плавно передвинуться и не повредить коробку передач. Полуавтоматическая трансмиссия аналогична той, которая используется в нескорых гоночных автомобилях и в автомобилях марки «Феррари», когда с помощью компьютера осуществляется переключение сцепления и компьютер управляет всем процессом переключения скоростей при нажатии на кнопку. Вы можете переключать скорости, как Вам нравится. Или в некоторых случаях, установите режим работы полного автомата и все что Вам понадобится – это только нажимать на педаль газа и держать ее у нужном положении.

--	--	--

Что такое вариатор?

Если на автомобиле обычный бензиновый или дизельный мотор соединить с колесами напрямую, то такой автомобиль ездить не сможет. В отличие от паровых и электрических у поршневого двигателя внутреннего сгорания мощность непостоянна - тяговое усилие на валу при низких оборотах значительно меньше, чем при высоких. Коленчатому валу ДВС необходимо все время стремительно вращаться. Изменение же внешней нагрузки (разгон, преодоление подъемов и т. д.) должно компенсироваться по принципу рычага, то есть изменением передаточного числа между двигателем и колесами. И здесь очевидно, что устройство, выполняющее такую функцию, оно же трансмиссия, должно выбирать передачу так, чтобы та обеспечивала наиболее оптимальное соотношение между оборотами двигателя и нагрузкой извне во всякий момент движения. Общепринятые сегодня ступенчатые коробки передач имеют врожденный, заложенный в них конструктивно недостаток: набор фиксированных передаточных чисел лишь усредненно может отражать весь спектр постоянно меняющихся внешних условий. Даже при простом прямолинейном разгоне по ровной дороге картина весьма неудовлетворительна. На каждой из ступеней двигателю сначала приходится трудно - он преодолевает внешнюю нагрузку (в данном примере - силу инерции), тут передача оказывается более высокой, чем нужно; затем двигатель все-таки раскручивается, в какой-то момент попадая количеством оборотов в идеальное соответствие с передаточным числом, но затем уходит вперед, и тут передача оказывается уже более низкой, чем требуется. "Точность" передач можно повышать, увеличивая количество ступеней в коробке, что ограничено прежде всего физически. К тому же при этом от "усредненности" избавиться все равно не удастся. Поэтому для постоянного "попадания в нужный момент" передаточное число должно не "скакать", а "плавать", для чего ступени из трансмиссии необходимо исключить. Бесступенчатое изменение передаточного числа обеспечивает гидротрансформатор - конструкция, основанная на использовании вязкостных свойств масел. Но диапазон работы гидротрансформатора довольно узок, и для применения на автомобиле к нему приходится добавлять механизм со "ступенями". К тому же потери мощности в этом устройстве довольно существенны, поэтому, кстати, в большинстве современных коробок гидротрансформаторы блокируются. На особом месте стоит электрическая передача или, как ее называют еще, гибридная силовая установка, где ДВС вращает генератор, питающий соединенные с колесами электродвигатели, мощность которых практически одинакова на любых оборотах, и трансмиссия им не нужна. Здесь лишенный прямой связи с колесами ДВС может постоянно работать в самых благоприятных режимах, однако такая длинная цепь агрегатов приводит к потерям энергии и, кроме того, увеличивает массу автомобиля. Недостатков вышеперечисленных устройств лишен вариатор - в основе своей механическая, а поэтому работающая с небольшими потерями бесступенчатая трансмиссия с

внешним управлением, которое позволяет автоматически плавно изменять передаточное число, выбирая наиболее оптимальное согласно внешней нагрузке и оборотам двигателя, тем самым давая возможность максимально эффективно использовать его мощность. В технике существует множество различных конструкций такого типа, но на автомобиле получили распространение два вида вариаторов: клиноременной и тороидный.

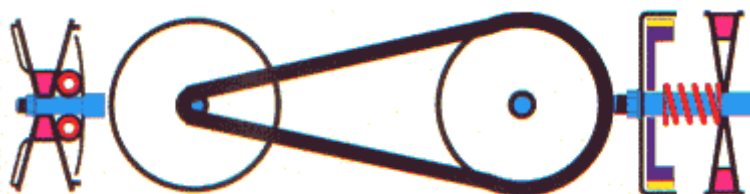
Клиноременный вариатор как тип трансмиссии известен давно. Его главные детали - два раздвижных шкива и соединяющий их ремень, в сечении имеющий трапецеидальную форму. Если половинки ведущего шкива сдвинуть, они вытолкнут ремень, словно попавший между ними клин (отсюда и название "клиноременный"), наружу - радиус шкива, по которому работает ремень увеличится, следовательно, увеличится и передаточное отношение. А если половинки ведомого шкива, наоборот, раздвинуть, то ремень провалится внутрь и будет работать по меньшему радиусу - передаточное отношение уменьшится. Если оба шкива будут в промежуточном положении, то передача станет прямой.

Устройство и принцип работы вариатора.

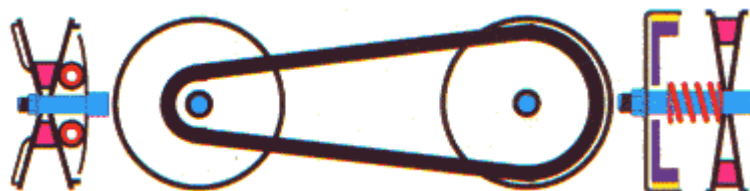
Клиноременной вариатор состоит из нескольких (как правило, одной- двух) ременных передач, где шкивы образованы коническими дисками, за счет сдвига и раздвигания которых изменяются диаметр шкивов и, соответственно, передаточное число. Разные фирмы разработали каждая свою конструкцию клиноременного вариатора, так на Audi в трансмиссии Multitronic вместо ремня применяют цепь, а Honda ставит набранный из металлических пластин ремень, но принцип от этого не меняется. Для трогания автомобиля с места используются обычное сцепление или небольшой гидротрансформатор, который вскоре после начала движения блокируется. Управление дисками шкивов осуществляет электронная система из сервоприводов, блока управления и датчиков.

Начнем с самого простого. Почему клиновидный ремень? Из рисунка 2в видно, что ремень в разрезе имеет трапецевидную форму и "вклинивается" в шкив только своими боковыми поверхностями. При износе этих поверхностей, благодаря своей форме, он врежется глубже в шкив и все равно остается в хорошей сцепке с ним. Как изменяется передаточное число? Устройство ведущего шкива (ведущий шкив вращается коленвалом) таково, что его щеки при воздействии центробежных сил плавно сжимаются и выталкивают клиновидный ремень все дальше и дальше от центра шкива. Ведомый же шкив при этом наоборот, разжимается, и ремень на нем плавно утопает все ближе и ближе к центру шкива. Чем больше обороты двигателя - тем больше сжимается ведущий шкив и разжимается ведомый, тем самым меняя передаточное число от коленвала к заднему колесу. Этот процесс хорошо виден на этих рисунках:

Двигатель не запущен.



Малые обороты двигателя.



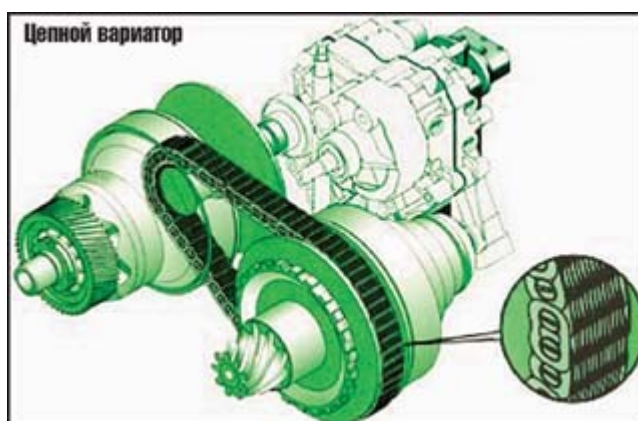
Средние обороты двигателя.

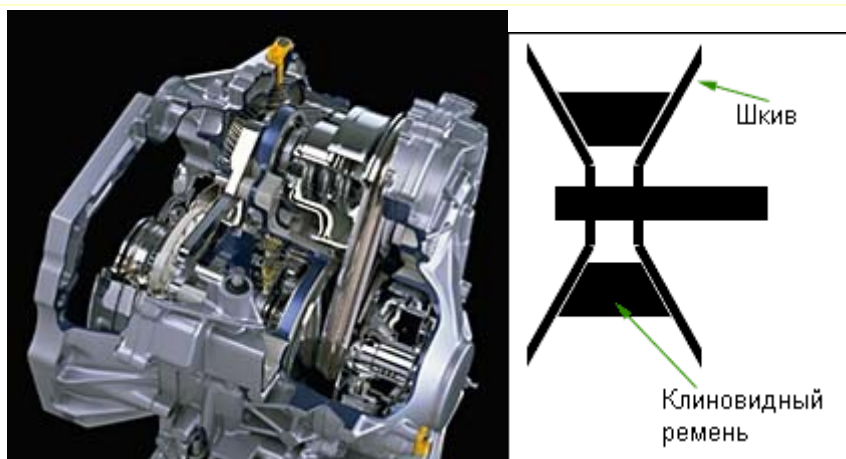


Максимальные обороты двигателя.



На рисунках сверху показаны также положения клиновидного ремня в разрезе на ведущем шкиве (слева) и ведомом (справа) при разных режимах работы двигателя. Внизу внешний вид агрегатов.



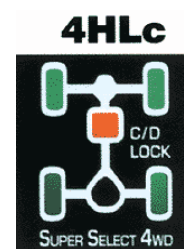
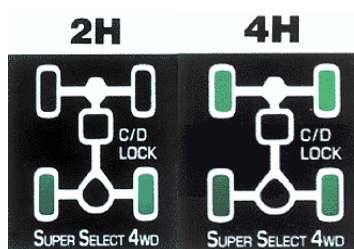
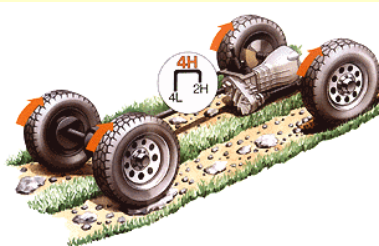


Иначе устроен **тороидный вариатор**, который состоит из соосных дисков и роликов, передающих момент от одного диска к другому. Для изменения передаточного числа меняются положение роликов и их радиусы, по которым ролики обкатывают диски. И поскольку все усилие сосредоточено в пятне контакта, то для поворота роликов должны использоваться особые устройства, способные преодолевать силу прижатия ролика к диску. Так в ниссановском вариаторе Extroid применена специальная система, где управляемый электроникой прецизионный гидравлический механизм перемещает обоймы с роликами вверх или вниз на микроскопическую величину, а далее, из-за возникшего сдвига относительно оси дисков, ролик поворачивается сам. Между прочим, принцип устройства под названием “вариатор” не нов - мысли о бесступенчатой трансмиссии стали посещать конструкторов практически сразу с началом применения поршневых ДВС на транспорте. Первую конструкцию такого типа опробовали на автомобиле уже в начале XX века - это был так называемый **лобовой вариатор**, где к плоскому маховику двигателя прижимался диск, перемещающийся от центра к краю. В 30-е годы Naues предлагает трансмиссию на основе тороидного вариатора (который, кстати, был запатентован еще в 1877 году Ч.Хантом) - несовершенное и весьма дорогое устройство. А в конце 40-х появились уже достаточно надежные гидромеханические “автоматы”, которые быстро заняли ведущие позиции, и внимание множества конструкторов сосредоточилось на них. Тем не менее часть конструкторов все-таки работала над вариатором, и первым серийным автомобилем с таким устройством стала появившаяся в 1958 году малолитражка DAF-600, оснащенная трансмиссией Variomatic на основе клиноременного вариатора, которая затем устанавливалась на Volvo 343, где и просуществовала до 1980 года. Движение началось: с 80-х вариаторы прописываются на мототехнике, гидроциклах и снегоходах, опытными

сериями устанавливаются на автомобили. Современное же развитие электроники и технологии материалов дало возможности усовершенствовать (остающиеся, однако, в принципе своем неизменными) конструкции вариаторов, и сейчас наблюдается, по-видимому, начало самого широкого распространения таких трансмиссий на автотранспорте.

Тем не менее вариаторы пока что не избавились от некоторых своих весьма существенных проблем. Так, очевидно, что самыми конструктивно слабыми местами существующих сегодня автомобильных вариаторов являются: для клиноременного эти самые ремни, а для тороидного - пятно контакта диска и ролика, где сила давления достигает 10 тонн. Поэтому здесь применяются специальные высокотехнологичные материалы, что делает надежность вариаторов достаточно высокой, близкой к надежности гидромеханических “автоматов”, но все же из-за нагрузок на ремень или пятно контакта вариаторы пока не могут “тянуть грузы”, а также работать с двигателями большой мощности. На сегодняшний день рекордом для клиноременного вариатора оказывается 220 л.с. и 300 Нм, которые развивает V-образный 6-цилиндровый мотор Audi A6, “воспринятый” трансмиссией Multitronic, а для тороидного - “переваренный” Extroid (3-литровый двигатель Nissan Gloria и Cedric), развивающий 240 л.с. и 310 Нм. Однако если для грузовиков вариаторы до сих пор непригодны, то для легковых автомобилей весьма приемлемы, и здесь у бесступенчатых трансмиссий, очевидно, большое будущее, тем более что и технологии материалов не стоят на месте. Если сравнить динамические характеристики многих автомобилей, оснащаемых вариатором, может возникнуть недоумение - почему на одной и той же модели автомобиля разгон с вариатором происходит медленнее, чем с механической коробкой, ибо должно быть наоборот, раз вариатор лучше использует мощность двигателя? Все дело в привычке - многие клиенты были очень недовольны, что машина с вариатором “все время ноет на одной ноте”. (Так силовой агрегат обрабатывает программу максимальной эффективности: двигатель сразу выводится на соответствующие обороты и работает в режиме постоянной мощности, а все остальное делает вариатор.) Большинство же водителей привыкли к знакомому нарастающему шуму мотора, и многие фирмы идут клиентам навстречу, специально настраивая электронный блок управления трансмиссией. На самом же деле при нормальной настройке блока разгон, конечно, происходит быстрее. В заключение отметим, что вариаторы являются куда более совершенным типом трансмиссии по сравнению с традиционными автоматическими коробками передач. Совершенство проявляется в более лучшей динамике разгона, меньшем расходе топлива, более плавной езде у автомобилей оснащенных клиноременными вариаторами. И в тоже

время, вариаторы проще по конструкции, чем традиционные "автоматы". Думается, что в недалёком будущем автомобили оснащённые вариаторами полностью вытеснят машины, оснащённые обычными "автоматами" и сильно потеснят машины с "механикой".



Введение

Полный привод прочно утвердился в сознании большинства водителей как синоним высокой проходимости автомобиля. Современные автомобили обладают большим запасом мощности, и на старте при резком нажатии на педаль газа сил сцепления одной пары колес с дорожным покрытием, как правило, не хватает. Ведущие колеса буксуют, проскальзывают, избыток тяги уходит вместе с дымом сгоревшей «резины». А распределение тягового усилия не на два, а на четыре колеса и возможность использовать весь вес машины в качестве сцепного уменьшают вероятность пробуксовки вдвое и гарантируют впечатляющее стартовое ускорение. К тому же полный привод обеспечивает лучшую управляемость и курсовую устойчивость автомобиля в движении, особенно на скользких дорогах, позволяет водителю увереннее и быстрее проходить повороты. Однако трансмиссия 4x4 требует введения в конструкцию новых узлов, что делает автомобиль более тяжелым, шумным и вибронегруженным. Усложнение конструкции умножает производственные издержки, что отражается на стоимости полноприводного автомобиля. В свою очередь, потребуют больших затрат обслуживание и ремонт такой машины в эксплуатации. А еще при прочих равных условиях автомобили 4x4 потребляют больше горючего, чем их аналоги с приводом на одну ось, - сказываются увеличение общего веса машины и механические потери в дополнительных агрегатах трансмиссии. Проблемы достаточно серьезные, и вплоть до начала 1980-х использование схемы с четырьмя ведущими колесами не на внедорожниках, где иначе никак нельзя, а на обычных легковых машинах считалось событием из ряда технических курьезов. Но в 1980 году появилась Audi-Quattro. Этот факт имел как минимум два следствия. Audi, пребывавшая до этого на правах, образно говоря, падчерицы у компании «Volkswagen», превратилась в марку мирового уровня и гордость немецкого концерна. Мировая же автомобильная промышленность неожиданно получила мощный импульс для дальнейшего развития. Дело не в том, что форсированная версия Audi-Quattro стала родоначальницей нового поколения суперскоростных автомобилей для раллийных гонок. Появление шоссейной модификации Quattro, благосклонно принятой рядовыми покупателями, потребовало адекватных шагов от других производителей автомобилей, и модельные ряды даже семейных машин из разряда «ширпотреб» начали стремительно наполняться версиями 4x4- и все они находили своих почитателей. Subaru и вовсе сделала полный привод фирменной «фишкой», и со временем полноприводными стали все автомобили, выпускаемые этой японской компанией.

Однако в чем заключался секрет Audi? Немецким инженерам удалось разработать легкую и компактную конструкцию, в которой на основе переднеприводной компоновки отбор крутящего момента к задним

ведущим колесам осуществлялся непосредственно от встроенного в коробку передач межосевого дифференциала. Правда, этому дифференциалу требовалась блокировка, но внедрение самоблокирующихся вискомуфт и дифференциалов трения (вроде конструкции Торсена, использующей способность винтовых шестерен к самоторможению) сняло эту проблему. Легковые автомобили 4x4 освободились как от дополнительных рычагов механической блокировки, что их салоны отнюдь не украшало, так и от рывков, сопровождавших блокировку дифференциала, если она осуществлялась механическим способом. Вискомуфты, кстати, не только освободили автомобили от лишних рычагов и рывков, но и позволили плавно перераспределять крутящий момент между осями в зависимости от конкретной обстановки, в которой оказывается любое колесо автомобиля в каждый определенный момент времени. Впрочем, вискомуфты оказались не без «закидонов». С появлением ABS вискомуфты начали «конфликтовать» с этими системами, вмешиваясь в их работу и корректируя ее только в худшую сторону. Первым ABS начал внедрять Mercedes-Benz, ему первому и пришлось ломать голову над тем, как «утихомирить» вискомуфту. Благо к этому времени уже был создан межосевой дифференциал Фергюсона с автоматической блокировкой, управляемой электроникой. Внутри этого дифференциала располагалось многодисковое сцепление, включаемое, когда разность скоростей вращения колес достигала определенного значения. Команда на блокировку поступала от микропроцессора, который в своей работе использовал сигналы от трех датчиков скорости колес - тех же, что применялись в системе ABS. Автоматически блокируемый дифференциал позволил облегчить трогание автомобиля с места, прежде всего, на скользких дорогах, улучшить управляемость на высокой скорости при движении в поворотах и при этом нисколько не влиял на эффективность ABS, потому что отключался при любой нажатии на педаль тормоза.

«Audi» пошла своим путем, и в четвертой по счету версии Quattro использовался уже полный привод с межосевым дифференциалом Торсена и независимым подтормаживанием буксующего колеса. Однако на Audi-TT, как, впрочем, и на других автомобилях концерна «Volkswagen», оснащенных системой полного привода 4-Motion, появилась муфта Халдекс, в основе которой - многодисковое сцепление, управляемое электроникой. Нынче в пользу муфты Халдекс отказывается от вискомуфты и «Volvo». С 2000 года фирма BMW, применяющая колесную формулу 4x4 на некоторых модификациях своих автомобилей, сделала ставку на систему полного привода xDrive, не имеющую никаких блокировок. Управляет полным приводом BMW электроника, точнее - системы ABS, ASC+T, DSC и ADB-X. Важно то, что первые три системы используются на заднеприводных версиях BMW, то есть являются стандартными. По большому счету, потребовалось лишь расширить

программное обеспечение этих систем, чтобы оно соответствовало полному приводу.

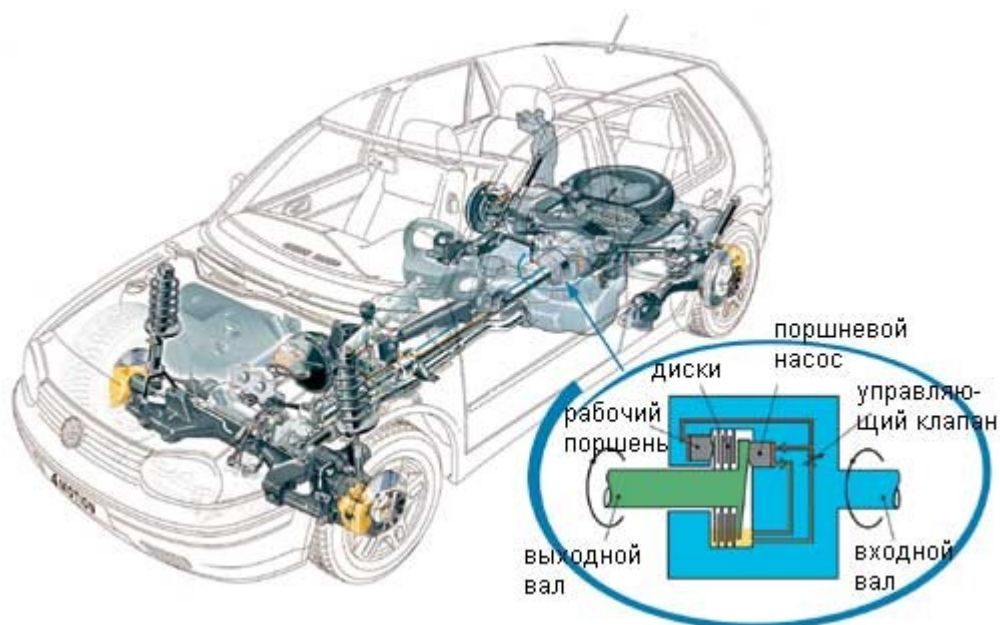
Роль первых скрипок в системном «квартете» играют DSC — Dynamic Stability Control, и ADB-X — Automatic Differential Brake (судя по второму техническому термину, дифференциал в системе 4x4 BMW все же есть, но на самом деле речь идет всего лишь об его имитации с помощью тормозов). От DSC поступают все команды, идущие тормозам, ADB-X распознает, когда колесо начинает проскальзывать, и притормаживает его, обеспечивая тем самым тот же эффект, что и блокировка дифференциала. Водитель узнает, что система достигла некоего критического режима в работе (иными словами, что колеса начинают терять сцепление с дорогой) и ADB-X вступила в действие, с помощью мигающего индикатора на приборной панели. Передоверив функции управления полным приводом электронике, компании BMW удалось добиться не только уменьшения веса и упрощения схемы трансмиссии, но и оптимизировать работу тормозной системы, где теперь каждое колесо получает строго дозированное тормозное усилие и не вмешивается в торможение «соседей», как это происходит в полном приводе с обычными блокировками. Инженеры компании Mercedes не стали идти по проторенной дорожке и изобрели свою трансмиссию с автоматически подключаемым полным приводом, которую назвали 4 MATIC. Принцип ее работы заключается в следующем: на сухом покрытии ведущими являлись задние колеса, а при их пробуксовке центральный компьютер через гидравлический привод включал многодисковое сцепление и перераспределял крутящий момент на передние колеса. Материал, из которого изготавливались фрикционные накладки дисков, не боится пробуксовки, а как раз благодаря пробуксовке и может работать применяемое в подобных схемах многодисковое сцепление. Электронная система через гидропривод изменяет степень прижимания дисков друг к другу, постепенно перебрасывая крутящий момент к оси, колеса которой обладают лучшим сцеплением с дорогой. Такой агрегат называется гидромеханической муфтой. На практике система 4 MATIC работала не хуже, но и не лучше полноприводных трансмиссий конкурентов, а ее дороговизна и сложная конструкция скорее была минусом, чем плюсом. Но, думается, последнее слово в совершенствовании систем 4x4, предназначенных не для увеличения проходимости автомобиля, а для обеспечения его все более высоких скоростных возможностей, еще не сказано.

Устройство и разновидности

Для начала выясним основные принципы работы полного привода. Пожалуй, самым главным узлом в нем является дифференциал. Для того чтобы обеспечить разную частоту вращения ведущих колес, применяется межколесный дифференциал, а приводных валов — межосевой. Дифференциалы можно классифицировать как симметричные и

несимметричные, свободные и блокируемые. В симметричных крутящий момент распределяется между полуосями поровну, а в несимметричных неодинаково. В основном межколесный дифференциал симметричный, а вот межосевой бывает как симметричным, так и несимметричным. Свободный дифференциал не препятствует полуосям или приводным валам вращаться с разными угловыми скоростями, а в блокируемом дифференциале можно ограничить такую независимость. Итак, для нормальной работы постоянного полного привода в трансмиссии должно быть два межколесных и один межосевой дифференциал. Первые полноприводные автомобили оснащались достаточно простыми блокировками межосевого и заднего межколесного дифференциалов, которые можно было задействовать с места водителя, нажав соответствующие кнопки. Однако вскоре выяснилось, что при выезде на асфальт водители частенько забывали отключить блокировки, вследствие чего трансмиссия буквально рассыпалась на глазах. Тогда инженеры серьезно задумались об автоматической системе подключения механизма блокировки. В результате появилась вязкостная муфта (вискомуфта), разработанная компанией FF Development. В этом устройстве для снижения разницы в скоростях вращения приводных валов до минимума используется силиконовая жидкость. Как только одно из колес начинает проскальзывать, вязкость силиконовой жидкости в результате нагревания резко возрастает, что приводит к соединению дисков вискомуфты, следовательно, к вращению приводных валов приблизительно с одинаковой скоростью, т. е. к блокировке дифференциала. Обычно использовали комбинацию из свободного межосевого дифференциала и вискомуфты, которые играли роль блокирующего устройства и автоматически включались в определенных условиях. Другим устройством для блокировки явился дифференциал повышенного трения типа Torsen, который изобрела американская корпорация Gleason Corp. Дифференциал повышенного трения представляет собой механическое устройство, в котором блокировка происходит за счет трения поверхностей деталей (чаще всего сухарей и звездочек), изготавливаемых из особопрочных материалов. При движении по асфальту дифференциал Torsen распределяет крутящий момент между осями поровну. Но стоит только колесам одной оси начать проскальзывать, крутящий момент перебрасывается на ту ось, колеса которой имеют лучшее сцепление с покрытием. В пределе соотношение крутящих моментов, передаваемых на оси, может достигать 20:80. Но есть еще некоторые детали, делающие Torsen более предпочтительным, чем вискомуфта. Torsen - устройство чисто механическое, что позволяет ему предотвращать пробуксовку, в отличие от вязкостной муфты, где на разогрев силиконового вещества и его застывание требуется некоторое время, и в результате вискомуфта способна лишь реагировать на потерю сцепления и исправлять уже сложившуюся ситуацию. Сейчас в межосевом дифференциале

применяется многодисковая муфта Халдекс. Система опознавания проскальзывания активизируется при наличии разности в частоте вращения передней и задней осей и затем распределяет тяговое усилие в необходимой пропорции между обеими осями.. На новых автомобилях семейства Гольф и Пассат муфта Халдекс встроена в редуктор заднего моста и управляется электроникой по специальной программе, учитывающей продольное ускорение, разность скоростей переднего и заднего мостов, нагрузку на двигатель, включенную передачу и другие параметры. Программа также участвует в работе системы ESP работает совместно с функцией EDS - электронной блокировкой дифференциала. Система реализует на всех режимах максимальную передачу крутящего момента на колёса и ни в чём не уступает, а во многом превосходит блокировку Torsen - например по управляемости с помощью электроники. Применявшаяся до последнего времени на автомобилях Фольксваген вискомуфта опознавала лишь одно проскальзывание, но не причины его возникновения.

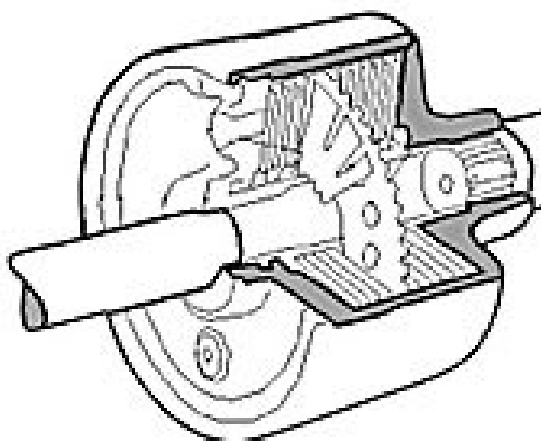


С разработкой муфты “Haldex” был сделан гигантский рывок в создании современного полного привода. Муфта “Haldex” регулируема. Посредством компьютера удалось в процессе регулирования работы муфты учитывать дополнительную информацию. Теперь проскальзывание не является единственным решающим фактором распределения тягового усилия; на это оказывают влияние также динамические параметры движения автомобиля. Посредством шины данных CAN компьютер получает информацию от датчиков частоты вращения колес системы АБС и от системы управления двигателем (сигнал от датчика положения педали акселератора). Таким образом, в компьютер поступает вся необходимая информация о скорости, параметрах движения в поворотах, режимах тяги и торможения двигателем, что дает возможность компьютеру оптимально реагировать на изменения режимов движения. Новая муфта представляет собой компактный агрегат,

который устанавливается на том же месте, где была вискомуфта, применявшаяся в прежнем приводе. Муфта размещена на картере главной передачи и имеет привод от карданного вала. Крутящий момент от двигателя передается через коробку передач, главную передачу передней оси и привод передней оси на карданный вал. Карданный вал связан с входным валом муфты. В муфте “Haldex” разъединяется жесткая связь между входным валом и выходным валом на главную передачу задней оси. Передача крутящего момента на главную передачу задней оси может быть осуществлена только через сжатый пакет дисков муфты “Haldex”. Управление муфтой (пакетом фрикционных) осуществляется посредством передачи рабочего давления электромаслонасоса блоком электрических клапанов.

Преимущества муфты “Haldex”

- постоянный полный привод с электронным регулированием многодисковой муфты;
- сохранение достоинств переднего привода;
- отсутствие повышенных напряжений в трансмиссии при парковке и маневрировании;
- отсутствие критической чувствительности к наличию различных шин (например, аварийного колеса);
- отсутствие ограничений при буксировке с вывешенной осью;
- возможность неограниченной сочетаемости с системами ABS, ASR, EDS, ESP

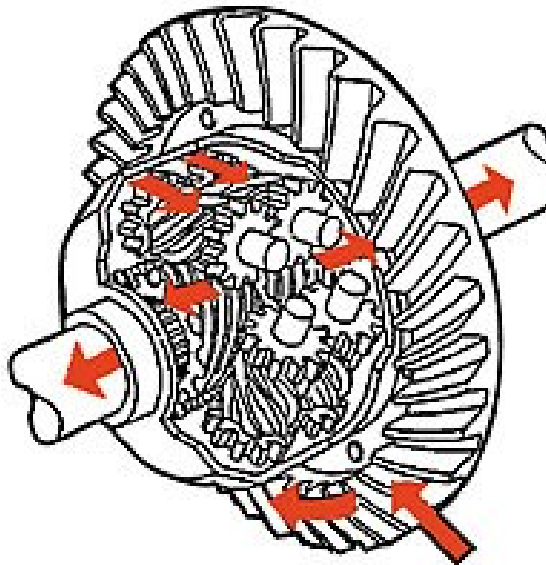


Это вискомуфта. На рисунке показаны пластины, прикрепленные к валам. Вискомуфта заполнена силиконовой жидкостью, которая обладает свойством застывать при нагреве и

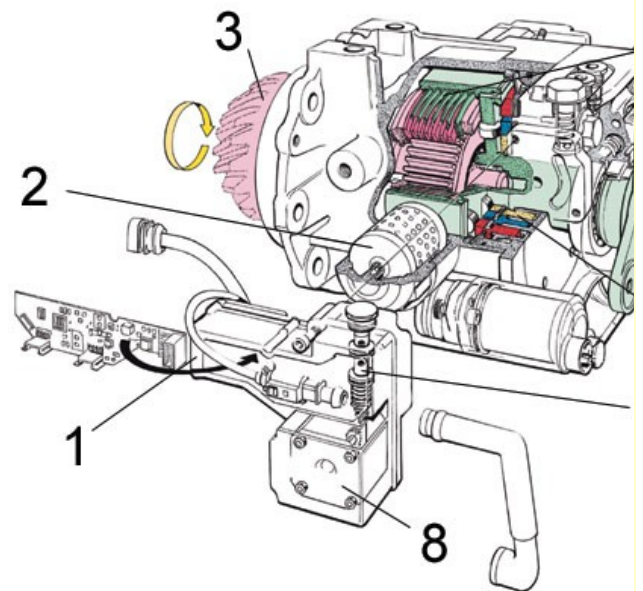


Так выглядит дифференциал Torsen, устанавливаемый на Mazda Miata. На фотографии хорошо видны валы с коническими подшипниками и боковые шестерни.

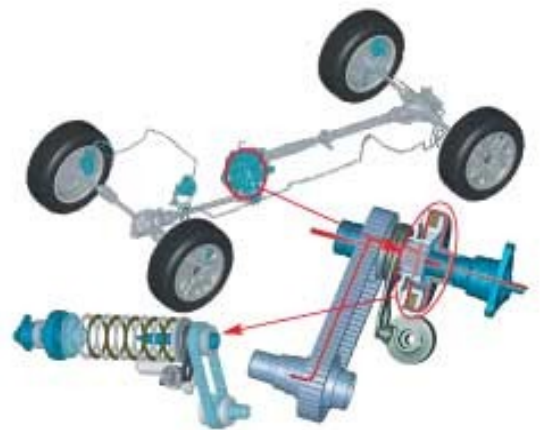
превращаться в жидкость при охлаждении. На этом свойстве силиконовой жидкости и построен принцип работы вискомуфты.



А это тот же **Torsen** в разрезе. Стрелками указаны направления распределения крутящего момента.

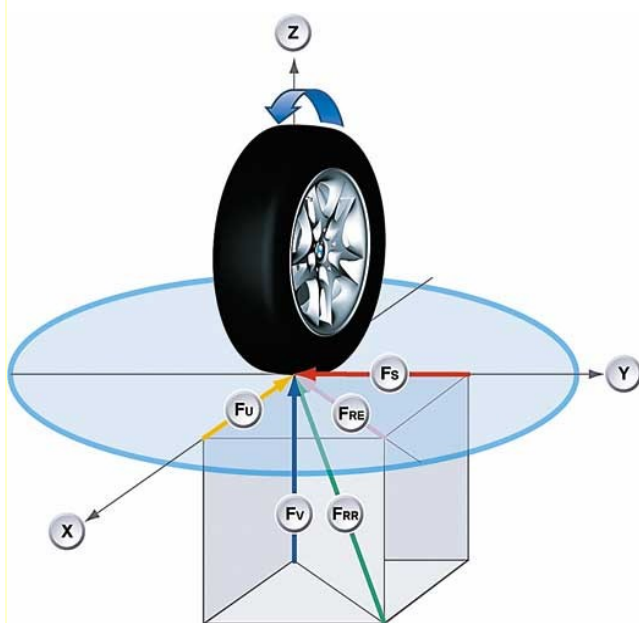


Многодисковое сцепление "Халдекс" с электронным управлением: 1 - управляющий блок; 2 - масляный фильтр; 3 - шестерня выходного вала; 4 - ведущие и ведомые диски сцепления; 5 - входной вал; 6 - рабочие цилиндры; 7 - регулировочный клапан; 8 - шаговый двигатель.



Основа системы постоянного полного привода **xDrive** – многодисковое сцепление, которое управляется контролируемым электроникой электроприводом. В зависимости от необходимости он менее чем за 100 миллисекунд сжимает или разжимает диски сцепления, перераспределяя крутящий момент между осями. Электронное управление привода получает сигналы от тех же датчиков, что и система DSC: поворота рулевого колеса, оборотов двигателя, вращения вокруг вертикальной оси и т. д.

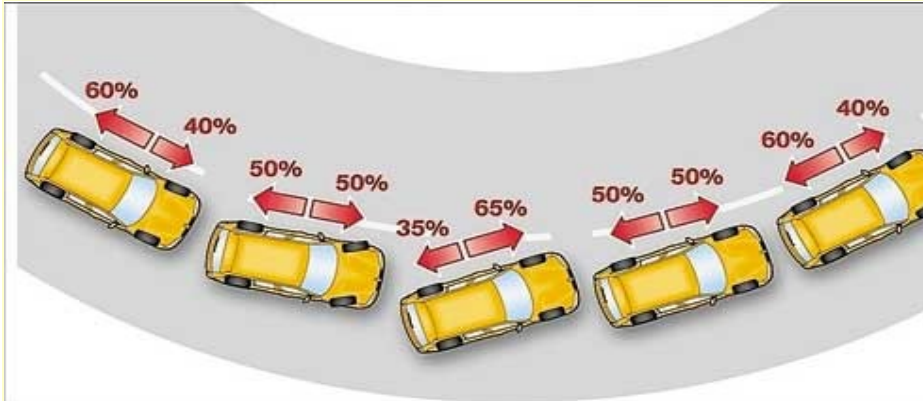
Полученная информация используется системой для определения необходимости перераспределить крутящий момент. Таким образом, главным достоинством xDrive является ее способность изменить распределение момента по осям не в ответ на пробуксовку колес или начало заноса, а с упреждением. В нормальных условиях момент распределяется между передней и задней осями в соотношении 40/60. А в случае необходимости (для корректировки заноса, при троганье с места на поверхностях с разными коэффициентами сцепления) на любую из осей может быть передано до 100% момента. Роль межколесных блокировок выполняет система DSC, подтормаживая буксующее колесо. Срабатывает xDrive быстрее, чем исполнительные механизмы системы стабилизации движения.



Принцип работы xDrive

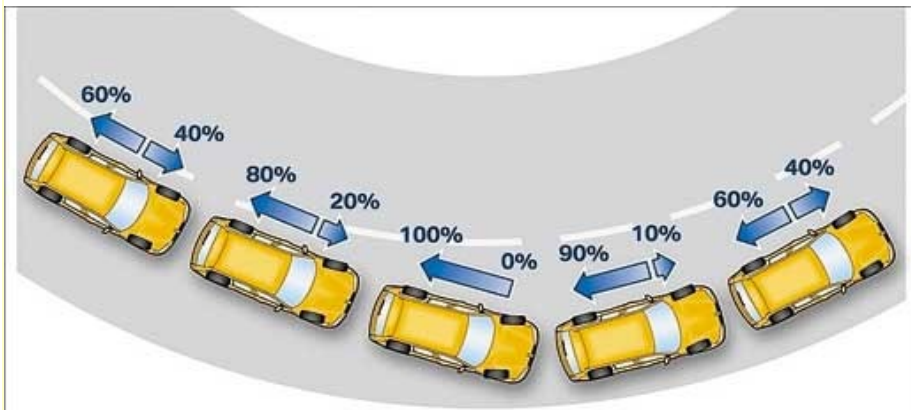
Силы, действующие на колесо движущегося автомобиля, имеют три составляющие – вертикальную F_v , продольную F_u и поперечную F_s . Принцип работы xDrive основан на оценке их потенциальной результирующей F_{rr} . Система постоянно просчитывает вероятность выхода этой результирующей за заложенные в память допустимые параметры. И в случае возникновения такой угрозы, мгновенно переносит крутящий момент с одной оси на другую, корректируя продольную составляющую. Таким образом xDrive борется не со следствием, а

с причиной возникновения заноса или пробуксовки.



Работа xDrive в повороте

При прохождении поворотов, в зависимости от дорожных условий, автомобиль может продемонстрировать недостаточную или избыточную поворачиваемость. Бороться с этим явлением призвана система DSC, которая корректирует обороты двигателя и подтормаживает одно или несколько колес, возвращая автомобиль на правильную траекторию. Если машина оборудована xDrive, то еще до срабатывания DSC система полного привода динамически перераспределяет крутящий момент на



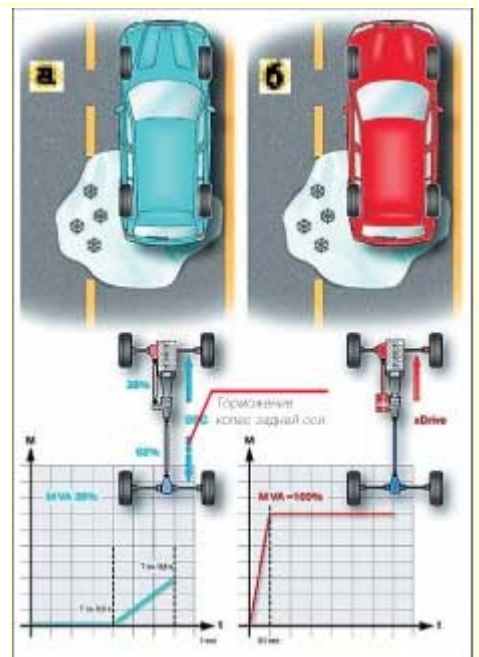
нужную ось: в случае недостаточной поворачиваемости – на заднюю, избыточной – на переднюю. Причем если в процессе прохождения поворота поворачиваемость превращается из избыточной в недостаточную, xDrive корректирует этот процесс.

Работа xDrive при троганье

При троганье на поверхности с разными коэффициентами сцепления еще до начала пробуксовки момент полностью перебрасывается на ось с лучшим сцеплением. В этом случае все 100% мощности используются для ускорения автомобиля. Оборудованный лишь DSC автомобиль в подобной ситуации сначала пробуксует, затем система заблокирует задний мост и для троганья будет задействовано всего 38% тяги, которую получает передняя ось.

Работа xDrive вне дороги

Если полноприводные седаны и универсалы BMW остаются дорожными автомобилями, то SUV, несмотря на отсутствие жестких межосевых блокировок, демонстрируют довольно высокий внедорожный потенциал. При движении по сильно пересеченной местности, предполагающей вывешивание колес, xDrive мгновенно перебрасывает большую часть момента на мост, оба колеса которого твердо стоят на земле. Часть момента остается и на оси, одно из колес которой вывешено. В этом случае роль межосевых



блокировок выполняет система DSC,
тормозящая вывешенное колесо.

Типы и особенности систем полного привода

Как показывает практика, полный привод не всегда бывает полным. Это зависит от особенностей конструкции трансмиссии, дорожных условий и режима эксплуатации. Вступив на путь создания полноприводных легковых автомобилей, компании работали в нескольких направлениях и действовали сначала с оглядкой на стоимость нововведений. В результате появился целый ряд конструктивных схем полноприводных трансмиссий — Quattro, Syncro, 4Matic, 4Motion и т. д. По принципу действия их можно объединить в три большие группы:

- постоянный полный привод;
- автоматически подключаемый полный привод;
- системы с ручным включением полного привода

Кстати, в аббревиатуру AWD и 4WD заложена информация о том, к какой группе относится тот или иной полноприводный автомобиль. AWD обозначается постоянный или автоматически включаемый полный привод, а 4WD — полный привод, включаемый и выключаемый вручную, т.е. водителем. Рассмотрим вкратце особенности каждой из трех схем.

