

1. Понятие автоматической трансмиссии.

Для понимания сути автоматической трансмиссии сравним её с простой механической трансмиссией. Рассмотрим вкратце главные компоненты автоматической трансмиссии и функции, которые они выполняют (рис. 1)

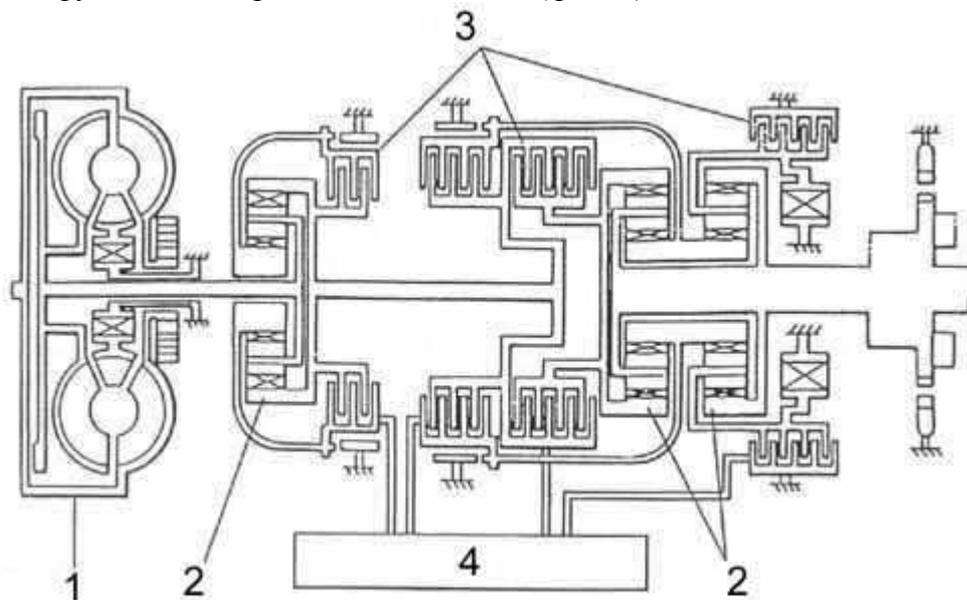


Рис.1. Главные компоненты автоматической трансмиссии:

- 1) Гидротрансформатор (ГТ) – соответствует сцеплению в механической трансмиссии , но не требует непосредственного управления со стороны водителя.
- 2) Планетарный ряд - соответствует блоку шестерен в механической коробке передач и служит для изменения передаточного отношения в автоматической трансмиссии при переключении передач.
- 3) Тормозная лента, передний фрикцион, задний фрикцион – компоненты, посредством которых осуществляется переключение передач.
- 4) Устройство управления – осуществляет контроль за переключением передач в трансмиссии со встроенной электронной системой управления.

Автоматическая трансмиссия переключает передачи самостоятельно в зависимости от скорости автомобиля и обеспечивает водителю приятные и комфортные условия для вождения автомобиля. От водителя лишь требуется вручную выбрать направление движения машины: вперёд или назад.

2. Гидротрансформатор. Общее устройство и принцип действия.

Гидротрансформатор (ГТ) (или torque converter в зарубежных источниках) служит для передачи крутящего момента непосредственно от двигателя к элементам автоматической коробки передач (АКП) и состоит из следующих основных частей (рис. 2):

- насосное колесо или насос (pump);
- плита блокировки ГТ (lock - up piston);
- турбинное колесо или турбина (turbine);
- статор (stator);
- обгонная муфта (one - way clutch).

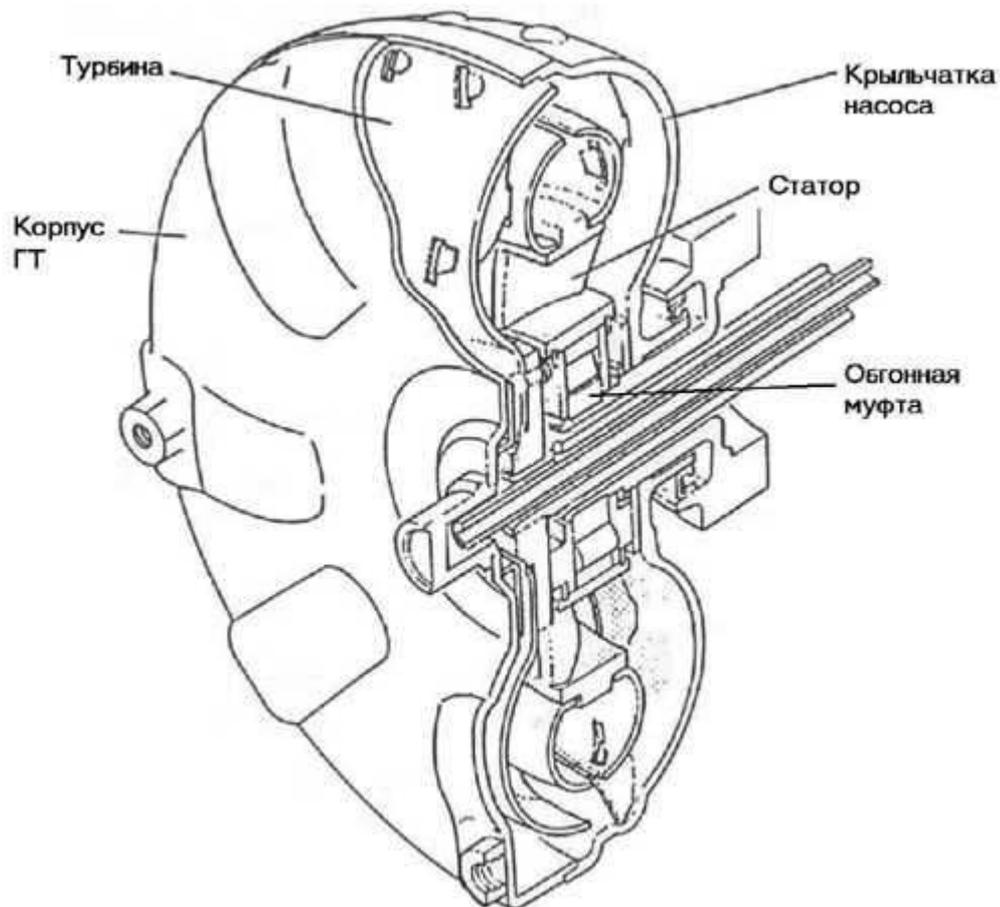


Рис. 2. Общее устройство гидротрансформатора

Для иллюстрации принципа действия ГТ как элемента, передающего крутящий момент, воспользуемся примером с двумя вентиляторами (рис.3). Один вентилятор (насос) включён в сеть и создаёт поток воздуха. Второй вентилятор (турбина) - выключен, однако, его лопатки, воспринимая поток воздуха, создаваемого насосом, вращаются. Скорость вращения турбины меньше, чем у насоса, она как бы проскальзывает по отношению к насосу. Если применить этот пример по отношению к ГТ, то в нём в качестве вентилятора, включённого в сеть (насоса), выступает крыльчатка насосного колеса.

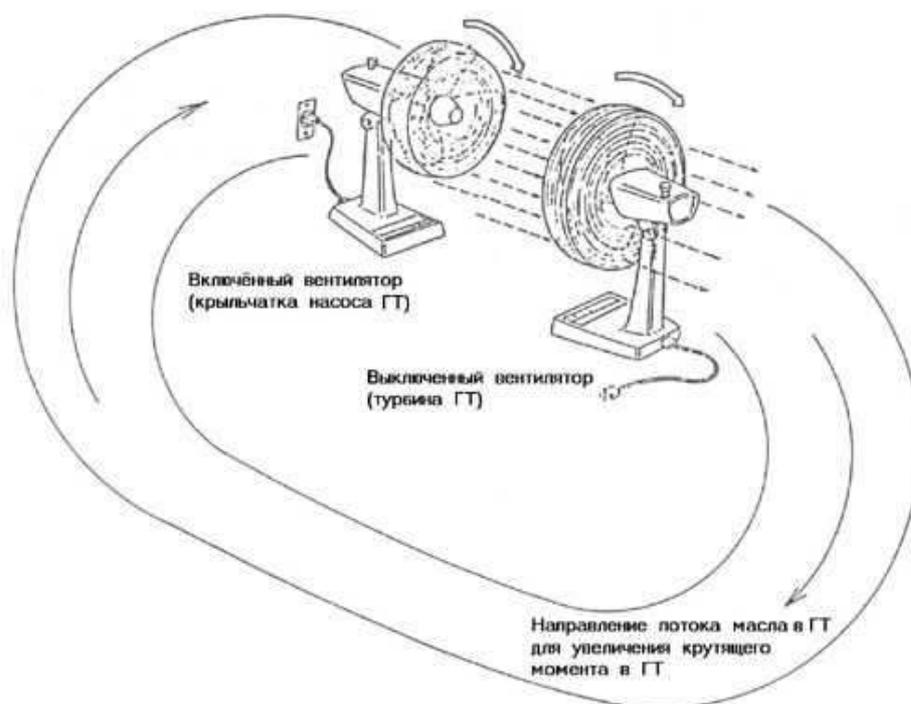


Рис. 3. Пример с вентиляторами

Насосное колесо механически связано с двигателем. В качестве выключенного вентилятора (турбины) выступает турбинное колесо, соединённое через шлицы с валом АКП. Подобно вентилятору - насосу, крыльчатка насосного колеса ГТ, вращаясь, создаёт поток, только уже не воздуха, а жидкости (масла). Поток масла, как и в случае с вентилятором - турбиной, заставляет вращаться турбинное колесо ГТ. В данном случае ГТ работает как обыкновенная гидромuftа, лишь передавая посредством жидкости крутящий момент от двигателя на вал АКП, не увеличивая его. Увеличение оборотов двигателя не приводит к сколь-ни будь существенному увеличению передаваемого крутящего момента.

Снова возвратимся к иллюстрации с вентиляторами. Поток воздуха, крутящий лопасти вентилятора - турбины, рассеивается впустую в пространстве. Если же этот поток, сохраняющий значительную остаточную энергию, направить снова к вентилятору - насосу, он начнёт вращаться быстрее, создавая более мощный поток воздуха, направленный к вентилятору - турбине. Тот, соответственно, тоже начнёт вращаться быстрее. Это явление известно как преобразование (увеличение) крутящего момента.

В ГТ в процесс преобразования крутящего момента помимо насосного и турбинного колёс включён статор, который изменяет направление потока жидкости. Подобно воздуху, вращавшему лопасти вентилятора - турбины, поток жидкости (масла), вращавший турбинное колесо ГТ, всё ещё обладает значительной остаточной энергией. Статор направляет этот поток обратно на крыльчатку насосного колеса, заставляя её вращаться быстрее, увеличивая тем самым крутящий момент. Чем меньше скорость вращения турбинного колеса ГТ по отношению к скорости вращения насосного колеса, тем большей остаточной энергией обладает масло, возвращаемое статором на насос, и тем большим будет момент, создаваемый в ГТ.

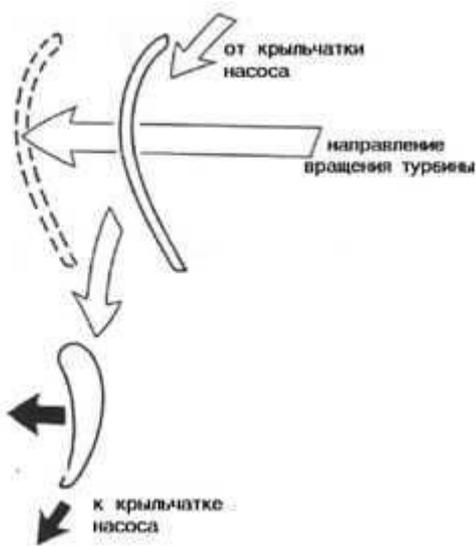
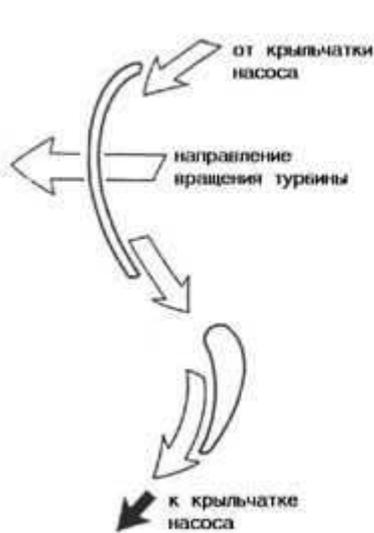
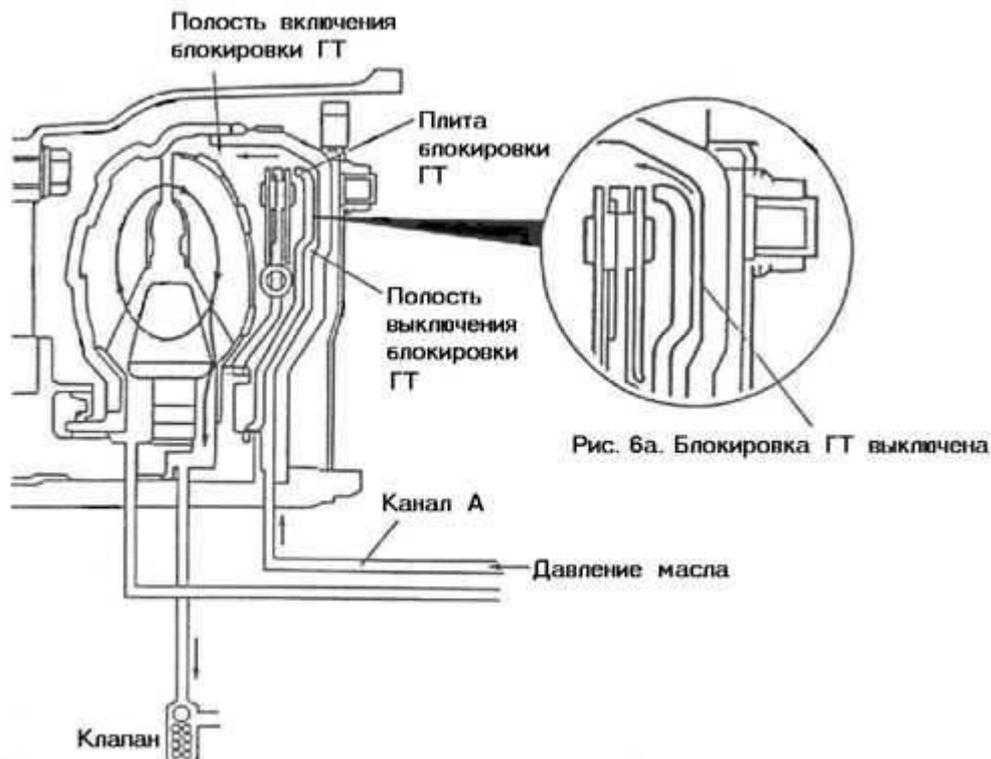


Рис. 4. Статор ГТ удерживается обгонной муфтой Рис. 5. Статор ГТ вращается свободно

Турбина всегда имеет скорость вращения меньшую, чем насос. Это соотношение скоростей вращения турбины и насоса максимально при неподвижном автомобиле и уменьшается с увеличением его скорости. Поскольку статор связан с ГТ через обгонную муфту, которая может вращаться только в одном направлении, то, благодаря особой форме лопаток статора и турбины поток масла направляется на обратную сторону лопаток статора (рис. 4), благодаря чему статор заклинивается и остаётся неподвижным, передавая на вход насоса максимальное количество остаточной энергии масла, сохранившееся после вращения им турбины. Такой режим работы ГТ обеспечивает максимальную передачу им крутящего момента. Например, при трогании с места ГТ увеличивает крутящий момент почти в три раза.

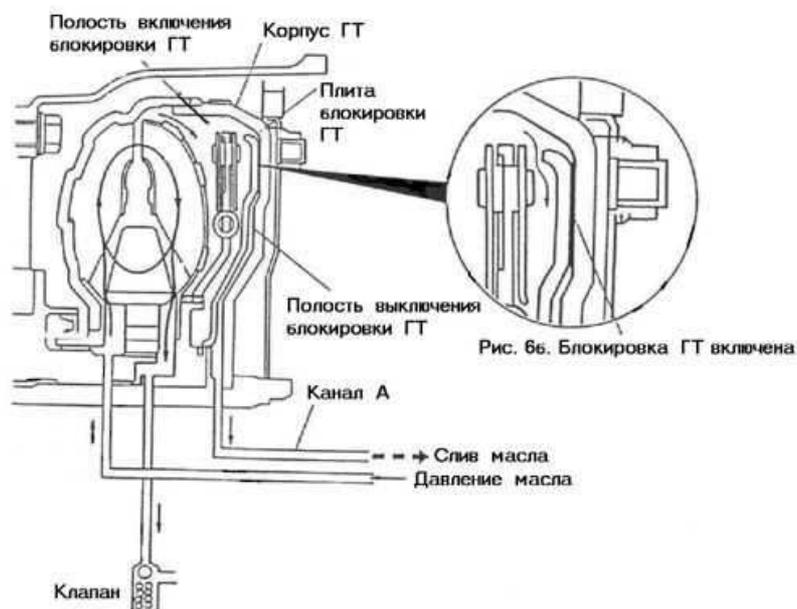
По мере разгона автомобиля проскальзывание турбины относительно насоса уменьшается и наступает момент, когда поток масла подхватывает колесо статора и начинает вращать его в сторону свободного хода обгонной муфты (см. рис. 5). ГТ перестаёт

увеличивать крутящий момент и переходит в режим обычной гидромuffты. В таком режиме ГТ имеет КПД, не превышающий 85%, что приводит к выделению в нём излишнего тепла и, в конечном счёте, увеличению расхода топлива двигателем автомобиля.



Для устранения этого недостатка используется блокировочная плита (см. рис. 6а). Она механически связана с турбиной, однако, может перемещаться влево и вправо. Для её смещения влево поток масла, питающий ГТ, подаётся в пространство между плитой и корпусом ГТ, обеспечивая их механическую развязку, то есть, плита в таком положении никак не влияет на работу ГТ.

При достижении автомобилем высокой скорости по особой команде от устройства управления АКП поток масла изменяется так, что он прижимает блокировочную плиту вправо к корпусу ГТ (см. рис. 6б). Для увеличения силы сцепления на внутреннюю сторону корпуса наносится фрикционный слой. Происходит механическая блокировка насоса и турбины посредством плиты. ГТ перестаёт выполнять свои функции. Двигатель жёстко связывается с входным валом АКП. Естественно, при малейшем торможении автомобиля блокировка немедленно выключается.



Существуют и другие способы блокировки ГТ, однако, суть всех способов одна - исключить проскальзывание турбины относительно насоса. В зарубежных источниках такой режим работы ГТ называется Lock - up (лок - ап)

Корпус ГТ выполняет ещё одну очень важную функцию. С его помощью осуществляется привод масляного насоса АКП. Для этого используется дополнительный валик, размещённый внутри вала турбины. С корпусом ГТ этот валик связан шлицевым соединением. Во многих АКП масляный насос вращается непосредственно горловиной ГТ.

3. Планетарные ряды

1) Необходимость планетарных рядов.

Хотя ГТ и способен увеличивать крутящий момент, система планетарных рядов в АКП необходима по следующим причинам:

- при преодолении автомобилем подъёмов или во время его резкого разгона в трансмиссии необходимо создать крутящий момент больший, чем может создать один ГТ;
- автомобиль должен быть способен двигаться не только вперёд, но и назад.

2) Планетарные ряды.

В отличие от простой механической трансмиссии, в которой используются параллельные валы и сцепляющиеся между собой шестерни, в автоматических трансмиссиях в подавляющем большинстве используются планетарные передачи.

Преимущества планетарной передачи заключаются в её компактности, использовании лишь одного центрального вала и в способе переключения передач, осуществляемом путём блокировки одних и разблокировании других элементов планетарного ряда.

В автомобиле с простой механической трансмиссией водитель для переключения передач вынужден постоянно и последовательно выжимать педаль сцепления и отпускать педаль газа. Автоматическая трансмиссия автоматически переключает передачи в нужное время. Для этого водителю достаточно манипулировать лишь педалью газа, нажимая или отпуская её.

Планетарная передача обеспечивает ровное, без рывков, переключение скоростей движения автомобиля без потерь мощности двигателя, толчков и ударов, обычно ассоциируемых с моментом переключения передачи в простой трансмиссии.

3) Структура и теория планетарного ряда.

Планетарный ряд (planetary gear, см. рис. 7) состоит из следующих элементов:

- солнечной шестерни (sun gear);
- сателлитов (pinion gears);
- эпицикла (internal gear);
- водила (carrier).

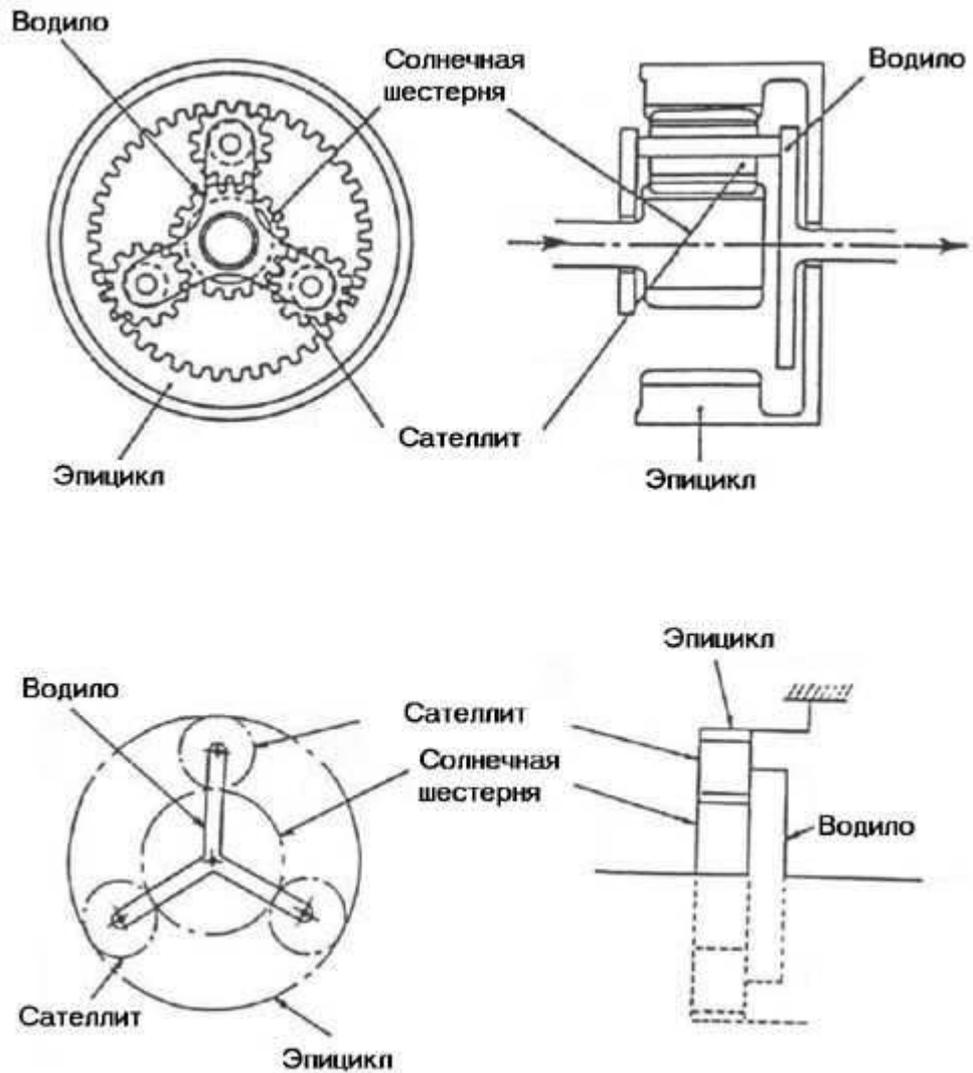


Рис. 7. Планетарный ряд

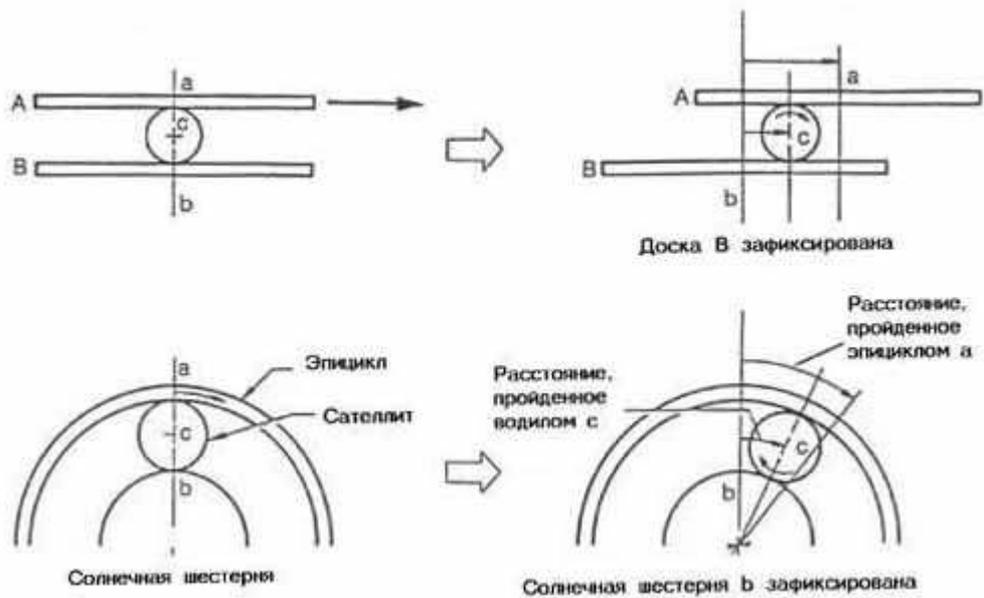


Рис. 8. Принцип 2-й передачи в АКП

Солнечная шестерня находится в центре. Сателлиты вращаются вокруг солнечной шестерни, в то время как она вращается вокруг своей собственной оси. Эпицикл охватывает сателлиты, которые поддерживают водило. Все сателлиты вращаются одновременно и в одном направлении.

Переключение скорости вращения в планетарном ряду происходит тогда, когда 2 из 3 - х элементов планетарного ряда (солнечная шестерня, эпицикл, водило) находятся в определённых условиях - заблокированы или разблокированы в различной комбинации. Что же это за условия?

Рассмотрим простой пример. На рис. 8 показан шарик С между досками А и В. Доска В зафиксирована неподвижно, а доска А движется в направлении, показанном стрелкой. В этом случае шарик с движется в том же направлении, что и доска А, только медленнее её.

Если применить этот пример к планетарному ряду, то в качестве доски А выступит эпицикл, в качестве доски В - солнечная шестерня и в качестве шарика С - сателлиты. Если зафиксировать солнечную шестерню и повернуть эпицикл в направлении стрелки, сателлит будет вращаться в том же направлении, что и эпицикл. Однако, как и в случае с досками и шариком, сателлит вращается медленнее, чем эпицикл. Такое соотношение скоростей вращения эпицикла и сателлитов в планетарном ряду АКП осуществляется на второй передаче.

