



Мирный автомат (часть 2)

СЕРГЕЙ САМОХИН,
МИХАИЛ УСПЕНСКИЙ,
кандидат технических наук,
ВИКТОР РАСКИН,
директор Центра автоматических трансмиссий

В №6 журнала мы упоминали о том, что подавляющее большинство современных АКПП изготавливается по так называемой классической схеме. В них изменение передаточного отношения и направления вращения осуществляются с помощью планетарных передач или рядов. Поскольку таких АКПП большинство, то разговора об их устройстве не миновать.

Вдарим пупочкой по кувыкалке

Случалось ли вам быть свидетелем разговора слепого с глухим? Подобная ситуация, на наш взгляд, имеет сугубо теоретический, надуманный характер. А вот по свидетельству специалистов, занимающихся ремонтом автоматических трансмиссий, им нередко приходится участвовать в подобных беседах.

Это случается тогда, когда владелец автомобиля (а меж ними попадаются люди довольно опытные) пытается объяснить, что, на его взгляд, случилось с АКПП, какая деталь вышла из строя и требует замены. Пониманию не способствуют ни фантазия, ни интуиция, ни хваленая дедукция. Кстати, можете проверить свои способности и угадать, какой части автоматической трансмиссии соответствуют названия "яблоко" и "помидор". А вот задачка посложнее. Попробуйте отыскать в каталоге запчастей детали "куб" и "башенка".

Дело в том, что основные термины, используемые в этой области техники, пришли к нам из английского языка и до недавнего времени не имели русскоязычных эквивалентов. Дословный перевод какого-либо термина или произнесение его названия в русской транскрипции приводят к казусам.

Между тем проблема терминологии уже решена. Специально для облегчения понимания при описании АКПП разработан ОСТ 370012887/84 - Гидродинамические передачи. Термины и определения. Рассказ об устройстве АКПП будет проще и понятнее, если его вести с самого начала, придерживаясь требований данного ОСТа. Тогда фрукты и овощи превратятся в гидродинамический трансформатор, а «куб» и «башенка» станут ступицей и втулкой (от английского hub и bushing).

Три источника, три составные части ...

Из которых, как и положено, состоит классическая АКПП.

Давать подробное техническое описание устройства каждой из них не входит в нашу задачу, но принципы их работы знать необходимо.

Основной узел АКПП - редуктор. Его назначение - изменение в широких пределах крутящего момента, передаваемого от двигателя автомобиля его колесам. При постоянном крутящем моменте на входе это означает изменение частоты вращения вторичного вала коробки. В этом функция редуктора аналогична

его роли в обычной механической КПП. Изменение передаточного отношения в редукторе происходит ступенчато, причем коэффициенты передач тщательно просчитываются в зависимости от конструкции автомобиля и параметров его двигателя.

Современная АКПП, как правило, оснащается четырехступенчатым редуктором планетарного типа, что определяет его коренное отличие от редуктора традиционных механических коробок, в которых для переключения передачи необходимо «расцепить» одни пары шестерён и ввести в зацепление другие.

Все шестерни планетарного редуктора находятся в постоянном зацеплении. Как же изменить передаточное отношение? Для этого используют интересное свойство планетарных передач - изменять передаточное число при фиксации одних и освобождении других составных элементов. Таким же способом изменяют и направление вращения вторичного вала редуктора. Переключение передач происходит без разъединения кинематической связи между шестернями редуктора. С конструктивной и технологической точек зрения планетарный редуктор очень сложен. Этот серьёзный недостаток прощается ему именно в силу того, что процесс управления им легко поддаётся автоматизации, что очень важно для автоматических трансмиссий.

Редуктор включает в себя несколько планетарных механизмов (рядов). В силу конструктивных особенностей, один ряд может обеспечить три ступени изменения частоты вращения на выходе. Для обеспечения большего числа ступеней (в тех же четырёхступенчатых редукторах) соединяют последовательно два и более планетарных ряда.

Кроме передающих крутящий момент планетарных рядов, в корпусе редуктора размещаются устройства, осуществляющие торможение элементов планетарных рядов при переключении передач. Они так и называются тормоза и, как правило, бывают ленточного или многодискового типа. Тормоза приводятся в действие при помощи гидравлики и охлаждаются рабочей жидкостью АКПП, что значительно увеличивает их ресурс. Важно отметить то обстоятельство, что в конструкции АКПП все управляемые элементы планетарных рядов размещают на первичном валу, связанном с двигателем, а неуправляемые - на вторичном. Это делается с целью увеличения ресурса тормозов. Крутящий момент на вторичном валу редуктора АКПП большую часть времени выше, чем на первичном. Исключение представляет только случай использования «прямой» или «повышающей» передачи.

Работу исполнительных механизмов редуктора АКПП координирует следующий узел - блок управления.

Блок управления связан с исполнительными механизмами редуктора гидравлическими линиями, давление жидкости в которых передает необходимые управляющие воздействия.

О многообразии этих команд говорит устройство блока управления, в разрезе напоминающем сложную электронную схему. Переплетение каналов, отверстий, переключающих и запорных золотников позволяет значительно облегчить жизнь водителя, взяв на себя обязанность выбора необходимой передачи при движении.

