



## А ЧТО В КОРОБКЕ?



С появлением роботизированных коробок передач с двумя сцеплениями начало казаться, что дни гидромеханической АКПП сочтены – более простые, дешевые и эффективные «роботы» должны были вытеснить классический «автомат». Но время шло, а они никуда не исчезали. Напротив, стали совершеннее

Олег Карелов, эксперт по подбору автомобилей AutoTechnic.ru

Основа гидромеханического «автомата» (впрочем, слегка пошатнувшаяся в последнее время, о чем чуть ниже) – это гидротрансформатор. Аналогично сцеплению в механической трансмиссии роль гидротрансформатора – передача крутящего момента от двигателя к коробке передач с возможностью проскальзывания, дабы автомобиль мог плавно тронуться с места. Однако на этом сходство с фрикционным сцеплением заканчивается – внутри гидротрансформатора устроен совсем иначе.

Принцип его работы легко проиллюстрировать на следующем примере. Представим два вентилятора, установленных друг против друга. Если мы включаем один из них, то создаваемый им воздушный поток приводит в движение и второй вентилятор. Эта же идея реализована в гидротрансформаторе. В нем есть насосное колесо, вращаемое двигателем и создающее поток масла, и турбинное, связанное с валом коробки и воспринимающее давление потока. Разница с вентиляторами лишь в том, что насосное колесо осуществляет забор масла не с обратной стороны, а с передней центральной части, то есть является центробежным насосом. Отброшенное им вперед по внешнему контуру масло попадает на

лопатки турбинного колеса, перенаправляется к центру и возвращается обратно. Циркуляция жидкости происходит фактически в замкнутом объеме между двух колес, что позволяет максимально их сблизить, уменьшив рассеяние потока и увеличив эффективность передачи крутящего момента.

Но самые интересные свойства гидротрансформатора связаны с наличием третьего колеса – реактора. Служит оно для воздействия на возвращающийся к насосному колесу поток и, соответственно, располагается в середине гидротрансформатора. Закреплено оно неподвижно, а потому попадающий на его лопатки поток создает направленную в обратную сторону силу реакции, которая дополнительно подкручивает турбинное колесо. Получается, что гидротрансформатор увеличивает крутящий момент на выходе! И чем существеннее разница в скорости вращения турбинного и насосного колеса, тем больше эта сила реакции потока и тем значительно увеличивается момент, в пределе он может умножаться втрое. Как раз то, что нужно для уверенного старта с места, когда двигатель работает на оборотах холостого хода, а вал трансмиссии неподвижен.

### Почти астрономия

Эти свойства гидротрансформатора – увеличивать крутящий момент и допускать долгое проскальзывание, вообще говоря, позволяют и вовсе обойтись без коробки передач. Например, BMW 750i 1986 модельного года спокойно трогался с третьей передачи и на ней же достигал 250 км/ч! Но, конечно, такое под силу лишь избранным, да и то ценой ухудшения динамики и расхода топлива. Всем же остальным обойтись без механизма переключения трудно.

В гидромеханическом «автомате» для изменения передаточного числа используются планетарные передачи. Это принципиально отличает его от механической трансмиссии с параллельными валами. В чем же преимущества такой конструкции? С планетарной передачей проще организовать автоматическую смену скоростей – для этого нужно лишь замыкать между собой отдельные ее шестерни. Гораздо компактнее и сама передача. Теоретически эта сборка из всего лишь пяти шестерен позволяет реализовать пять скоростей – четыре передние и заднюю. И хотя на практике вследствие конструктивных ограничений приходится применять большее количество планетарных рядов, тем не менее этот узел все равно остается очень небольшим.

Как он работает? В планетарной передаче есть три элемента: первый – центральная солнечная шестерня; второй – вращающиеся вокруг нее сателлиты – шестерни, чьи оси жестко связаны друг с другом; третий – большое эпициклическое зубчатое колесо, обхватывающее сателлиты. Соответственно, процесс переключения здесь осуществляется установлением жесткой связи между двумя элементами из этой тройки или их блокировкой на корпус. Например, жесткое соединение солнечной шестерни и осей сателлитов дает прямую передачу – эпицикл уже не может проворачиваться относительно них, и вся планетарная передача вращается как единое целое. Если же затормозить на корпус коробки оси сателлитов, то солнечная и эпициклическая шестерни начнут вращаться в разные стороны – получаем заднюю передачу. И так далее.

Все торможения и блокировки осуществляются с помощью фрикционов и тормозных лент, а управляет ими сложная гидросистема, включающая в себя множество каналов, клапанов, гидроаккумуляторов и, конечно, насос, создающий давление масла. Эта гидравлика первоначально и реализовывала всю управляющую логику, причем опираясь всего на два параметра – нагрузку на двигатель и скорость автомобиля.

### Плоды прогресса

С распространением электроники в конце 80-х годов «автомат» стал точнее оценивать условия движения. Так, он уже не будет нагружать слишком ранними переключениями еще непрогретый двигатель, а при смене передач учтет температуру собственного масла, то есть сделает поправку на его вязкость. Это особенно важно для обеспечения плавности переключения. Дело в том, что избежать провалов тяги позволяет так называемое перекрытие передач – включение следующей скорости еще до выключения текущей передачи. Такой процесс требует точности: слишком малое перекрытие ведет к провалу тяги, а слишком большое и вовсе резко затормозит автомобиль. Разумеется, электроника тут позволяет гораздо аккуратнее выдерживать необходимые моменты переключений. Увеличивает она и ресурс трансмиссии, кор-

ректируя работу в зависимости от степени износа. Но главное, она помогает улучшить экономичность.

Изначально гидромеханический «автомат» – далеко не самый эффективный способ передачи крутящего момента. Основные потери в нем связаны с гидротрансформатором: даже в установленном режиме движения насосное и турбинное колеса проскальзывают относительно друг друга. Тратится энергия и на удержание фрикционов и тормозных лент – масляный насос поддерживает давление в десятки атмосфер. В результате КПД «автомата» не превышает 85%, в то время как у механической коробки он близок к 98%!

Чтобы улучшить этот показатель, стали применять блокировку гидротрансформатора: на повышенной передаче, при достижении определенной скорости, встроенный фрикцион, похожий на обычное сцепление, жестко связывает турбинное и насосное колесо. Кстати, этот момент легко отследить по тахометру – обороты мотора слегка падают, будто включилась еще одна передача. В таком режиме КПД уже поднимается до 94%.

С развитием электронного управления блокировка гидротрансформатора стала производиться на всех передачах – фрикцион разжат лишь в момент старта и переключения скорости. Хотя при этом иногда страдает плавность переключений.

Некоторые пошли еще дальше. Инженеры Mercedes-Benz вовсе отказались от гидротрансформатора, применяя вместо него сцепление. Правда, не сухое, как в механических трансмиссиях, а мокрое, выдерживающее более длительную пробуксовку. Замыкается оно в момент старта, и, соответственно, все переключения передач происходят при наличии жесткой связи коробки с двигателем. Это существенно поднимает требования к синхронизации процессов включения-выключения скоростей, но КПД возрастает до 97%, то есть сравняется с показателями роботизированных механических коробок. