



## Мирный автомат (часть 1)

кандидат технических наук,  
ВИКТОР РАСКИН,  
технический директор Центра автоматических трансмиссий

Статей об автоматических коробках передач (АКПП) до сих пор не было в "АБС-авто". Причина тому - сложность самого предмета обсуждения. Точнейшая прецизионная механика, обилие фрикционных узлов, гидравлика, а в современных агрегатах еще и электроника - вот что такое АКПП. А поскольку журнал - не учебник, важно было определиться, какой глубины нужны материалы и какой требуется общий объем этой информации. Изучение опыта иных автомобильных изданий еще более запутывало проблему, поскольку практически везде разговор об АКПП сводился к общим рассуждениям об устройстве гидротрансформатора, о необходимости строгого соблюдения инструкций по эксплуатации в части замены смазочно-охлаждающей жидкости и о том, что в случае неполадок необходимо обращаться к специалистам. Впечатление такое, что об АКПП пишут только для поддержания модной темы. Этот путь для нас неприемлем.

И тогда мы решили, что о серьезном надо говорить серьезно, но языком простым и понятным. Ну а как оно у нас получится, судить вам, дорогие читатели.

Это долгое вступление - своего рода попытка заранее оправдаться за погрешности, которые, вероятно, встретятся в статьях цикла. Во всяком случае, авторы уже благодарны за любые отзывы (особенно приветствуются критические замечания) и вопросы.

Наш рассказ об АКПП мы, как это ни странно, начнем с паровой машины и электромотора, опередивших намного не то что АКПП, но и появление первого двигателя внутреннего сгорания.

Дело в том, что паровые и электродвигатели отличает одна характерная особенность. Крутящий момент, развиваемый ими, плавно изменяется от нуля до максимума в зависимости от числа оборотов. Иными словами, если автомобиль оборудован таким силовым агрегатом (так и было поначалу), то никакая коробка передач ему не нужна. Не нужно и сцепление. Все управление - один рычаг подачи пара или контроллера электродвигателя.

С ДВС - не так просто. Максимальный крутящий момент развивается в узком интервале частоты вращения (3000-5000 оборотов в минуту). В то же время современный автомобиль может двигаться со скоростью от нескольких метров до сотен километров в час. Одной педалью газа не обойтись.

Поэтому между двигателем автомобиля и его колесами разместили механизм изменения скорости вращения колес - коробку перемены передач (КПП). С ее помощью крутящий момент двигателя преобразуется в широком диапазоне частоты вращения колес автомобиля.

Такого, на наш взгляд, рутинного, механизма, как шестеренчатая передача, на ранних моделях автомобилей еще не существовало. В нем просто не было нужды. Вспомните: паровоз, пароход, карета - ни одной шестерни. Конечно, были уже некоторые механизмы (например, часы), но на автомобилях силовая шестеренчатая передача появилась позднее.

А первые экземпляры оснащались бесступенчатыми фрикционными передачами, выполненными по схеме лобовой передачи.

Хотя с точки зрения современного машиностроения лобовая передача - не лучший вариант КПП, на первых порах она удовлетворяла все запросы и подкупала своей простотой. Кроме того, наряду с плавным изменением крутящего момента в этом механизме легко реализовывалась и функция сцепления - подпружиненный ведущий диск простейшим рычагом легко выводился из контакта с ведомым.

Такая передача просуществовала на автомобилях до 30-х годов. Но с ростом мощности двигателей ее возможности были полностью исчерпаны.

Однако от схемы КПП с непосредственным контактом ведущего и ведомого элементов автомобилестроители не отказались. В 1934-1938 годах автомобили "Остин" оснащались бесступенчатой КПП Хейса с тремя тороидными шкивами. Плавное изменение передачи крутящего момента осуществлялось роликами, укрепленными на поворотных рычагах.

На бельгийском автомобиле "Минерва" в те же годы использовалась еще более сложная конструкция. Специальный кулисный механизм преобразовывал вращение коленвала в сложное возвратно-маятниковое движение полого цилиндра, по внутренней поверхности которого перекачивался другой цилиндр с несоосно закрепленным на нем ведомым валом. С помощью роликового управления ось вращения внутреннего цилиндра могла сдвигаться относительно оси внешнего, что вело к изменению скорости вращения ведомого вала.

Остается только снять шляпу перед изобретателями таких сложнейших механизмов, сумевшими довести свои детища до промышленного внедрения.

К той же группе бесступенчатых фрикционных передач относятся вариаторы с гибкой связью, в которых передача крутящего момента осуществляется ремнем.

Классическая схема такой передачи - две пары раздвигающихся конических дисков и клиновой ремень между ними. Регулирование передаточного отношения производится осевым перемещением дисков. Однако применение таких передач до недавних пор ограничивалось прочностными характеристиками ремня. Бесступенчатая КПП на основе такой схемы легко модифицируется в АКПП. Достаточно установить центробежный механизм с грузами, перемещающими конические диски, - и передаточное отношение будет варьироваться в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя.

Но первой по-настоящему автоматической коробкой передач следует, видимо, считать агрегат, появившийся в 1906 г. и установленный на автомобиле "Кадиллак".

Автоматизация изменения перемены отношений скорости вращения ведущего и ведомого валов была реализована в трехступенчатой планетарной КПП. Именно с этого времени и следует отсчитывать родословную классической АКПП, той конструкции, которая дожила до наших дней и получила широчайшее распространение. Обратите внимание на то, что в классической АКПП (в отличие от классической "ручной" КПП) планетарная передача сохранила свое главенствующее положение. Этому способствовал целый ряд причин. Но приоритет можно отдать двум главным.