Переключение передач гидравлический механизм управления производит, обрабатывая данные о скорости движения, нагрузки на двигатель, положения рычага селектора и переключателей специальных режимов.

В последние годы блок управления из чисто гидравлического устройства превратился в электрогидравлический механизм, управляемый бортовым компьютером.

Как говорилось выше, изменение крутящего момента в планетарном редукторе происходит ступенчато. Для демпфирования рывков при автоматическом переключении передач и обеспечения комфортного вождения между двигателем и редуктором устанавливается узел, также являющийся неотъемлемой частью классической АКПП. Это гидродинамический трансформатор (ГДТ).

Его конструкция не очень сложна, в то время как гидродинамические процессы, протекающие в нём, весьма замысловатые. Они обеспечивают передачу крутящего момента от двигателя к первичному валу

планетарного редуктора без установления жёсткой механической связи, а за счёт кинетической энергии рабочей жидкости, заполняющей корпус ГДТ.

В отличие от обычного фрикционного сцепления, гидротрансформатор никогда при запуске двигателя полностью не разобщает его с редуктором АКПП. Именно поэтому автомобиль, оснащённый АКПП (с работающим на холостом ходу двигателем при отключении режима «паркинг»), начинает медленно двигаться вперёд, и его приходится удерживать ножным или ручным тормозом. С увеличением оборотов двигателя, по мере увеличения кинетической энергии рабочей жидкости в ГДТ, степень связи двигателя и редуктора возрастает и становится практически аналогичной механической.

Следует упомянуть ещё об одном полезном свойстве гидротрансформатора, без которого его применение в автоматической трансмиссии не было бы столь бесспорным. ГДТ способен не только работать в качестве «плавного» сцепления, но и, как следует из его названия, трансформировать (изменять) крутящий момент в небольшом диапазоне, максимально адаптируясь под текущие потребности двигателя.

Таковы основные узлы классической АКПП, более детальный разговор о которой мы продолжим в следующий раз.

Как работает планетарный механизм

Все простейшие планетарные механизмы состоят, по крайней мере, из трёх основных компонентов:

- центральной или «солнечной» шестерни;
- водила с шестернями-сателлитами;
- коронной шестерни.

Вокруг «солнечной» шестерни, расположенной в центре механизма, вращаются шестерни-сателлиты, объединённые общим водилом в форме кольца. Сателлиты находятся в зацеплении как с солнечной, так и с внешней, коронной шестернёй, зубья которой обращены вовнутрь планетарного механизма.

Крутящий момент подаётся на какой-либо из указанных элементов и приводит его во вращение. Поскольку оставшиеся элементы находятся в постоянном зацеплении, они также стремятся провернуться. Далее, как говорится, возможны варианты. Собственно, своей многовариантностью и привлекателен механизм планетарного типа. Воздействуя на его отдельные элементы, на выходе можно получить: увеличенный крутящий момент при уменьшении передаточного отношения, уменьшенный при увеличении передаточного отношения, неизменный или момент обратного знака.

Устройство и принцип действия гидродинамического трансформатора (ГЦТ)

Простейший ГДТ состоит из следующих элементов:

- насосного колеса, жестко связанного с корпусом тороидальной конфигурации;
- турбинного колеса, имеющего шлицевое соединение с первичным валом редуктора;
- реактора, представляющего собой лопастное колесо, расположенное между турбинным и насосным и соединённое с корпусом редуктора через муфту свободного хода.

Наиболее важные функции ГДТ:

- плавная передача крутящего момента от двигателя к компонентам трансмиссии;
- увеличение крутящего момента двигателя на определённых режимах работы;

- привод главного насоса АКПП.

На работающем двигателе корпус ГДТ, жёстко связанный с маховиком, вращается. При этом вращается и насосное колесо, действуя аналогично центробежному насосу. Оно захватывает рабочую жидкость лопастями и ускоряет её в направлении от центра к периферии. Попадая на лопасти турбинного колеса, рабочая жидкость приводит турбину во вращение. При этом крутящий момент передаётся на первичный вал редуктора. На малых оборотах двигателя разница частоты вращения насосного и турбинного колеса велика. Говорят о «проскальзывании» турбинного колеса относительно насосного. При этом крутящий момент, передаваемый ГДТ на редуктор, выше, чем отбираемый от двигателя. Этому способствует реактор, особым образом организуя и направляя поток рабочей жидкости между ведущим и ведомым колёсами ГДТ. По мере увеличения оборотов двигателя турбина также увеличивает частоту вращения. «Проскальзывание» турбины уменьшается до величины в несколько процентов, трансформирующее воздействие ГДТ уменьшается, и он работает аналогично фрикционному сцеплению. На высоких оборотах двигателя реактор начинает оказывать негативное воздействие, уменьшая КПД гидротрансформатора, и его разобщают с корпусом редуктора. Для этого разблокируют муфту свободного хода, что позволяет колесу реактора вращаться свободно.

Внутренности блока управления АКПП чем-то напоминают печатную плату. Так выглядят каналы, по которым распределяется рабочая жидкость. С её помощью управляющее воздействие передаётся на исполнительные элементы.