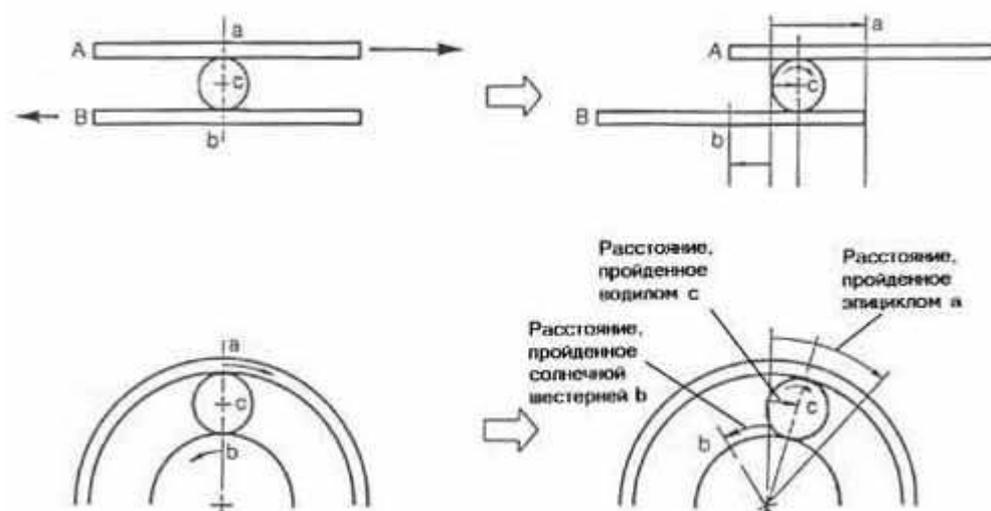


Рис. 9. Принцип 1-й или пониженной передачи в АКП

Подумаем, что произойдёт, если заставить двигаться сателлиты, а, следовательно, и водило, ещё медленнее. В предыдущем примере доска В была зафиксирована, а доска А - двигалась. На этот раз будем медленно двигать доску В в направлении, противоположном движению доски А. Как показано на рис. 9, шарик движется медленнее, чем в предыдущем случае. Что при этом происходит в планетарном ряду?

Скорость, с которой водило (шарик) передвигается эпициклом (доской А), уменьшается по отношению к скорости вращающейся в обратном направлении солнечной шестерни (доски В). В результате, скорость вращения водила меньше, чем в предыдущем случае со второй передачей. Такое соотношение скоростей водила и эпицикла осуществляется при включении в АКП первой или пониженной (low gear) передачи.

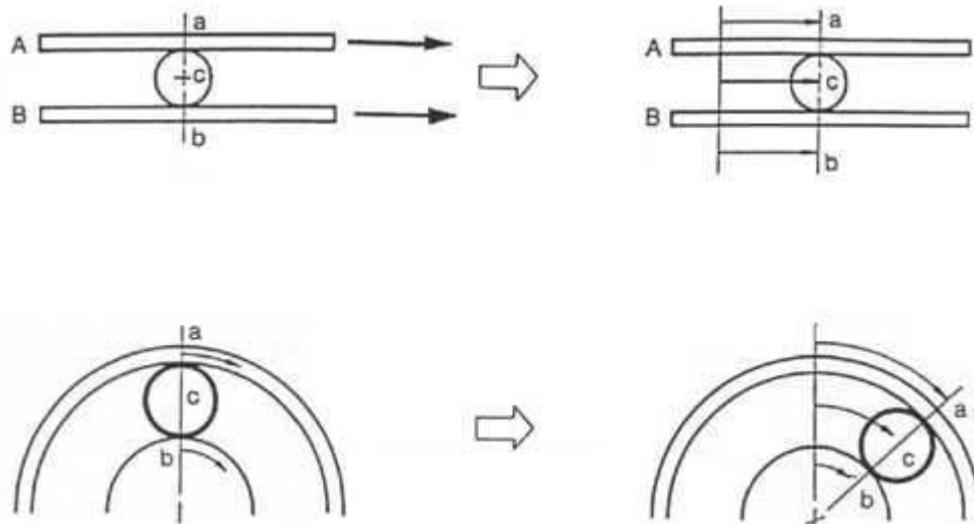


Рис. 10. Принцип 3-й передачи в АКП

Что произойдёт, если двигать доску А и доску В в одинаковом направлении и с одинаковой скоростью? Шарик С между досками не может двигаться самостоятельно, следовательно, он движется вместе с ними (рис. 10). Если в планетарном ряду эпицикл и солнечная шестерня вращаются в одинаковом направлении и с одинаковой скоростью, водило вращается в том же направлении и с той же скоростью. Такое соотношение скоростей данных элементов планетарного ряда осуществляется при включённой третьей (drive) передаче.

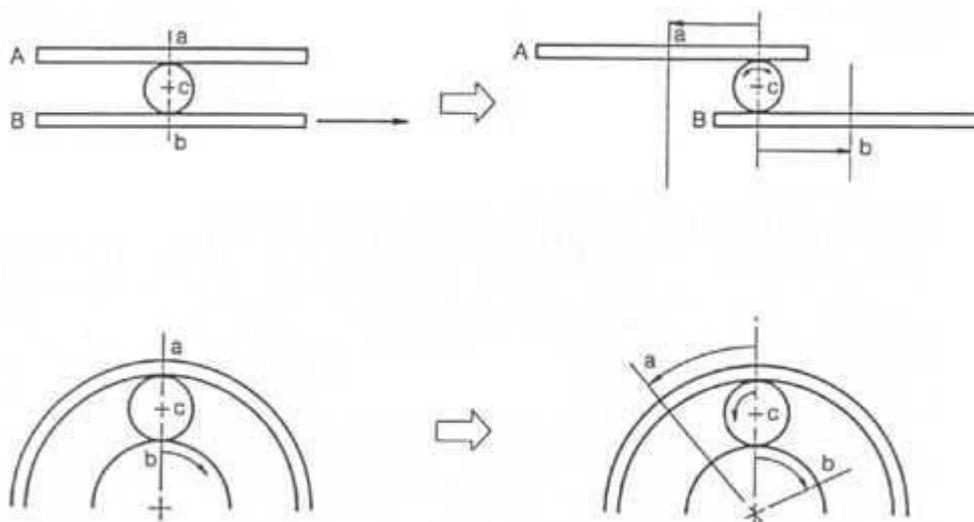


Рис. 11. Принцип задней передачи в АКП

Попробуем двигать доску В в направлении, показанном стрелкой (рис. 11). Шарик С остаётся неподвижным, вращаясь только вокруг своей оси. В этом случае доска А движется в направлении, противоположном направлению движения доски В. Применим эту ситуацию к планетарному ряду. Если водило зафиксировано и солнечная шестерня вращается по часовой стрелке (рис. 11), сателлиты вращаются и двигают эпицикл против часовой стрелки. В этом случае, если считать, что солнечная шестерня передаёт входной момент, а эпицикл - выходной, то применительно к автоматической трансмиссии получим передачу заднего хода (reverse gear).

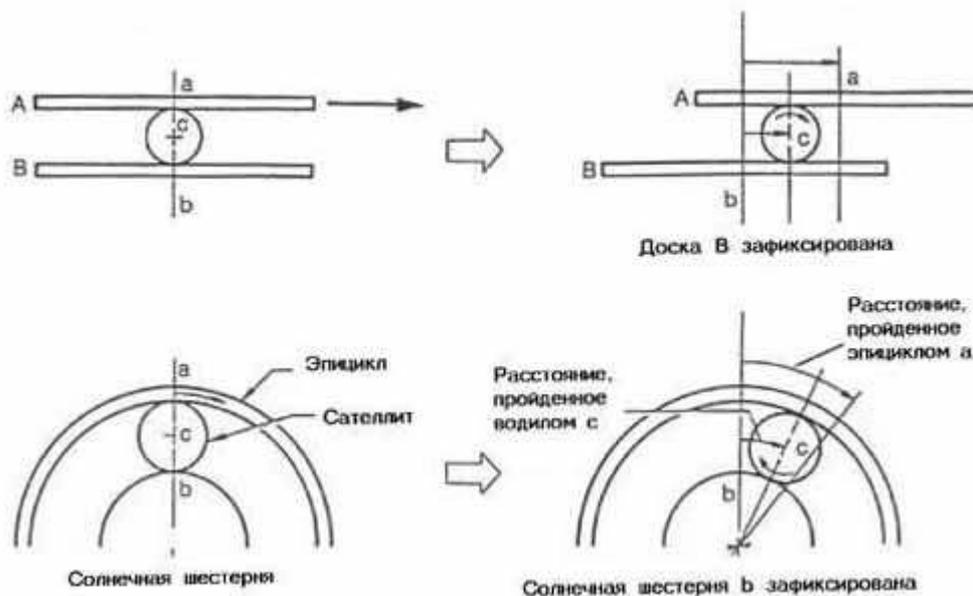


Рис. 12. Принцип 4-й передачи в АКП

Наконец зафиксируем доску В и будем двигать шарик С в направлении стрелки (рис. 12). Тогда доска А движется с большей скоростью и в том же направлении, что и шарик. Снова применим эту ситуацию к планетарному ряду. Если солнечная шестерня (доска В) заблокирована, а водило (шарик С) вращается по часовой стрелке (рис. 12), сателлиты вращаются в том же направлении вокруг солнечной шестерни. Скорость вращения эпицикла складывается из собственной скорости вращения сателлитов и скорости их вращения вокруг неподвижной солнечной шестерни. Другими словами, эпицикл вращается быстрее, чем водило. Такое соотношение в трансмиссии характерно для четвертой (overdrive) передачи.

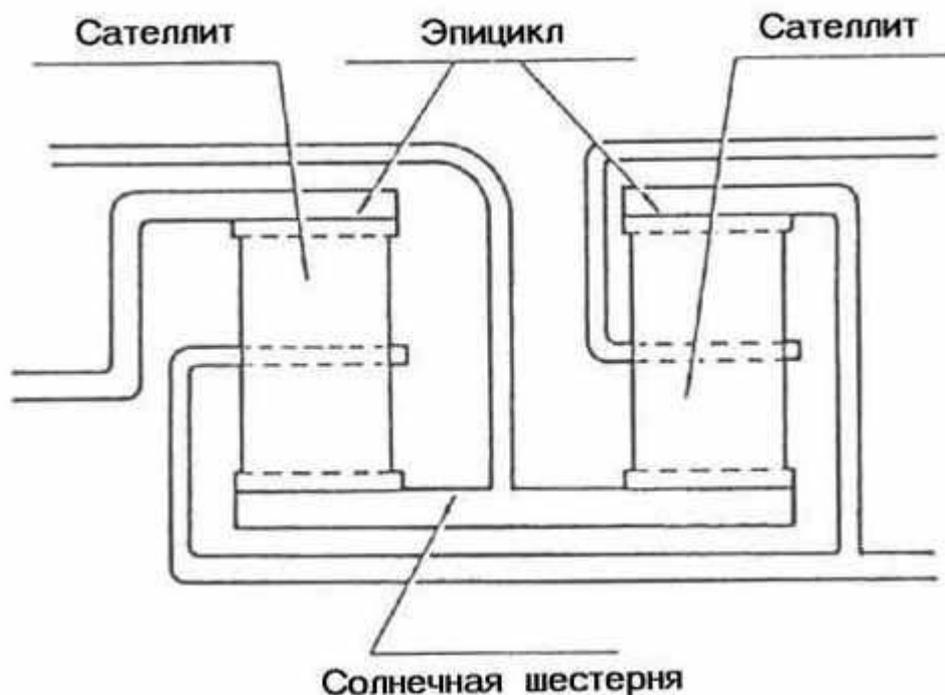


Схема планетарного ряда

Как правило, для переключения передач в 3 - скоростной автоматической трансмиссии используются 2 планетарных ряда, в 4 - скоростной - 3 планетарных ряда, но бывают и исключения, например, АКП AXOD (Ford).

4. О тормозах и фрикционах.

Рассмотрим механизмы, посредством которых осуществляется блокировка различных элементов планетарного ряда в АКП и, следовательно, включение (выключение) различных передач. Этими механизмами являются тормоза и фрикционы.

Тормоз - это механизм, посредством которого осуществляется блокировка элементов планетарного ряда на неподвижный корпус АКП.

Фрикцион - это механизм, посредством которого подвижные элементы планетарного ряда блокируются между собой.

1) Тормозная лента (brake band).

Тормозная лента служит для временной блокировки элементов планетарного ряда на корпус АКП. Несмотря на свои небольшие размеры, лента обладает весьма сильной удерживающей способностью. Подобно тормозным башмакам, она использует для блокировки эффект самозжата. Когда тормозная лента отпускается, толчок, возникающий при переключении передач, смягчается, поскольку элемент планетарного ряда, который удерживала лента, начинает вращаться в сторону, противоположную направлению приложения силы торможения ленты. Другими словами, когда лента отпускается, она стремится освободить себя быстрее.

Итак, перечислим основные достоинства тормозной ленты:

- несмотря на небольшой размер, она обладает большой удерживающей способностью;
- она подходит для блокировки вращающихся элементов планетарного ряда АКП на корпус АКП;
- она смягчает толчки и удары, возникающие при переключении передач.

Принцип действия тормозной ленты.

Один конец тормозной ленты крепится неподвижно на корпусе АКП, другой - к поршню сервопривода. Когда масло подаётся в полость включения сервопривода (рис.13), поршень сервопривода, передвигаясь под давлением масла (по рисунку влево), зажимает тормозную ленту, осуществляя тем самым блокировку элемента планетарного ряда. При подаче масла в полость отключения сервопривода давление масла в обеих полостях выравнивается, поршень сервопривода под действием возвратной пружины возвращается в исходное положение (вправо), тормозная лента высвобождается.

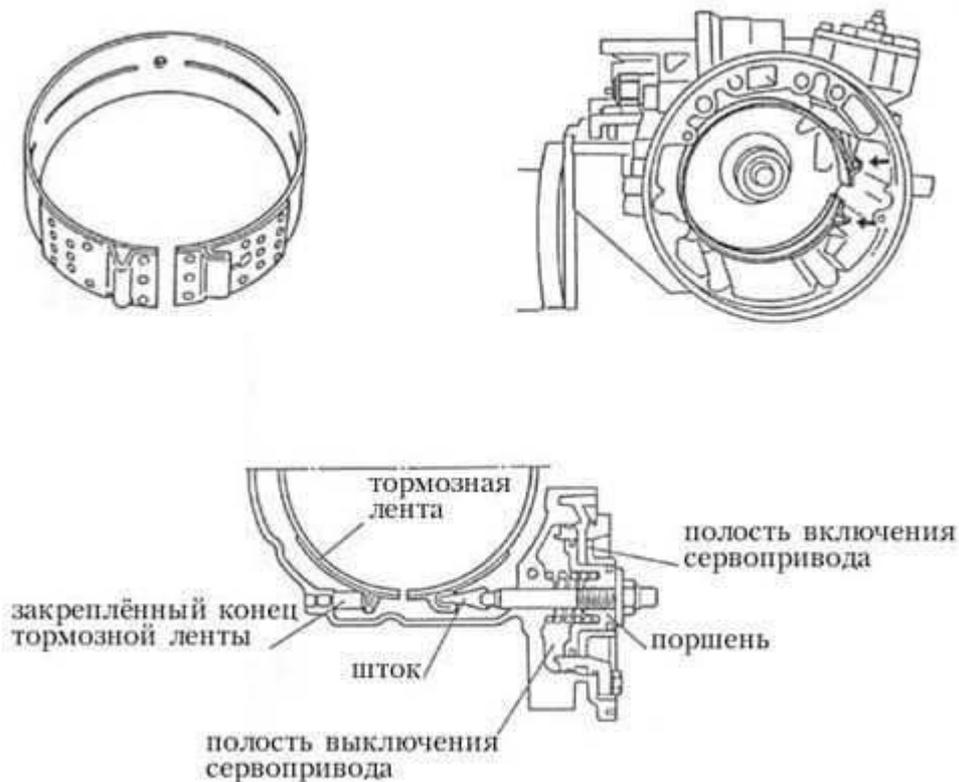


Рис. 13. Тормозная лента.

2) Система фрикционов (clutch system).

Целесообразность использования фрикционных дисков в автоматических трансмиссиях обусловлена их следующими преимуществами:

- способность выдерживать большие нагрузки;
- значительная степень свободы при их подборе (количество дисков можно увеличивать или уменьшать);
- нет необходимости в регулировке пакета фрикционов из-за износа дисков;
- способность прочного сцепления ведущих (drive plate) и ведомых (driven plate) дисков в пакете при больших скоростях вращения элементов планетарного ряда;
- хотя пакет фрикционов подвергается значительным нагрузкам, он не воздействует с такими же нагрузками на корпус АКП (в отличие от тормозной ленты, где большие нагрузки концентрируются в месте его крепления к корпусу АКП).

Принцип действия фрикционов.

Пакет фрикционов состоит из частей, показанных на рис. 14. Входной крутящий момент передаётся с барабана (drum) на ведущие диски. Ведомые диски поддерживаются втулкой (hub), которая передаёт выходной крутящий момент. Поршень (piston) приводится в действие давлением масла. Двигаясь под давлением масла вправо (по рисунку), поршень посредством конического диска (dished plate) плотно прижимает ведущие диски пакета к ведомым. Заставляя их вращаться как единое целое и осуществляя передачу крутящего момента от барабана к втулке. Как только давление масла падает, поршень под действием возвратной пружины (return spring) перемещается влево, ведущие и ведомые диски разжимаются, крутящий момент через пакет больше не передаётся.

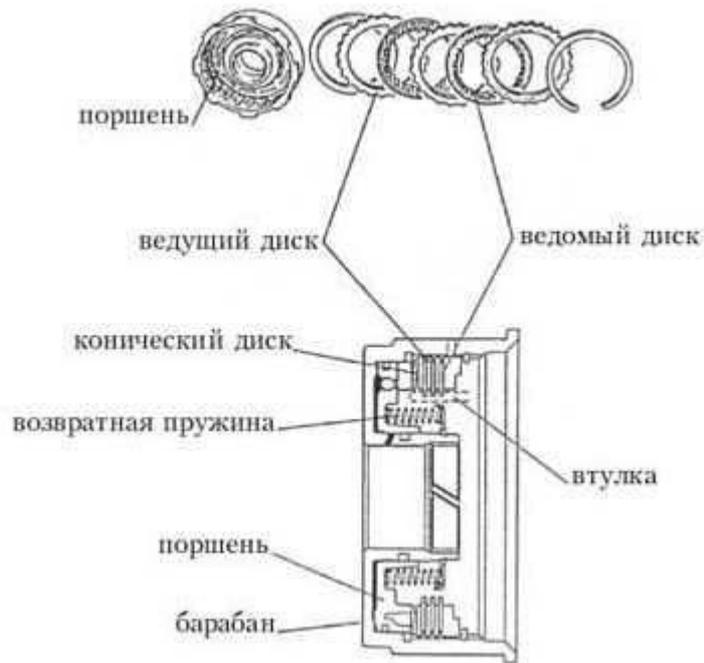


Рис. 14. Составные части фрикциона.

Даже когда фрикцион выключен, в барабане, который вращается с большой скоростью, масло, оставшееся между барабаном и втулкой, отбрасывается под действием центробежной силы к внутренней стенке барабана. Вследствие этого возникает остаточное давление масла, которое прикладывается к поршню, вынуждая его к перемещению и подвключению фрикциона. Это приводит к преждевременному износу дисков и прочим неприятностям. Существуют 2 метода устранения подобного явления (рис. 15).

Метод 1.

Используется контрольный шарик (check ball). Когда давления масла под поршнем нет (фрикцион выключен), центробежная сила вынуждает шарик переместиться со своего седла (по рисунку - влево), освобождая отверстие, через которое оставшееся в барабане масло вытекает из полости между поршнем и барабаном наружу. Когда в эту полость подаётся масло (фрикцион включается), его давление превышает центробежную силу и шарик под давлением масла возвращается на своё седло. Перекрывая отверстие для вытекания масла наружу.

Метод 2.

Масло из полости между поршнем и барабаном вытекает наружу через отверстие (orifice). Воздух в эту полость поступает через секцию с контрольным шариком, которая ближе к оси вращения барабана. При таком способе при включении фрикциона всегда будет небольшая утечка масла. Но, поскольку масляный насос поддерживает постоянное давление масла в гидравлической системе, такая утечка не является проблемой.

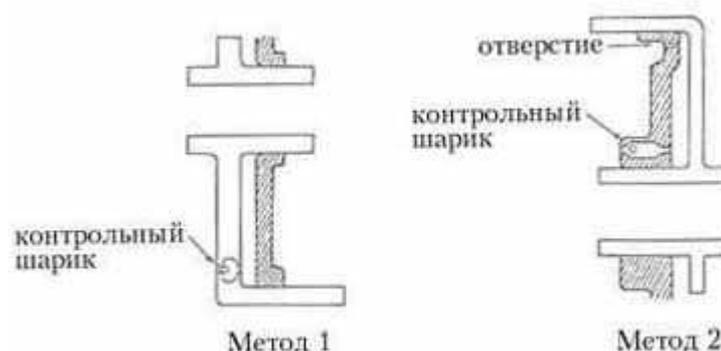


Рис. 15. Методы устранения подключения выключенного фрикциона.

3) Обгонная муфта (one - way clutch).

Обгонная муфта может вращаться лишь в одном направлении. Она состоит из подвижного внутреннего кольца (inner race), зафиксированного наружного кольца (outer race) и кулачков (рис.16).

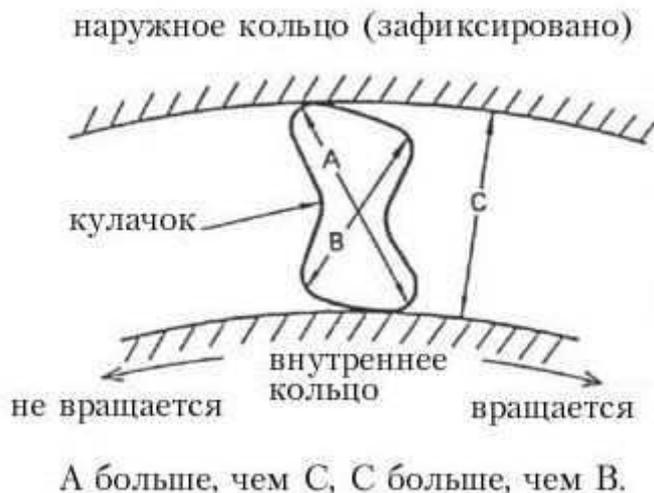


Рис. 16. Обгонная муфта.

Принцип действия.

Когда внутреннее кольцо вращается по часовой стрелке, оно проскальзывает через кулачок (см. рис. 16). Когда же внутреннее кольцо пытается вращаться против часовой стрелки, оно поднимает кулачок и он, заклиниваясь, не даёт кольцу возможности вращаться в этом направлении.

5. Гидравлическая система автоматической трансмиссии.

В отличие от шестерёнчатого насоса, производительность которого зависит от числа оборотов двигателя, производительность лопастного насоса возрастает пропорционально числу оборотов двигателя лишь до определённой величины этих оборотов. По достижении двигателем таких оборотов количество масла, перекачиваемое лопастным насосом, больше не растёт, а составляет определённую постоянную величину (рис. 17), то есть линейное давление в гидравлической системе трансмиссии будет постоянным. Это уменьшает потери мощности в системе, возникающие при перекачке большего, чем необходимо, количества масла.



Рис. 17

Принцип действия лопастного масляного насоса переменной производительности заключается в следующем. Когда обороты двигателя невелики, золотник насоса находится в положении, показанном на рис. 18а и 18б, и количество перекачиваемого насосом масла увеличивается пропорционально росту числа оборотов двигателя. При достижении определённой величины оборотов двигателя давление P преодолевает давление P_1 , пружина (spring) 2 сжимается и золотник движется, как показано на рис. 18в и 18г. В этой позиции золотника масло перетекает из канала а в канал b и далее в канал контроля количества масла

(volume control passage), откуда направляется в камеру переменного объема (variable chamber) насоса. Кулачок (cam ring) эксцентрика под воздействием возросшего давления масла в камере поворачивается на ролике (pivot roller), сжимая пружину (spring) 1 и уменьшая величину эксцентриситета насоса. Следовательно, производительность насоса уменьшается, соответственно, уменьшается давление масла в магистрали.

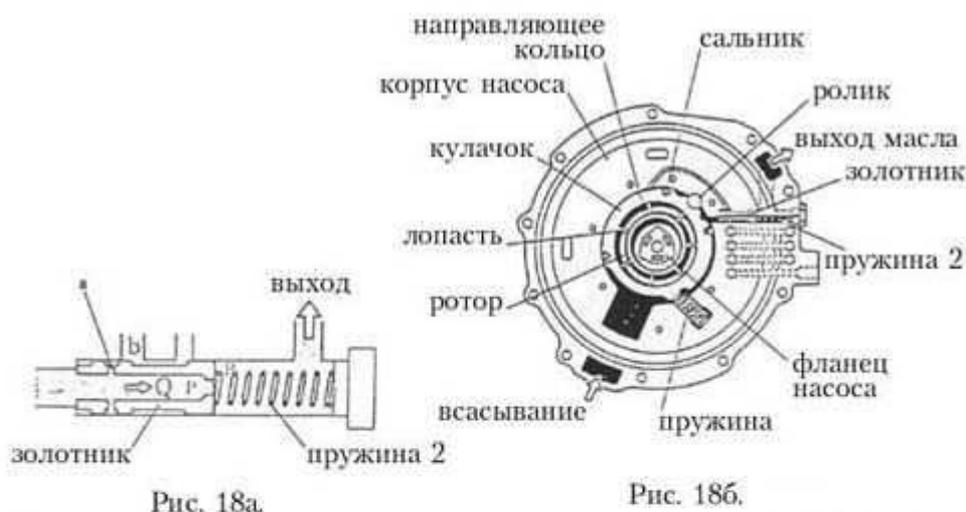


Рис. 18а.

Рис. 18б.

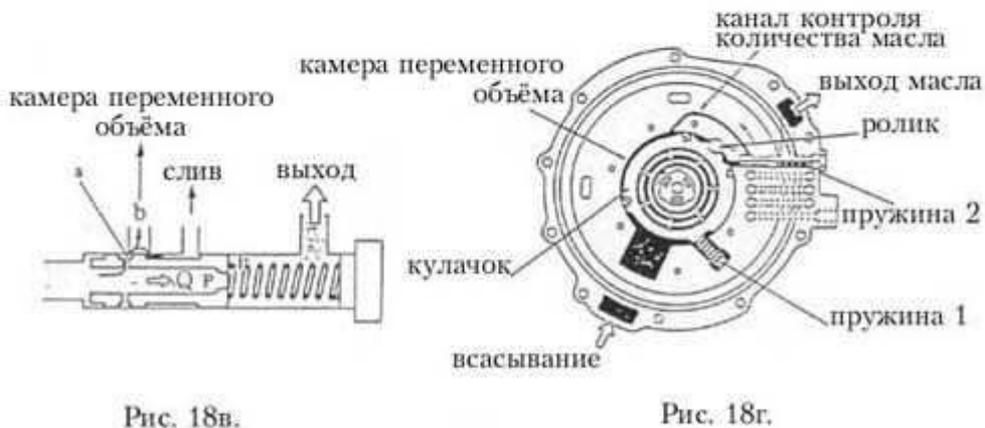


Рис. 18в.

Рис. 18г.

При работе масляного насоса масло закачивается из масляного поддона (oil pan) в каналы масляной магистрали. Слив избыточного масла в поддон через каналы А и В перекрыт золотником масляного клапана (рис. 19). Золотник удерживается в таком положении пружиной, когда количество перекачиваемого масла невелико. При увеличении числа оборотов двигателя и, следовательно, масляного насоса, количество масла, проходящего через клапан регулировки давления, увеличивается. Давление в полости С клапана увеличивается, вынуждая золотник перемещаться вниз (по рисунку), открывая канал для слива избыточного количества масла из полости А в полость В и далее в поддон. Таким образом, поддерживается постоянное давление масла, называемое линейным давлением. Масло под таким давлением подается также в ГТ.



рис. 19. Клапан регулирования линейного давления масла.

3) Дроссельный клапан (throttle valve).

В целях обеспечения комфортного вождения автомобиля необходимо обеспечить правильное соотношение линейного давления масла и нагрузки на двигатель. Это соотношение регулирует дроссельный клапан. Дроссельный клапан регулирует линейное давление, которое подаётся на клапаны переключения передач и балансируется в них давлением, создаваемым центробежным регулятором (governor-ом). В общем, дроссельный клапан связан с дроссельной заслонкой двигателя и предназначен для определения нагрузки на двигатель и создания соответствующего этой нагрузке давления масла в гидравлической системе.

Существуют 2 типа дроссельных клапанов:

- вакуумный;
- механически соединённый с педалью акселератора (газа).

Рассмотрим вкратце каждый из этих типов.

Вакуумный дроссельный клапан (vacuum throttle valve) осуществляет свои функции через вакуумную диафрагму и шток. Разрежение, создаваемое при работе двигателя в его впускном коллекторе, напрямую прикладывается к диафрагме дроссельного клапана. Степень разрежения обратно пропорциональна величине угла открытия дроссельной заслонки двигателя. Принцип действия вакуумного дроссельного клапана таков.

Шток клапана прижимается вниз силой F_s , которая возникает вследствие разницы силы пружины и силы разрежения, приложенной к диафрагме (рис. 20). Сила F_s уравновешена силой давления масла F_t , направленной вверх. Канал поступления дополнительного количества масла от масляного насоса перекрыт. При нажатии на педаль газа дроссельная заслонка открывается, разрежение во впускном коллекторе двигателя уменьшается, соответственно, увеличивается сила F_s , которая, преодолевая силу давления масла F_t , перемещает шток дросселя вниз, открывая проход для дополнительного количества масла от масляного насоса. Давление на выходе дроссельного клапана увеличивается.



Рис. 20. Вакуумная диафрагма.

Механический дроссельный клапан (mechanical throttle valve).

Принцип действия.

При нажатии на педаль газа механически связанный с ней кулачок дроссельного клапана, поворачиваясь, передвигает вправо плунжер, который, в свою очередь, сжимает пружину А. Под действием пружины А золотник также перемещается вправо, открывая канал 7 поступления масла от магистрали (линейное давление). Линейное давление, поступающее через канал 7, поступает и на выход 20 дросселя (рис. 21а). Так как давление масла в клапане увеличивается, золотник под этим давлением перемещается влево, сжимает пружину А и перекрывает канал 7 (рис. 21б). Давление в канале 20 дросселя падает. Как только давление в канале 20 упадет до определённой величины, золотник снова перемещается вправо пружиной А, открывая канал 7 поступления линейного давления масла. Таким образом, дроссельный клапан регулирует давление постоянным перемещением золотника вправо - влево под воздействием давления масла и пружины А. Сила пружины А зависит от степени нажатия педали газа, то есть в нашем случае от угла поворота кулачка. Когда кулачок поворачивается на больший угол, пружина А сжимается плунжером клапана сильнее, поэтому и сила её возрастает, соответственно потребуются большее давление в

канале 20 дросселя, чтобы преодолеть силу пружины А и переместить золотник клапана. В результате, пружина А создаёт баланс между педалью газа и давлением на выходе дроссельного клапана.

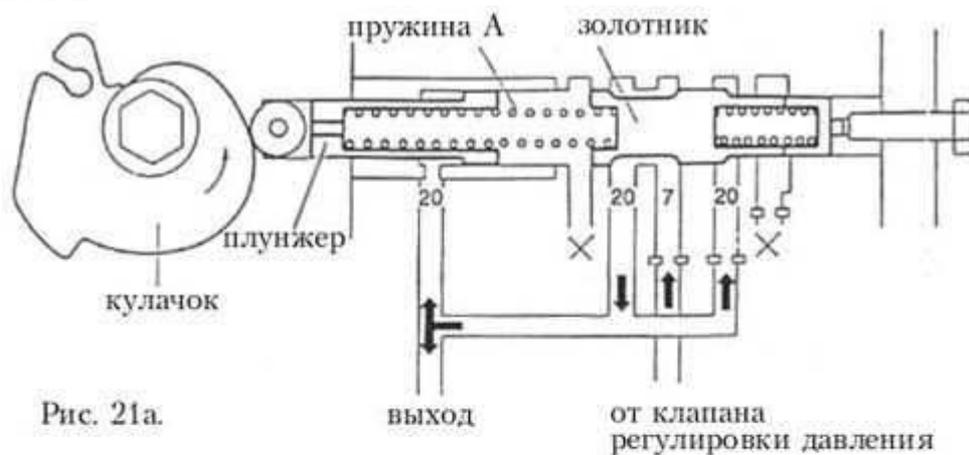


Рис. 21а.



Рис. 21б.

Рис. 21. Механический дроссельный клапан.

4) Центробежный регулятор (governor), давление регулятора (governor pressure).

Давление центробежного регулятора - это давление масла, которое зависит от скорости автомобиля. Регулятор посылает сигналы в виде различных значений давления масла на клапаны переключения передач (1 - 2, 2 - 3, 3 - 4) для их автоматического включения (выключения).

Существуют 2 типа регуляторов.

Тип А (рис. 22).

Масло, проходя через центр вала в узле регулятора, передвигает золотник по направлению к валу, открывая канал слива масла. Золотник в регуляторе выполняет 2 функции - выступает как элемент, распределяющий потоки масла, и как груз, который может перемещаться под действием центробежной силы. Как только скорость вращения регулятора увеличивается, центробежная сила, возникающая в нём, заставляет золотник перемещаться от вала и закрывать канал слива масла. Давление масла в канале А возрастает

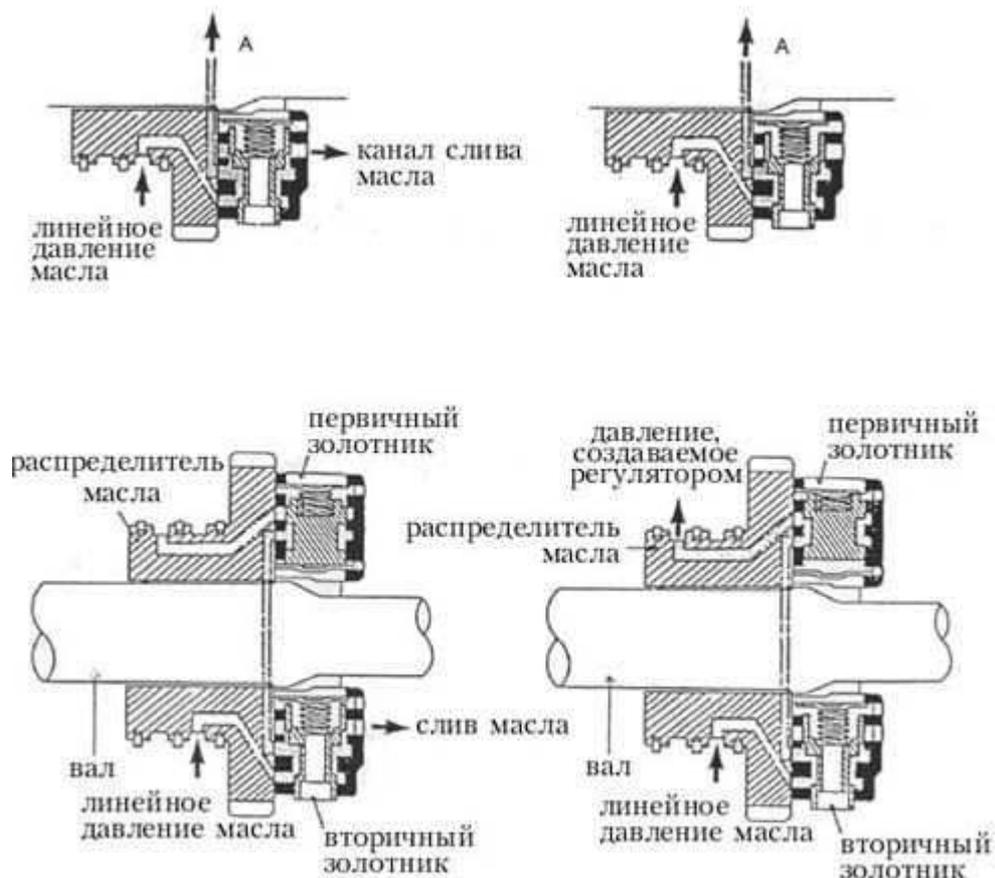


Рис. 22. Центробежный регулятор типа А.

Чувствительность регулятора достаточна при высокой скорости автомобиля, но недостаточна при низкой. Поэтому в регуляторе устанавливаются 2 золотника (груза) - первичный и вторичный. Более тяжёлый первичный золотник работает при малых скоростях автомобиля. При достижении автомобилем определённой скорости первичный золотник становится неэффективным и в работу вступает вторичный золотник. Это даёт возможность регулировать давление регулятора почти в прямой зависимости от скорости автомобиля, будь она низкой или высокой. График зависимости давления, создаваемого центробежным регулятором, от скорости автомобиля показан на рис. 23б.



Рис. 23б.

Тип В (рис. 23а). Клапан регулятора создаёт своё давление от линейного давления.

1 - я ступень регулирования.

Когда скорость автомобиля невелика, основной и вспомогательный грузы, поднимаясь под действием центробежной силы в направлении стрелки, надавливают на золотник и он перемещается вниз, перекрывая канал слива масла и открывая канал для линейного давления масла. Давление на выходе регулятора быстро увеличивается до тех пор, пока первичный груз не упрётся в ограничитель.

2 -я ступень регулирования.

При высокой скорости автомобиля передвигается только вторичный груз. Величина перемещения золотника при этом меньше, соответственно, давление регулятора возрастает медленнее.

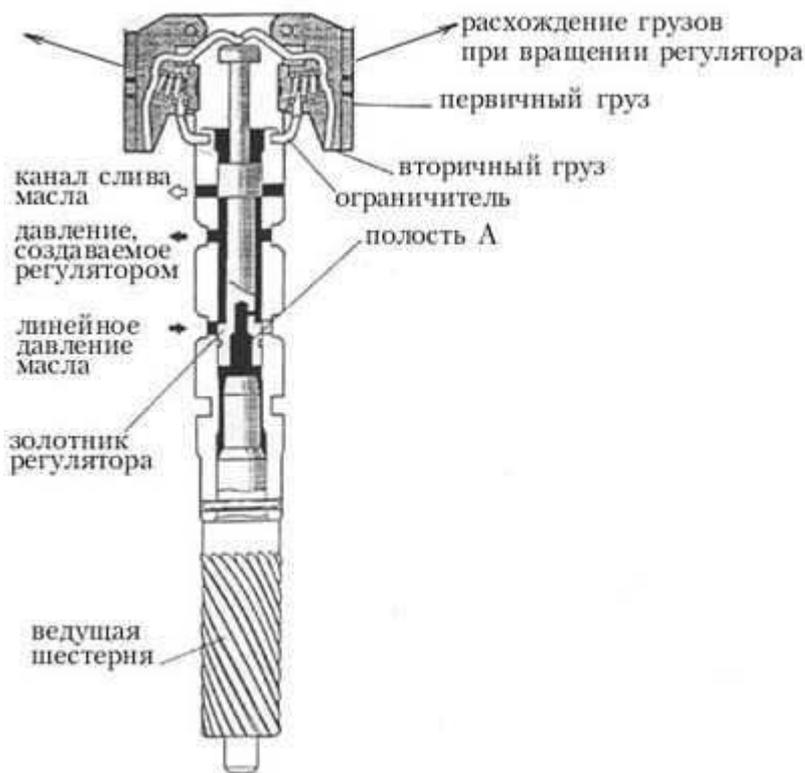


Рис. 23а. Центробежный регулятор типа В.

Ручной клапан предназначен для реализации команд, поступающих непосредственно от водителя: ехать вперёд, назад или парковать машину. Для передачи своих команд в трансмиссию водитель использует рычаг переключения передач, который в нашем примере может быть установлен в следующие позиции: P, R, N, D, 2 и 1 (рис. 24).



Рис. 24. Ручной клапан.

Рычаг переключения передач механически связан с ручным клапаном. В свою очередь, ручной клапан направляет масло в определённые каналы гидравлической системы трансмиссии, соответствующие каждому положению рычага переключения передач. Давление масла, которое проходит через ручной клапан, является линейным давлением и регулируется клапаном регулировки давления масла.

Что происходит с автомобилем при различных положениях рычага переключения передач?

P (Park). Трансмиссия в нейтральном положении, выходной вал механически зафиксирован. Двигатель может быть запущен.

R (Reverse). Осуществляется движение автомобиля задним ходом.

N (Neutral). Трансмиссия в нейтральном положении. Двигатель может быть запущен.

D (Drive). Движение вперёд на 1 - ой, 2 - ой, 3 - ей передачах (при 3 - скоростной АКП).

O (Overdrive). Движение вперёд на 1 - ой, 2 - ой, 3 - ей и 4 - ой передачах (при 4 - скоростной АКП).

2 (Second). Движение вперёд, зафиксированное на 2 - ой передаче.

1 (Low). Движение вперёд, на 1 - ой передаче.

В большинстве АКП клапан регулировки линейного давления масла и ручной клапан находятся в одном узле - клапанном устройстве (valve body).

6. Осуществление автоматического переключения передач в АКП.

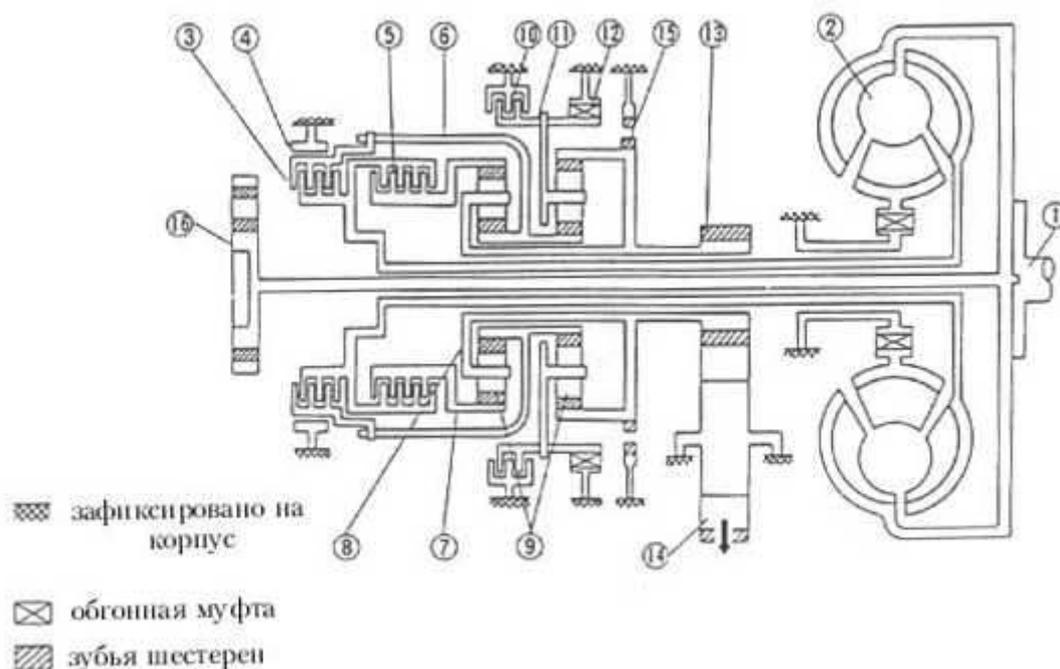


Рис. 25.

- | | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|
| 1. Маховик двигателя. | 5. Задний фрикцион. | 9. Сателлит. | 13. Выходная шестерня. |
| 2. Гидротрансформатор. | 6. Соединительный элемент. | 10. Тормоза заднего хода и пониженной передачи. | 14. Шестерня холостого хода. |
| 3. Передний фрикцион. | 7. Эпицикл. | 11. Водило (заднее). | 15. Парковочная шестерня. |
| 4. Тормозная лента. | 8. Водило (переднее). | 12. Обгонная муфта. | 16. Масляный насос. |

В таблице, приведенной ниже, показано, какие в общем случае тормоза и фрикционы задействуются при выборе определённого положения ручного клапана, при включении различных скоростей, а также передаточное отношение в

трансмиссии при включении разных передач (задействованные элементы отмечены знаком " + "):

Положение ручного клапана и включён- ные передачи		Передаточ- ное отношение в трансмис- сии	Фрикцион		Тормоз пониженной и передачи заднего хода	Сервопривод тормозной ленты		Обгонная муфта
			передний	задний		включен	выключен	
P		-			+			
R		2,400	+		+		+	
N		-						
D	1	2,841		+				+
	2	1,541		+		+		
	3	1,000	+	+			+	
2		1,541		+		+		
1	2	1,541		+		+		
	1	2,841		+	+			

Теперь рассмотрим на общем примере вкратце работу гидравлической системы трансмиссии при включении различных передач.

Положение D (1 - я передача).

При выборе водителем положения D ручного клапана линейное давление масла, нагнетаемое масляным насосом, подаётся от линии 7 в линию 1 (рис. 26) и прикладывается к заднему фрикциону, включая его. Включённый задний фрикцион и обгонная муфта обеспечивают блокировку элементов планетарного ряда, необходимых для включения данной передачи.

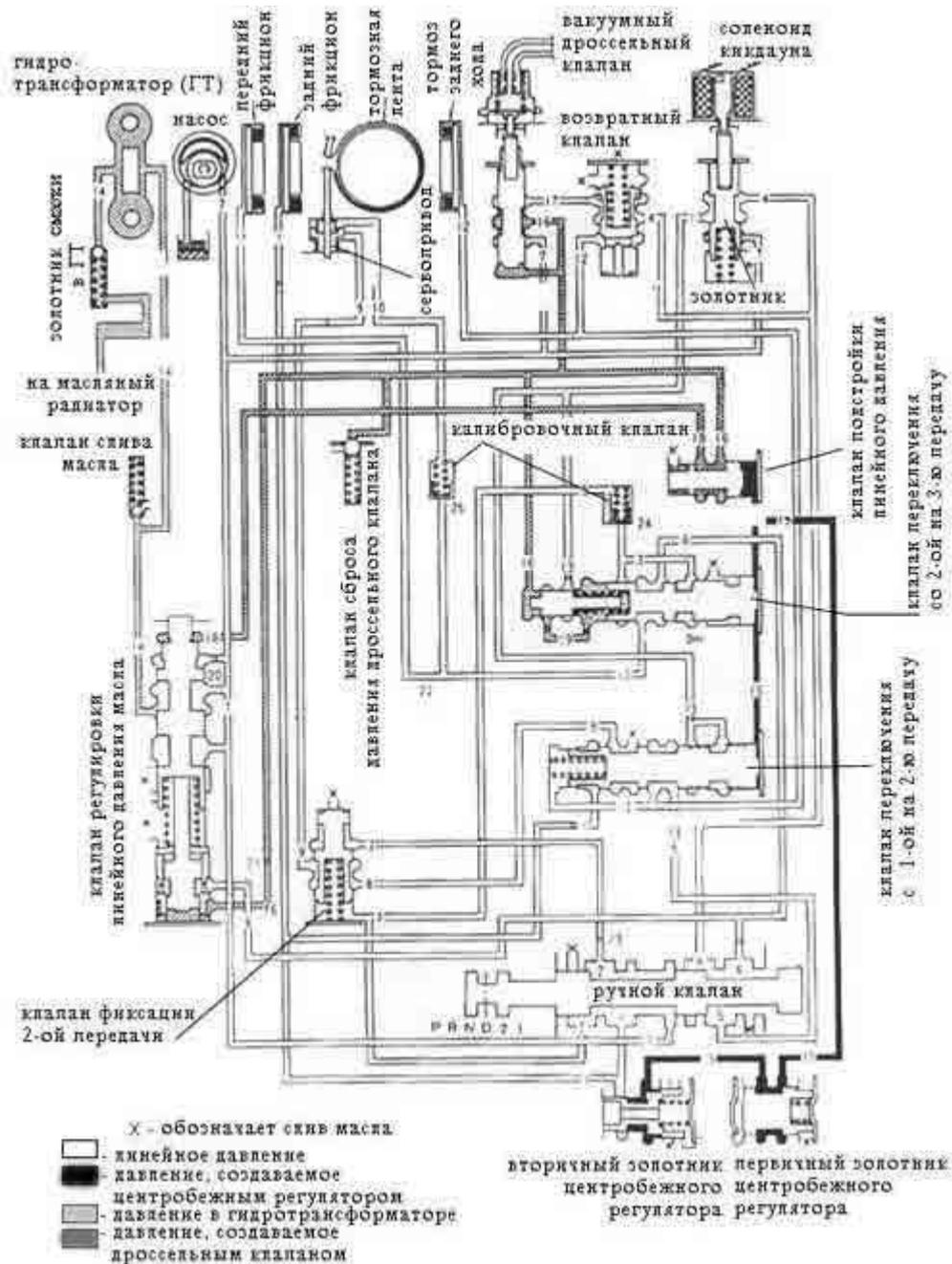


Рис. 26. Работа гидравлической системы автоматической трансмиссии при включении 1-й передачи.

Положение D (2 - я передача).

Когда скорость автомобиля увеличивается, увеличивается давление, создаваемое регулятором, что приводит к включению клапана переключения 1 - 2 передачи. При включении этого клапана линейное давление от линии 1 (рис. 27) через линии 8 и 9 подаётся в полость включения сервопривода тормозной ленты. При зажатии тормозной ленты соединительный элемент блокируется на корпус АКП.

скоростной АКП таких клапанов 2: переключения с 1 - ой на 2 - ю и переключения со 2 - ой на 3 - ю передачу. В 4 - скоростной АКП к упомянутым двум клапанам добавляется третий: переключения с 3 - й на 4 - ю передачу. Рассмотрим принцип действия клапана переключения передач.

Предположим, что дроссельная заслонка двигателя открыта на определённый угол и автомобиль движется на низкой передаче. При этой передаче суммарная составляющая силы пружины F_a , давления, создаваемого дроссельным клапаном F_b и линейного давления F_c , прикладываемых к золотнику клапана переключения передач, вынуждает его перемещаться вправо (рис.29). При увеличении скорости автомобиля пропорционально увеличивается давление F_d , создаваемое центробежным регулятором, которое, преодолевая суммарное воздействие сил F_a , F_b и F_c , вынуждает золотник перемещаться влево. При определённой величине давления F_d золотник переместится влево настолько, что откроется канал, через который линейное давление масла поступит к исполнительным механизмам (тормозам и фрикционам), включающим следующую повышенную передачу. Как только скорость автомобиля уменьшится, давление F_d , создаваемое центробежным регулятором, также уменьшится и золотник клапана под действием сил F_a , F_b и F_c снова переместится вправо, перекрывая канал для линейного давления масла. Повышенная передача выключится.

При торможении автомобиль переходит на пониженную передачу на скорости, которая примерно на 5 км/ч меньше скорости перехода от данной пониженной передачи на следующую повышенную. Это улучшает управляемость автомобилем и снижает расход топлива.

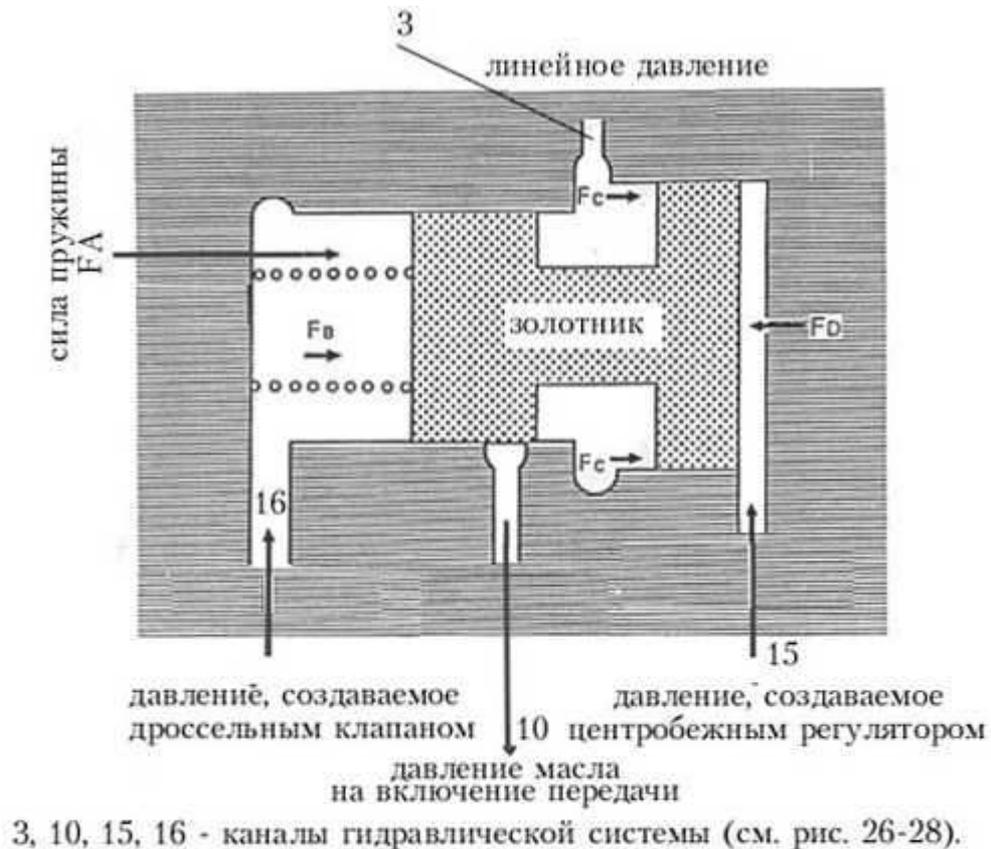


Рис. 29. Принцип действия клапана переключения передач.

7. Механизмы подстройки давления в гидравлической системе автоматической трансмиссии.

1) Клапан подстройки линейного давления масла (pressure modifier valve).

Крутящий момент, передаваемый фрикционами трансмиссии при разгоне автомобиля, отличается от момента, передаваемого при движении с постоянной скоростью. Давление масла, необходимое для включения фрикциона при постоянной скорости автомобиля, меньше давления, необходимого для включения фрикциона при разгоне автомобиля.

Для создания необходимого давления в гидравлической системе используется клапан подстройки линейного давления (рис.30), подстраивающий линейное давление до нужной величины. Когда давление 15, создаваемое центробежным регулятором и

воздействующее на правую сторону золотника клапана подстройки давления, невелико, давление 16, создаваемое дроссельным клапаном плюс сила пружины, вынуждает золотник клапана подстройки перемещаться вправо. В результате, проход масла из магистрали 16 (давление дроссельного клапана) в магистраль 18 (линейное давление) перекрыт. С увеличением скорости автомобиля увеличивается давление 15 центробежного регулятора. Давление 15 преодолевает давление 16 дроссельного клапана и силу пружины и перемещает золотник клапана подстройки давления влево. Давление 16 поступает в магистраль 18 и, воздействуя на верхнюю часть клапана регулировки давления масла, уменьшает линейное давление масла 7.

Как только скорость автомобиля и давление 15 центробежного регулятора уменьшаются, сила пружины и давление 16 дроссельного клапана преодолевают давление 15 и золотник клапана подстройки давления масла снова перемещается вправо. Масло, создающее давление 18 дроссельного клапана, идёт на слив через секцию пружины. Итак, золотник клапана подстройки линейного давления перемещается только тогда, когда давление центробежного регулятора больше давления дроссельного клапана.



Рис. 30.

2) Аккумулятор (accumulator).

Поршень аккумулятора уменьшает удары при переключении передач, когда включаются фрикционы или тормозная лента. Обычно линейное давление воздействует на удерживающую сторону поршня, вынуждая его прижиматься вниз (рис. 31). Когда линейное давление прикладывается к упомянутым фрикционам и тормозу, оно одновременно воздействует на рабочую поверхность поршня, вынуждая его подниматься вверх. Часть энергии масла при этом теряется, что и смягчает удары при переключении передач.

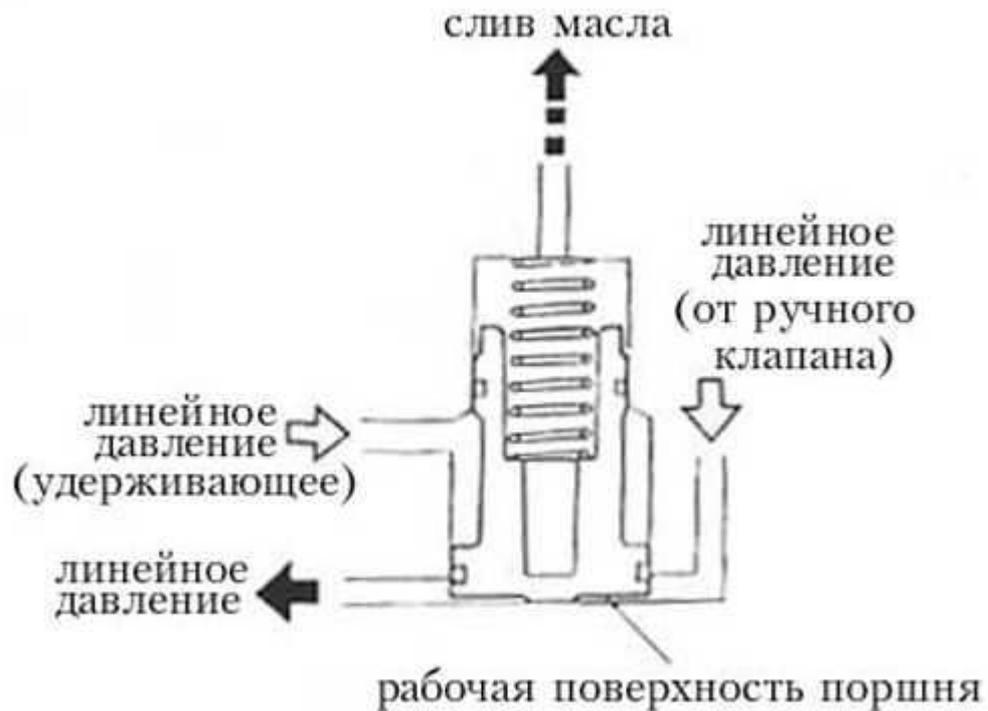


Рис. 31. Принцип действия.

3) Соленоид кикдауна (kickdown solenoid).

Соленоид кикдауна приводится в действие при резком нажатии водителем педали газа. Когда водитель быстро и полностью нажимает на педаль газа, переключатель соленоида замыкается ею (рис. 32). Напряжение подаётся на соленоид, благодаря чему шток соленоида выдвигается наружу, открывая так называемый клапан кикдауна. Линейное давление 7 подаётся в линию 13 и включает клапаны переключения 1 - 2 и 2 - 3 передач. При отпуске педали соленоид обесточивается и в таком состоянии шток соленоида и клапан кикдауна удерживаются пружиной таким образом, что проход между линиями 4 и 13 открыт, а между линиями 7 и 13 закрыт (см. рис. 28). Линейное давление 4 в этом случае через канал 13 подаётся на клапаны переключения 1 - 2 и 2 - 3 передачи, где оно преодолевает давление 15 центробежного регулятора. В результате в АКП происходит переключение с высшей передачи на низшую (см. принцип работы клапана переключения передач в разделе "Переключение передач в АКП").

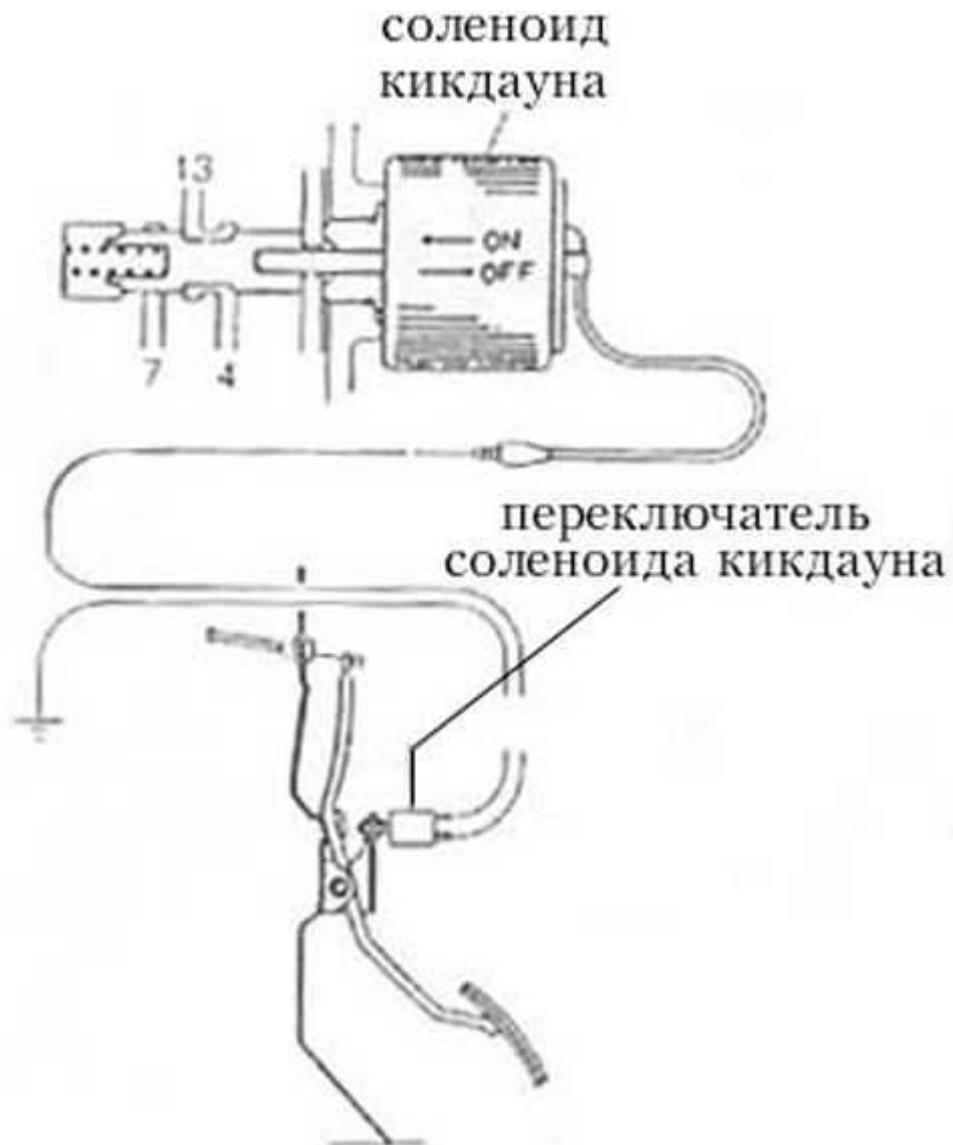


Рис. 32. Соленоид кикдауна.

8. Дополнительные механизмы в АКП.

1) Переключатель блокировки зажигания (inhibitor switch).

Переключатель блокировки зажигания (рис. 33) механически связан с рычагом переключения передач и является частью электрической цепи включения стартера двигателя автомобиля. В целях безопасности он препятствует запуску стартера и, соответственно, двигателя, когда рычаг переключения передач не стоит в положении Р (паркинг) или N (нейтраль). Данный переключатель также используется для включения задних фонарей автомобиля, свидетельствующих о его торможении.

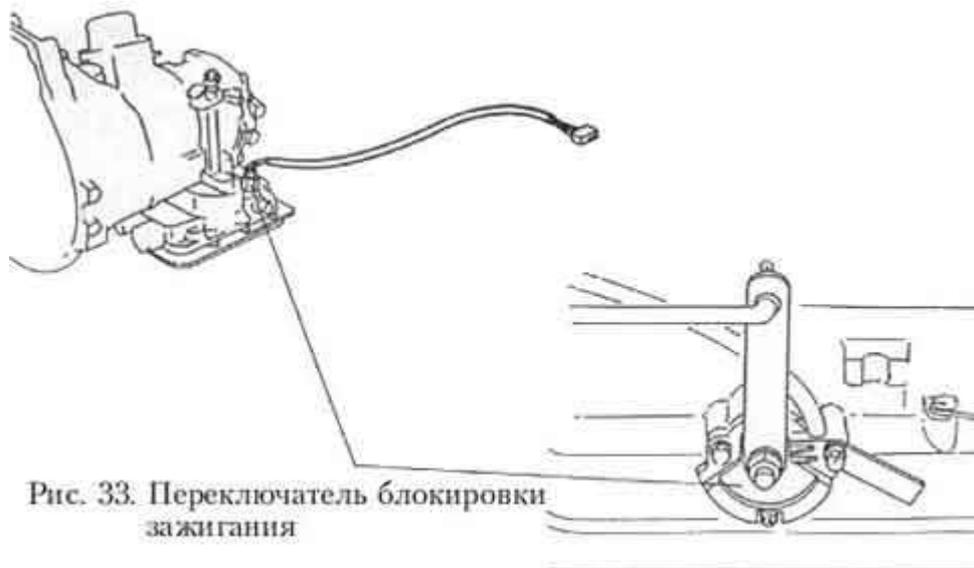


Рис. 33. Переключатель блокировки зажигания

2) Парковочный механизм (parking mechanism).

АКП в целях предотвращения скатывания автомобиля при его парковке.

Принцип действия.

При установке рычага переключения передач в положение Р ручной вал (manual shaft) и пластина (plate), поворачиваясь в направлении стрелки, передвигают шток (rod) блокировки через вспомогательный рычаг (parking assist lever) в направлении, показанном на рис. 34. Шток воздействует на кулачок (cam), который толкает парковочный упор (parking pawl) вверх и упор входит в зацепление с парковочной шестерней (parking gear) АКП.

Во всех других положениях рычага переключения передач, кроме Р, парковочный упор удерживается от зацепления с парковочной шестерней возвратной пружиной (return spring).



Рис. 34. Парковочный механизм.

9. Особенности автоматической трансмиссии с электронными средствами управления и контроля (ЭУ - трансмиссия).

Общая схема автоматической трансмиссии с электронными средствами управления и контроля приведена на рис. 35.

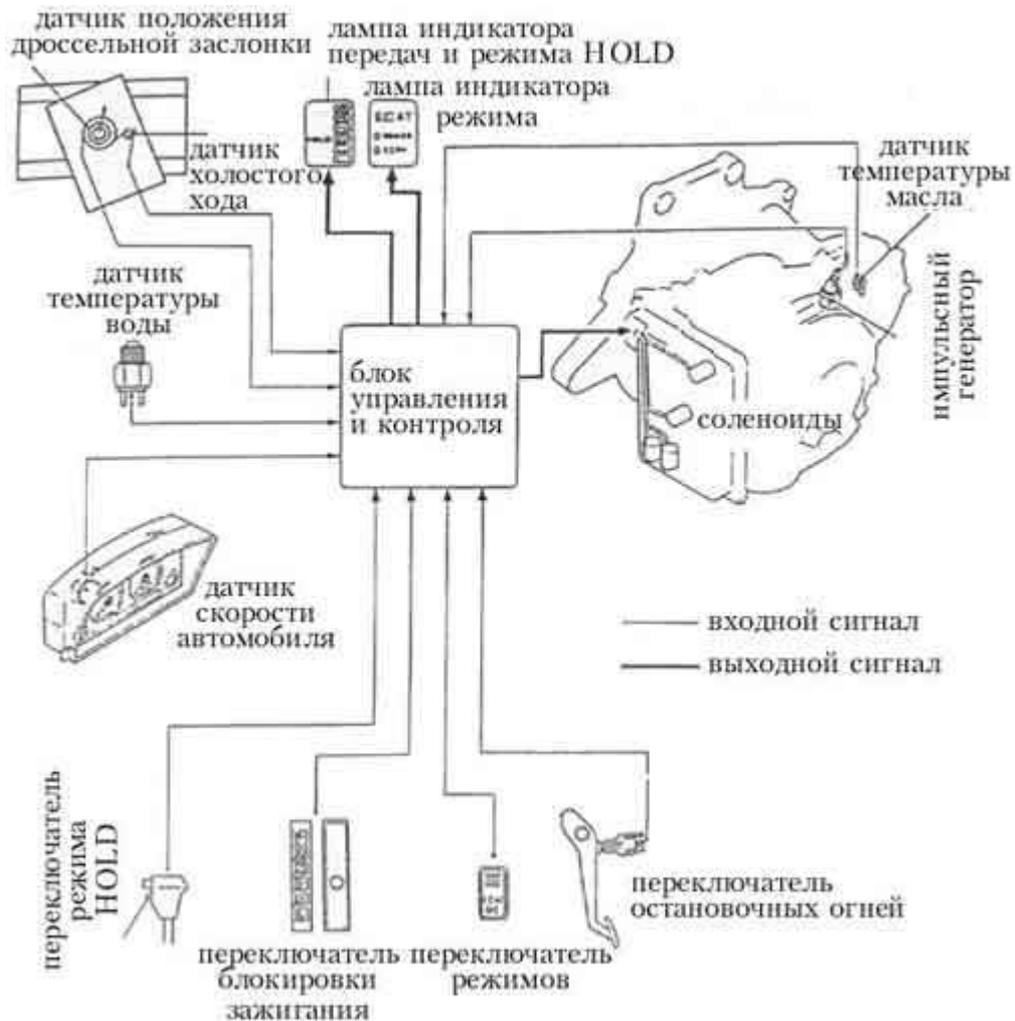
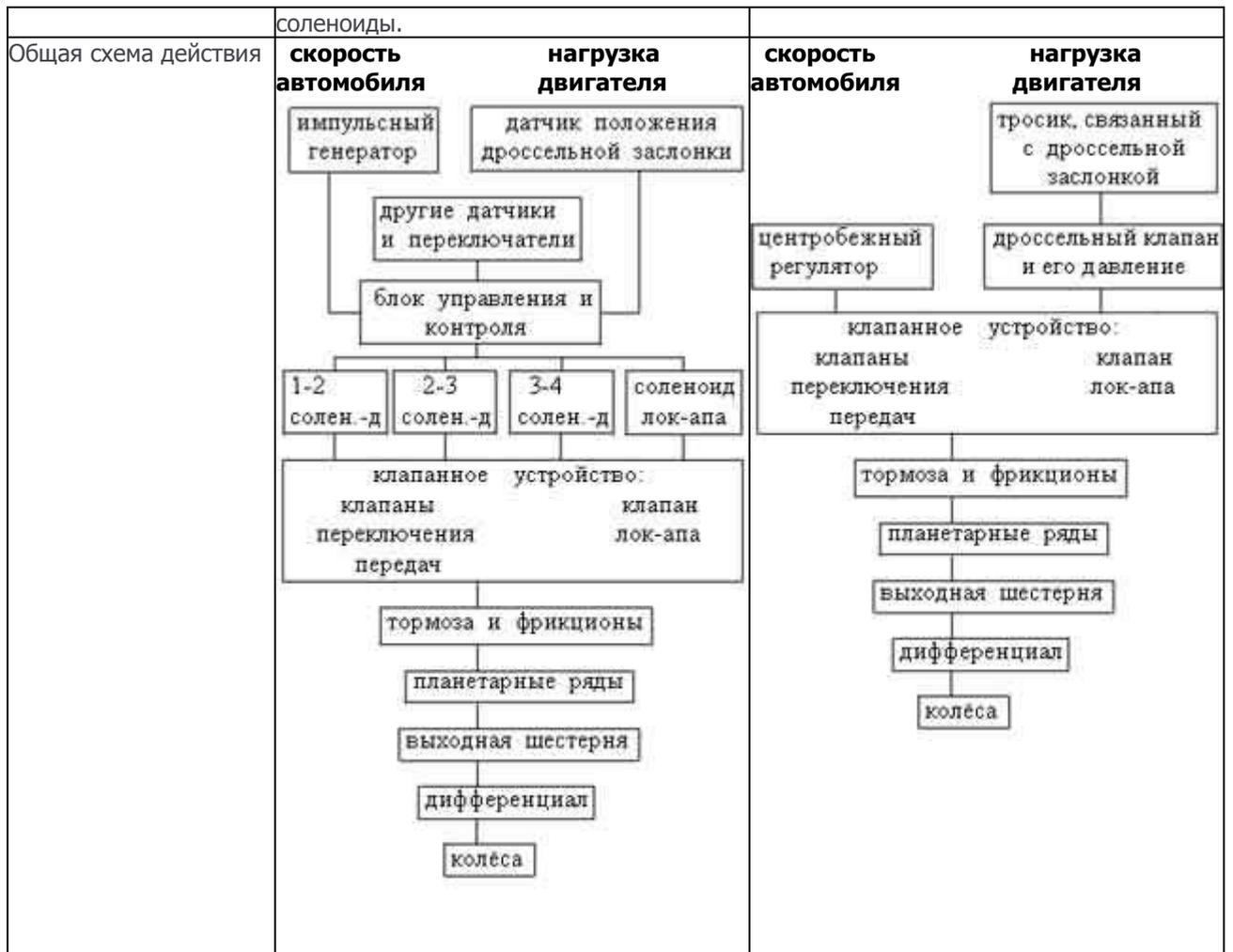