Постоянный полный привод

В такой трансмиссии крутящий момент от двигателя передается на все колеса. Правда, в процессе ее создания возникла одна проблема, которая не позволяла инженерам позаимствовать технические решения у обычных вездеходов. Дело в том, что у настоящих «джипов» связь между передней и задней ведущими осями — жесткая, т.е. без дифференциала. Если на автомобиле с такой трансмиссией ездить по дорогам с твердым покрытием, управляемость у него будет очень плохая, так как передние и задние колеса проходят разный путь, а следовательно, менее нагруженные из них стремятся к пробуксовыванию. Пришлось, помимо переднего и заднего межколесных дифференциалов, установить еще и третий — межосевой или, как его еще называют, центральный дифференциал. В зависимости от его характеристик крутящий момент распределили между колесами передней и задней оси в необходимой пропорции. Тем не менее в таком виде полноприводная трансмиссия оказалась пригодна только для дорог с однородным дорожным покрытием. На скользкой дороге может возникнуть ситуация, когда весь крутящий момент двигателя будет передаваться на колесо, потерявшее сцепление с дорогой, и автомобиль не сможет сдвинуться с места. Причем шансов попасть в такую ситуацию у полноприводной машины в два раза больше, чем у передне- или заднеприводной. Эту проблему решили путем

установки межосевого дифференциала повышенного трения или механизма автоматической его блокировки. Для этих целей широкое распространение получил самоблокирующийся механический дифференциал Torsen (от TORque SENsing — чувствительный к моменту). При отсутствии пробуксовок он передает крутящий момент к передней и задней ведущим осям в пропорции 50:50, которая соответствует наилучшей устойчивости и управляемости. При появлении малейших признаков пробуксовки колес одной оси дифференциал Torsen срабатывает практически мгновенно и перераспределяет до 75% крутящего момента на колеса, которые не потеряли сцепления с дорогой. Благодаря простоте конструкции и эффективности работы инженеры Audi отдают предпочтение центральному дифференциалу Torsen, начиная со второго поколения модификаций Quattro. Еще одним распространенным способом автоматической блокировки межосевого дифференциала стало использование вискомуфты. Например, в трансмиссии Mitsubishi Eclipse GSX, Subaru Impreza и Legacy, старых BMW 325ix и Toyota Celica turbo обычный механический межосевой дифференциал совмещен с вискомуфтой, которая реагирует на разницу скоростей вращения колес передней и задней ведущих осей. Такая схема обеспечивает распределение крутящего момента по осям в диапазоне от 50:50% — на хорошей дороге до 95:5% или 5:95% — на бездорожье. Позже вместо устройств блокировки межколесных дифференциалов стали использовать возможности новых электронных систем: противобуксовочных (ASC), управления тягой (ASR, ETS). Получая информацию от датчиков антиблокировочной системы тормозов (ABS), эти системы притормаживают буксующие колеса, обеспечивая перераспределение крутящего момента на другие колеса. Развитие трансмиссий полноприводных легковых автомобилей подтолкнуло автопроизводителей к совершенствованию приводов внедорожников. Интересная схема постоянного полного привода применяется на Mercedes M-класса. У этого внедорожника все три дифференциала — свободные, т.е. не блокируются. А на бездорожье или скользкой зимней дороге в полную силу работает «умная» система контроля тяги ETS: электронный блок, анализируя показания датчиков ABS, «вычисляет» буксующее колесо и в нужной степени активизирует его тормозной механизм. А в отличие от M-класса в трансмиссии такого «внедорожного авторитета» как Mercedes G-класса все три дифференциала — с блокировками, которые включаются и отключаются дистанционно и не без помощи «умной» электроники.

Автоматически подключаемый полный привод

В нормальных дорожных условиях такая трансмиссия работает как передне- или заднеприводная. Это позволяет автомобилям сохранять «фамильные» черты, свойственные тому или иному типу привода. А в экстремальных ситуациях, когда одно или два ведущих колеса теряют сцепление с дорогой и начинают пробуксовывать, крутящий момент перераспределяется и на колеса другой оси. Многолетнюю проверенность

такой схеме для своих легковых моделей демонстрируют Volkswagen, Mercedes и Honda. Конструктивно это осуществляется таким образом. Вал, который передает крутящий момент на ведущую ось, через специальную муфту связан с колесами другой оси. Муфта обычно устанавливается вместо межосевого дифференциала или в непосредственной близости к заднему мосту. В нормальных условиях движения муфта разблокирована, а в экстремальных ситуациях- блокирует и передает крутящий момент на колеса вспомогательной оси. В автомобилях с автоматически включаемым полным приводом применяются несколько типов муфт: уже упоминавшаяся вискомуфта, электронно-управляемые фрикционные муфты, гидравлические системы блокировки фрикционной муфты и т. д. Инженеры компании Mercedes поручили функцию предотвращения пробуксовки задних ведущих колес электронной системе 4Matic. При фиксации одним из датчиков ABS пробуксовки одного или двух колес блок управления блокирует гидравлическую муфту межосевого дифференциала, подключающего в работу передние колеса. Если и этого недостаточно, следует команда на блокировку муфты дифференциала заднего моста. Шведская компания Haldex разработала электронно-управляемую фрикционную муфту для полноприводных модификаций концерна Volkswagen 4Motion, созданных на платформе Golf IV — Bora, Audi A3 и TT, Skoda Octavia, Seat Toledo и Leon. Муфта устанавливается непосредственно перед задним мостом, а одно из главных ее достоинств- возможность путем программирования электронного блока настроить работу трансмиссии, задавая индивидуально для каждой модели, к примеру, моменты блокировки или величину передаваемого крутящего момента. На автомобилях для активного отдыха компании Honda CR-V и HR-V японские инженеры применили устройство блокировки Real Time 4WD. Его особенность заключается в том, что муфта устройства блокируется двухконтурной гидравлической системой. Два насоса системы- закачивающий и откачивающий- приводятся в действие валами, соединенными с передним и задним мостами. При отсутствии разности в частоте вращения передних и задних колес давление масла в контуре практически отсутствует. Когда же передние колеса начинают пробуксовывать, давление повышается и блокируются диски. Так происходит перераспределение крутящего момента от передних колес на задние, которые в штатной ситуации являются нейтральными, не ведущими.

Системы с ручным включением полного привода
В отличие от «заряженных» версий легковушек со спортивным характером полный привод у внедорожников, в том числе и «паркетных», должен выполнять свою первоначальную функцию- помогать передвигаться по дороге с плохим покрытием, где особенно не погоняешь. Такие трансмиссии, как правило, не имеют межосевого дифференциала, без которого не могут обойтись «легковушки» с постоянным полным

приводом. При включенном приводе четырех колес передняя и задняя ось в такой схеме имеют жесткую связь, а крутящий момент передается в соотношении 50:50.

Ездить в этом случае по скоростной магистрали с включенным полным приводом - бессмысленно. Во-первых возникает опасность проскальзывания колес, особенно в поворотах, во-вторых, детали трансмиссии (карданные валы, шестерни колесных дифференциалов и т.д.) испытывают большие перегрузки и если полный привод вовремя не выключить, поломок не избежать. Но все же водители иногда забывают это делать. Поэтому в некоторых схемах есть сигнализаторы или устройства автоматического отключения полного привода при движении с большей скоростью.

Выводы

Совет тем, кто хочет купить полноприводный автомобиль, но не знает, какому именно типу трансмиссии отдать предпочтение. Просто необходимо знать, где и как преимущественно будет эксплуатироваться автомобиль.

Если вы любитель скоростной езды, покупайте легковой автомобиль с постоянным полным приводом. Если вы любитель умеренной езды, но зимой хотите себя обезопасить от лишних проблем, покупайте автомобиль с автоматически включаемым полным приводом. Любителям охоты, рыбалки, поездок на дачу и отдыха на природе независимо от времени года следует ориентироваться на максимальный запас проходимости своих автомобилей. Этому соответствуют внедорожники с большим дорожным просветом, понижающим рядом передач и как можно большим числом блокировок дифференциалов (лучше всего трех).

Главная передача и дифференциал

Главная передача и дифференциал заднеприводных автомобилей
Главная передача предназначена для увеличения крутящего момента и передачи его на полуоси колес под углом 90 градусов (рис.1).