Первая из них - простота изменения передаточного отношения. В постоянном зацеплении планетарной передачи могут находиться комплекты шестерен с различными передаточными отношениями. Каждый комплект снабжен ленточным тормозом, что позволяет выбрать нужное в данный момент передаточное отношение. Для смягчения рывков при переключении планетарных рядов трансмиссия автомобиля оснащается гидротрансформатором.

Вторая причина в том, что органы управления планетарной коробкой - ленточные и фрикционные тормоза - сравнительно легко поддаются автоматизированному управлению гидравлическими или электрическими коммутаторами, выбирающими режим движения по сигналам от различных датчиков,

следящих за динамикой автомобиля. Причем эти системы вполне надежны, так как нет нужды переключать нагруженные, вращающиеся шестерни.

В своем нынешнем развитии классические АКПП достигли высочайшего уровня совершенства. Ресурс "автомата" достигает нескольких сотен тысяч километров. Ну а для водителей активного типа, не желающих смириться с тем, что их "выключают из игры", конструкторы придумали забавные мелочи, вроде переключения на ручное управление и убирающейся педали сцепления, позволяющие немного "поиграть в гонщика".

### Из истории АКПП

В истории развития АКПП четко прослеживаются три основные технические направления, в каждом из которых реализован один из механизмов плавного или ступенчатого изменения передаточного отношения.

- Бесступенчатая фрикционная передача. Ее модификация - клиноременный вариатор, использовавшийся в автомобилях небольшой мощности, и в настоящее время не потерял своего значения. Его основные сферы применения - мотоциклы, снегоходы и другая легкая техника.

- Планетарная передача, появившаяся на автомобилях чуть позднее. Подкупает простотой изменения передаточного отношения и отсутствием ограничений по передаваемому моменту. Легенда автомобильной истории - первый массовый автомобиль "Форд-Т" - оснащался планетарной КПП с ручным управлением.

- Схема КПП с зубчатыми шестернями, установленными на валах (вальная конструкция), появилась позднее, к 20-м годам, но заняла доминирующее положение в классе "ручных" или механических коробок. Попытки создать на этой базе АКПП предпринимались неоднократно, но особых успехов не принесли. Уровень развития техники не позволял сконструировать надежный механизм автоматической синхронизации скорости вращения шестерен при переключении. В последнее десятилетие, ознаменованное бурным внедрением электроники и микропроцессорного управления в системы автомобиля, разработчикам удалось создать автоматические системы управления механическими КПП.

Пока такие коробки устанавливаются на автомобилях "Альфа-Ромео", "Мерседес-Бенц" А-класса, БМВ-М3 и им подобных, да и то по заявкам самых "продвинутых" водителей. Но кто знает, что ждет нас в ближайшем будущем? Во всяком случае, мы планируем досконально разобраться с их конструктивными особенностями и посвятить этому ряд материалов.

Бесступенчатая фрикционная трансмиссия первых автомобилей выполнялась по лобовой схеме (рисунок вверху).

Передаточное отношение изменялось при перемещении ведомого вала 2 относительно ведущего шкива 1 рычагом 4, а пересечением оси последнего осуществлялось реверсирование.

Выключение передачи (функция сцепления) производилось рычагом 3, отодвигающим подпружиненный ведущий шкив 1.

Модернизация лобовой передачи привела к появлению бесступенчатой трансмиссии Хейса (рис. внизу). В КПП устанавливались три тороидных диска: два ведущих 1 и один ведомый 2. Связь между ними осуществлялась через ролики 3, при повороте которых изменялось передаточное отношение.

Такая передача - планетарный ряд, состоящий из солнечной (центральной) шестерни 1, коронной 2 и сателлитов 3, закрепленных на водиле 4, - позволяет изменять передаточное отношение торможением того или иного элемента. Несмотря на простоту устройства, теория его работы достаточно сложна, и вдаваться в ее подробное описание нет смысла. Большинство современных АКПП выполнены по следующей схеме: на валу установлено несколько планетарных рядов, а ступенчатое изменение передаточного отношения

осуществляется ленточными и фрикционными тормозами, работа которых автоматизирована гидравлическим или электронным контроллером.

Но об этом - в следующих материалах.

Бесступенчатая фрикционная передача с гибкой связью всегда привлекала внимание разработчиков трансмиссий своей простотой и возможностью легкой автоматизации работы.

Две пары раздвижных конических дисков 3 (схема вверху) на ведомом 1 и ведущем 2 валах, связанные ремнем, позволяют изменять передаточное отношение в широких пределах.

Такой автоматической передачей с текстильным ремнем и центробежным регулятором (рис. вверху), позволяющим установить оптимальное передаточное отношение, оснащалась микролитражка ДАФ600. При мощности двигателя 22 л.с., массе автомобиля около 600 кг и максимальной скорости 90 км/час срок службы ремня составлял около 80000 км.

Дальнейшим развитием этой конструкции явился вариатор Ван-Дорна (рис.1), в котором текстильный ремень удалось заменить на гибкий стальной, набранный из скоб.

Это позволило значительно повысить величину передаваемого момента. Всего было выпущено около 1 млн. таких АКПП.

В последние годы разработан стальной гибкий "ремень" (рис.2) иной конструкции, позволяющий передавать еще больший крутящий момент с меньшими потерями.

Элементами, образующими коническую поверхность такого "ремня", являются полувтулки, связанные цепными звеньями.

В отверстиях цепного звена установлены две полувтулки, перекатывающиеся друг по другу, за счет чего их торцы сложной формы образуют конусную поверхность, идеально совпадающую с ведущими и ведомыми конусными парами.

Таким "ремнем" оснащаются последние разработки АКПП автомобилей "Ауди" и ряда других мощных скоростных моделей.

Достигнутый ресурс такой АКПП в несколько сот тысяч километров вызывает оптимизм и дает основание конструкторам прочить вариатору большое будущее.