Рис. 35. Схема электроннуправляемой автоматической трансмиссии.

Основные различия между гидравлически- и электроннуправляемыми трансмиссиями приведены ниже:

Операция	Электроннуправляемая трансмиссия	Гидравлически управляемая трансмиссия
Определение скорости автомобиля	Величина скорости автомобиля преобразуется в электрические сигналы импульсным генератором.	Скорости автомобиля соответствует определённое давление, создаваемое центробежным регулятором.
Определение степени открытия дроссельного клапана	Степень открытия дроссельного клапана определяет датчик положения дроссельной заслонки двигателя	Степени открытия дроссельного клапана соответствует давление, создаваемое этим клапаном
Переключение передач	Блок управления и контроля определяет необходимость в переключении передач на основе электрических сигналов, поступающих от импульсного генератора, датчика положения дроссельной заслонки двигателя и т. д. Для осуществления переключения электрические сигналы из блока посылаются на различные	Клапаны переключения передач приводятся в действие совокупностью различных значений давления масла в гидравлической системе трансмиссии (линейного, давления дроссельного клапана, давления центробежного регулятора).



ЭУ- трансмиссия может работать в 3-х режимах: ECONOMY, POWER и HOLD, которые выбираются водителем (рис.36). Работа такой трансмиссии контролируется электронным блоком управления и контроля (компьютером, другими словами) и различными датчиками (см. рис.35).

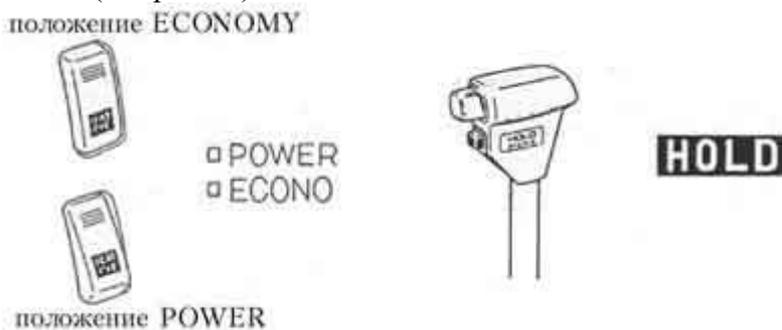


Рис. 36. Переключатели режимов работы ЭУ-трансмиссии.

Режим ECONOMY.

В этом режиме время переключения передач выбирается оптимальным с целью обеспечения более экономичного режима вождения

Режим POWER.

В этом режиме время переключения передач затянато с целью обеспечения скорейшего разгона автомобиля.

Режим HOLD.

В этом режиме при рычаге переключения передач, установленном в положение D, в трансмиссии постоянно включена 3-я передача (переключается на 2-ю при скорости автомобиля меньше, чем 20 км/ч). Соответственно, при рычаге переключения передач, установленном в положение 2, постоянно включена 2-я передача, в положение 1 - 1-я передача. Такая особенность ЭУ- трансмиссии полезна тем, что позволяет применять торможение двигателем при спусках с уклонов. Режим HOLD автоматически отключается при выключении зажигания автомобиля.

Основные электронные средства управления и контроля в ЭУ-трансмиссии.

1) Импульсный генератор.

Датчик турбины с зубчатым колесом выдаёт сигнал, величина которого зависит от скорости вращения турбины в гидротрансформаторе трансмиссии (рис.37). Этот сигнал является главным в системе управления параметрами в ЭУ-трансмиссии.

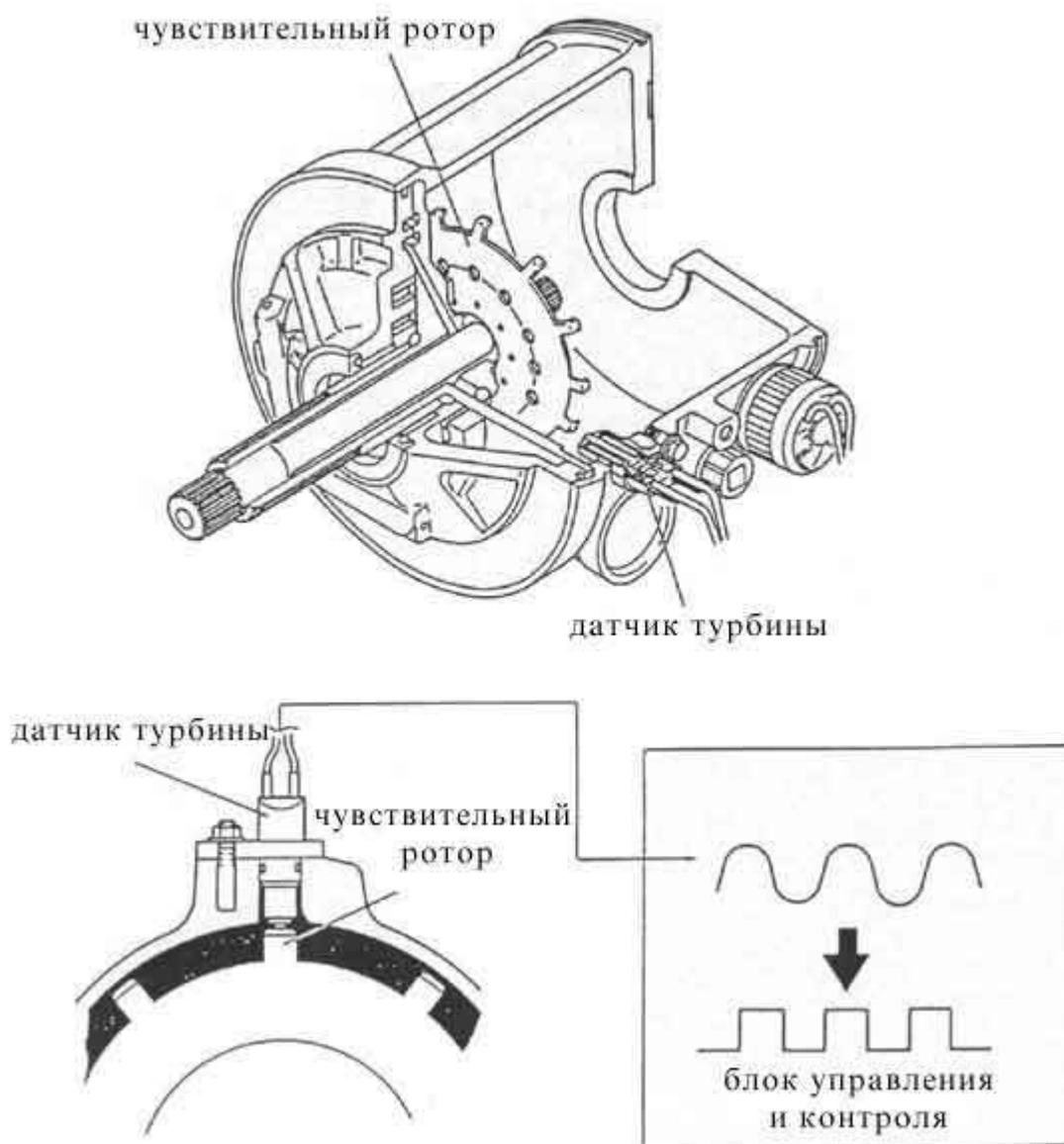


Рис. 37. Импульсный генератор.

Чувствительный ротор установлен на входном валу турбины ГТ и имеет несколько выступов на своей рабочей поверхности. При вращении ротора в момент прохода каждого выступа над датчиком турбины датчик выдаёт в электронный блок управления и

контроля импульсный сигнал. Блок по частоте следования импульсов определяет скорость вращения турбины ГТ.

2) Датчик положения дроссельной заслонки.

Датчик представляет собой переменный резистор. Он состоит из рычага, установленного соосно дроссельной заслонке, и переменного резистора для определения степени открытия дроссельной заслонки (рис.38). Сигнал, пропорциональный степени открытия дроссельной заслонки двигателя, посылается в электронный блок управления и контроля. Данный датчик является также датчиком электронной системы впрыска топлива.

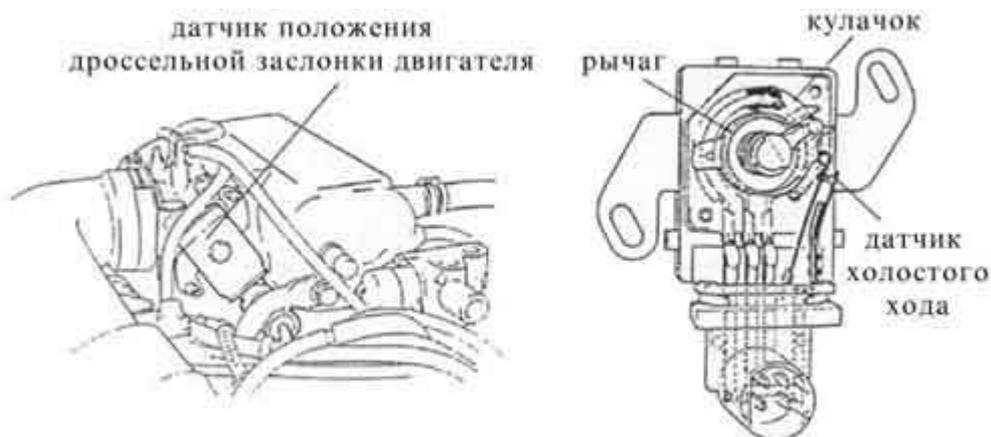


Рис. 38.

Переключение передач и блокировка (lock-up) ГТ в ЭУ-трансмиссии основываются на электрических сигналах, поступающих в электронный блок управления и контроля от импульсного генератора и датчика положения дроссельной заслонки.

Датчик холостого хода.

Датчик холостого хода в датчике положения дроссельной заслонки (рис.38) включается, когда дроссельная заслонка двигателя полностью закрыта. Во всех остальных её положениях этот датчик выключен. Датчик также используется как ограничитель хода дроссельной заслонки. Сигналы от датчика посылаются в электронный блок управления и контроля.

3) Соленоид.

Принцип действия.

Когда напряжение подаётся на обмотку соленоида, шток соленоида поднимается вверх и открывает канал для слива масла (рис. 39б). Масло, воздействующее на клапан переключения передач АКП, сливается и золотник клапана под действием пружины перемещается вправо, изменяя направление потоков масла, которые включают (выключают) соответствующие тормоза и фрикционы АКП.



Рис. 39а. Соленоид включен.

Когда напряжение на обмотке соленоида отсутствует, шток соленоида перекрывает канал для слива масла (рис.39а). Давление масла, действующее на клапан переключения передачи, преодолевает давление пружины и заставляет золотник клапана перемещаться влево.



Рис. 39а. Соленоид выключен.

Существуют также соленоиды, в которых применяется обратная вышеописанной схема их открытия и закрытия, то есть при подаче напряжения на обмотку соленоида канал для слива масла закрывается, а при обесточивании соленоида - канал открывается.

По материалам: <http://www.toyota-rus.narod.ru/>