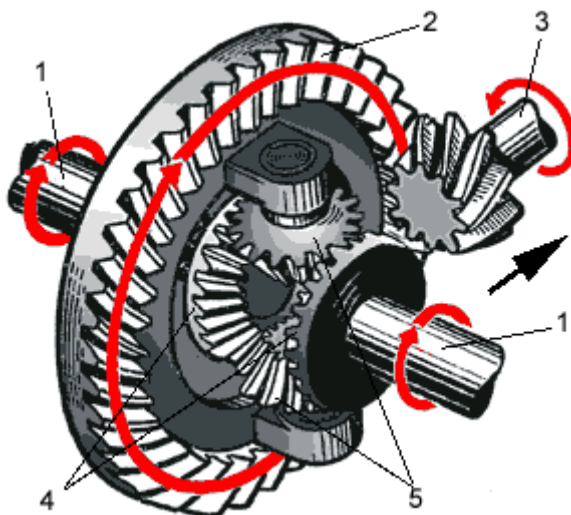


Рис. 1 Главная передача с дифференциалом

1 - полуоси; 2 - ведомая шестерня; 3 - ведущая шестерня; 4 - шестерни полуосей; 5 - шестерни-сателлиты

Главная передача состоит из:

- ведущей шестерни,
- ведомой шестерни.

Крутящий момент от коленчатого вала двигателя через сцепление, коробку передач и карданную передачу передается на пару косозубых шестерен, которые находятся в постоянном зацеплении. На рисунке 1 оба колеса будут вращаться с одинаковой угловой скоростью. Но ведь в этом случае поворот автомобиля невозможен, так как колеса должны пройти неодинаковое расстояние при этом маневре! Если взять игрушечную машинку, у которой задние колеса связаны между собой жесткой осью, и немного покатайте ее по полу, то паркет в вашем доме может заметно пострадать. При каждом повороте автомобильчика, одно из его колес обязательно будет проскальзывать, и оставлять за собой черный след. Давайте посмотрим на следы, оставленные на повороте мокрыми колесами любого реального автомобиля. Рассматривая эти следы заинтересованно, можно увидеть, что внешнее от центра поворота колесо проходит путь значительно больший, чем внутреннее. Если бы каждому колесу передавалось одинаковое

количество оборотов, то поворот автомобиля, без черных следов на «паркете», был бы невозможен. Следовательно, настоящий автомобиль, в отличие от игрушечного, имеет некий механизм, позволяющий ему делать повороты без «черчения» резиной колес по асфальту. И этот механизм называется — дифференциалом.

Дифференциал предназначен для распределения крутящего момента между полуосями ведущих колес при повороте автомобиля и при движении по неровностям дороги. Дифференциал позволяет колесам вращаться с разной угловой скоростью и проходить неодинаковый путь без проскальзывания относительно покрытия дороги. Иными словами 100% крутящего момента, который приходит на дифференциал, могут распределяться между ведущими колесами как 50 на 50, так и в другой пропорции (например, 60 на 40). К сожалению, пропорция может быть и 100 на 0. Это означает, что одно из колес стоит на месте (в яме), а другое в это время буксует (по сырой земле, глине, снегу). Что поделаешь! Ничто не бывает абсолютно правильным и идеальным, зато данная конструкция позволяет автомобилю поворачивать без заноса, а водителю не менять каждый день напрочь изношенные шины.

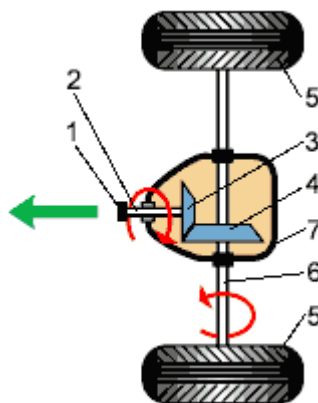


Рис. 2 Схема работы главной передачи

1 - фланец; 2 - вал ведущей шестерни; 3 - ведущая шестерня; 4 - ведомая шестерня; 5 - ведущие (задние) колеса; 6 - полуоси; 7 - картер главной передачи

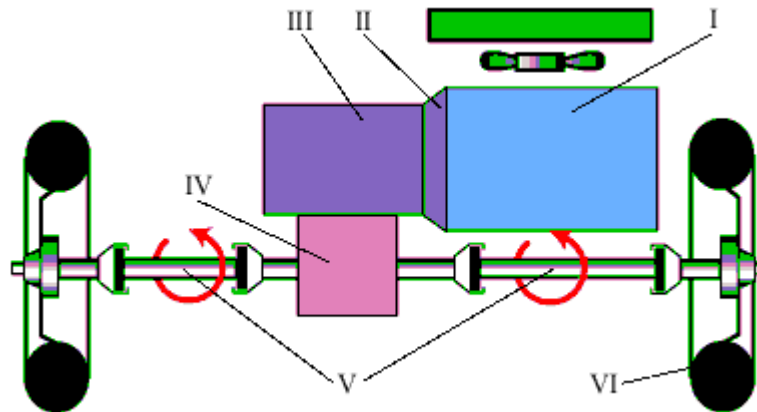
Конструктивно дифференциал выполнен в одном узле вместе с главной передачей (рис. 2) и **состоит из:**

- двух шестерен полуосей,
- двух шестерен сателлитов.

Главная передача и дифференциал переднеприводных автомобилей

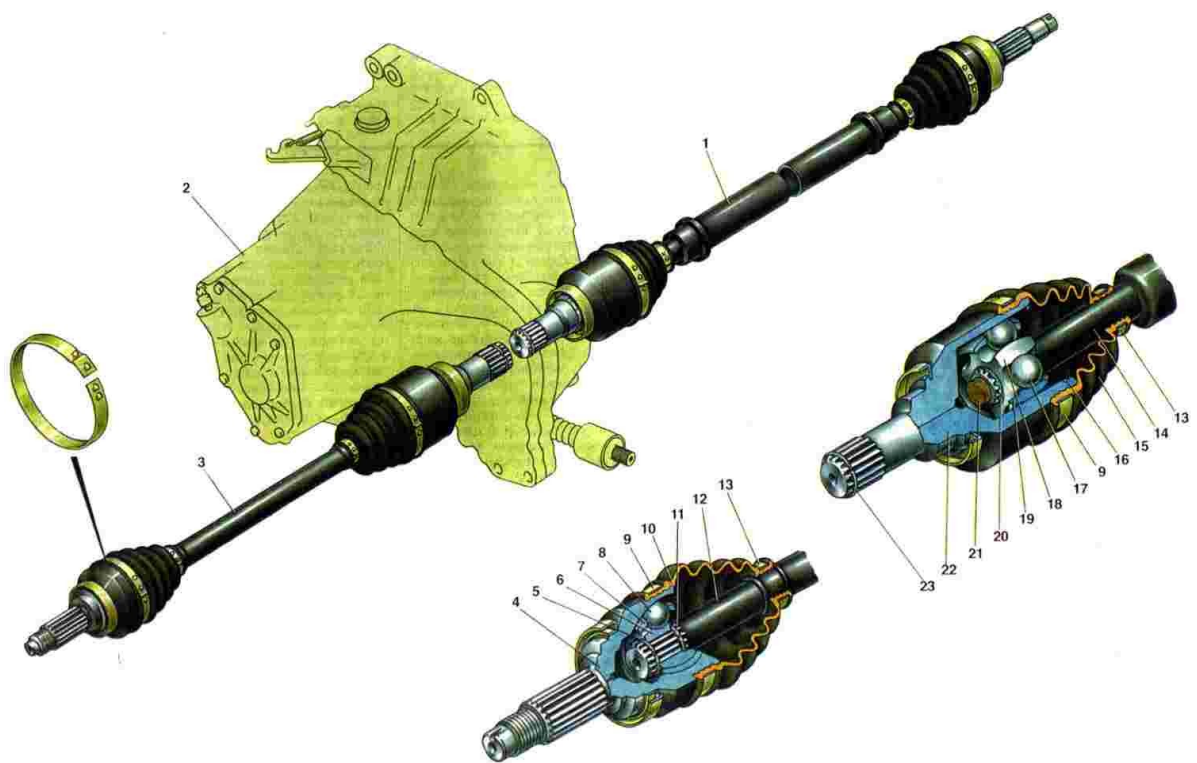
В автомобиле с приводом на передние колеса, крутящий момент не уходит так далеко от двигателя, как в автомобиле с задним приводом. Все агрегаты трансмиссии сконцентрированы под капотом машины и объединены в один

большой узел агрегатов. Механизм сцепления `зажат` в кожухе между двумя `монстрами` - двигателем и коробкой передач, которая, в свою очередь, содержит в себе еще и главную передачу с дифференциалом. Поэтому валы привода передних колес выходят непосредственно из картера коробки передач.



*Схема трансмиссии переднеприводного автомобиля
I - двигатель; II - сцепление; III - коробка передач; IV - главная передача и дифференциал; V - правый и левый приводные валы с шарнирами равных угловых скоростей; VI - ведущие (передние) колеса*

[Подробнее о ШРУС](#)



1. Привод правого переднего колеса; 2. Коробка передач; 3. Привод левого переднего колеса; 4. Корпус наружного шарнира; 5. Стопорное кольцо обоймы шарнира; 6. 18. Обойма шарнира; 7. 19. Сепаратор шарнира; 8. 17. Шарик шарнира; 9. Наружный хомут чехла; 10. 15. Защитный чехол шарнира; 11. Упорное кольцо; 12. 14. Вал привода левого колеса; 13. Внутренний хомут чехла; 14. Фиксатор внутреннего шарнира; 15. 20. Стопорное кольцо обоймы внутреннего шарнира; 16. 21. Буфер вала; 17. 22. Корпус внутреннего шарнира; 18. 23. Стопорное кольцо полуосевой шестерни.

Переднеприводной автомобиль характеризуется прежде всего тем, что передние управляемые колеса одновременно являются ведущими. Для поворота ведущих колес на валах (полуосях) привода располагаются шаровые шарниры, которые должны допускать поворот колес без изменения скорости их вращения. Этому условию удовлетворяют карданы равных угловых скоростей (синхронные шаровые шарниры). Обычный карданный шарнир в этих условиях быстро выходит из строя, так как при отклонениях его ведущего и ведомого звеньев создается неравномерная по угловой скорости передача вращения на ведомое звено. Это вызывает перегрузку валов привода и быстрый износ карданного шарнира. У современных переднеприводных автомобилей для привода передних колес применяются полуоси с двумя синхронными шаровыми шарнирами: у ведущего колеса

жесткого типа (с угловой степенью свободы), а у силового агрегата - универсального типа (с угловой и осевой степенью свободы). Применяемый на автомобиле привод передних колес компактен и надежен. Его долговечность при правильной эксплуатации автомобиля высокая. Это обеспечивается совершенством конструкции шарниров, подбором улучшенных материалов, точностью изготовления деталей, хорошей герметичностью шарниров и применением специальной смазки. Приводы правого 1 и левого 3 колес имеют одинаковую конструкцию и отличаются валами, который у привода левого колеса сплошной, а у правого - трубчатый, а также длиной. Последнее объясняется смещением коробки передач в левую сторону от оси автомобиля. Привод каждого колеса состоит из двух карданных шарниров равных угловых скоростей и вала. Наружный шарнир, соединенный со ступицей колеса, состоит из корпуса 13, сепаратора 6, внутренней обоймы 4 и шести шариков. В корпусе шарнира и в обойме выполнены радиусные дорожки качения, кривизна которых имеет меридианальное направление. В этих дорожках располагаются шарики, соединяющие между собой корпус 4 и внутреннюю обойму 6. Шарики помещены в окна сепаратора 7 и удерживаются им в одной плоскости. Вследствие этого происходит центрация внутренней обоймы и корпуса шарнира. Рабочий угол поворота наружного шарнира до 42'. Внутренняя обойма насажена на шлицы вала 8 до упора в кольцо 11. Удерживается обойма на шлицах вала стопорным кольцом 5. Сепаратор имеет сферическую поверхность и окна под шарики. Он обеспечивает синхронность вращения соединяемых шарниром валов за счет установки шариков в бессекторной плоскости угла пересекающихся осей звеньев шарнира, то есть выполняет роль делителя. Вследствие этого, независимо от угла поворота шарнира, шарики всегда удерживаются в плоскости постоянной частоты вращения. Одновременно через сепаратор передается крутящий момент. Для герметизации полости шарнира применяется гофрированный резиновый чехол 10, который на корпусе шарнира и на валу 12 привода колеса крепится хомутами 9 и 13. Герметичность мест посадки чехла обеспечивается кольцевыми канавками на корпусе шарнира, в которые вдавливаются чехол при затягивании хомута. С другой стороны канавки выполнены в самом чехле, они создают лабиринтное уплотнение. Осевое фиксирование чехла на валу достигается упорными буртиками на валу привода. Стягивающие хомуты выполнены из стальной ленты, на которой выштампованы три гнезда и один фиксирующий зуб. Два гнезда служат для стягивания хомута специальным приспособлением, в третье заходит фиксирующий зуб. На шлицевой наконечник корпуса шарнира насаживается ступица переднего колеса. Она крепится самоконтрящейся гайкой. Внутренний шарнир соединяется с полуосевой шестерней дифференциала. Он имеет незначительные конструктивные отличия по сравнению с наружным шарниром. Это прежде всего тем, что дорожки в корпусе шарнира и в обойме выполнены прямыми, а не радиусными, что позволяет деталям шарнира перемещаться в продольном направлении. Это необходимо

для компенсации перемещений, вызванных колебаниями передней подвески и силового агрегата. Продольное перемещение обоймы в корпусе шарнира ограничивается с одной стороны проволочным фиксатором 16, с другой - пластмассовым буфером 18. Фиксатор установлен в канавку корпуса шарнира, а буфер в торец вала привода колеса. Хвостовик корпуса шарнира соединяется при помощи шлиц с полуосевой шестерней дифференциала. Полуосевая шестерня удерживается на шлицах вала стопорным кольцом 23. Защита деталей шарнира от воздействия влаги и грязи осуществляется таким же образом, как и у наружного шарнира. При сборке карданных шарниров в них закладывается специальная смазка ШРУС-4. При эксплуатации автомобиля замена смазки не производится, если чехлы обеспечивают герметичность шарниров. Приводы передних колес работают в наиболее тяжелых и неблагоприятных условиях, так как они расположены в зоне наибольшего воздействия влаги и грязи и передают крутящий момент на колеса под постоянно изменяющимися углами и нагрузками. Высокая точность изготовления деталей шарниров, применение высококачественных материалов и смазки обеспечивают надежную работу узла и в этих условиях, но только при сохранении герметичности шарниров. Поэтому необходимо периодически проверять состояние защитных чехлов и хомутов, чтобы своевременно обнаружить на них трещины, деформации или следы задевания о дорожное покрытие и принять меры по их замене. Этим самым предупреждается преждевременное изнашивание шарниров.

Основные неисправности главной передачи и дифференциала

Шум («вой» главной передачи) при движении на большой скорости возникает из-за износа шестерен, неправильной их регулировке или в случае отсутствия масла в картере главной передачи. Для устранения неисправности необходимо отрегулировать зацепление шестерен, заменить изношенные детали, восстановить уровень масла.

Подтекание масла может быть через сальники и неплотные соединения. Для устранения неисправности следует заменить сальники, подтянуть крепления.

Эксплуатация главной передачи и дифференциала

Как и любые шестеренки – шестерни главной передачи и дифференциала требуют «смазки и ласки». Относительно «ласки». Хотя все детали главной передачи и дифференциала и выглядят массивными «железяками», но они тоже имеют запас прочности. Поэтому рекомендации относительно резких стартов и торможений, грубых включений сцепления и прочей перегрузки машины остаются в силе. Трущиеся детали и зубья шестерен, в том числе, должны постоянно смазываться – это мы уже знаем. Поэтому в картер заднего моста (у заднеприводных автомобилей) или в картер блока – коробка передач, главная передача, дифференциал (у переднеприводных

автомобилей), заливается масло, уровень которого необходимо периодически контролировать. Масло, в котором работают шестерни, имеет склонность к «утеканию» через неплотности в соединениях и через изношенные маслоудерживающие сальники. А еще, любой картер должен иметь постоянную связь с атмосферой. Когда в закрытой «наглухо» коробке с шестеренками и маслом выделяется тепло, что неизбежно при работе механизмов, давление внутри резко увеличивается и тогда масло обязательно найдет какую-нибудь дырочку. Для того чтобы не доливать масло по два раза в день, следует знать о маленькой детальке любого картера – сапуне. Это подпружиненный колпачок, прикрывающий вентиляционное отверстие или трубку. Со временем, он «залипает» и возможна потеря связи картера с атмосферой. При очередной плановой замене масла или ранее, в случае необходимости, проверните колпачки и восстановите работоспособность пружин всех сапунов на агрегатах вашего автомобиля. В результате этой несложной операции, небольшие утечки масла могут прекратиться. Обычно среднестатистическому водителю трудно разобраться в той гамме звуков, которые издает его «заболевший» автомобиль. Мало обладать хорошим слухом, надо еще и понимать, что означают эти «завывания», «похрустывания» и прочие «поскрипывания», доносящиеся из определенных зон автомобиля. Однако можно немного сузить район поиска неисправности. При возникновении подозрения на какую-либо неприятность с трансмиссией, поднимите домкратом одно из ведущих колес автомобиля (и обязательно опустите на «козла» - устойчивую подставку). Запустите двигатель и, включив передачу, заставьте вращаться это колесо. Просмотрите на все, что крутится, прослушайте все, что издает подозрительные звуки. Затем поднимите домкратом колесо с другой стороны. При повышенном шуме, вибрациях и подтеканиях масла – начинайте поиск своего мастера, которому с гордостью можете сказать, что проблемы у вашего автомобиля слева, а не справа.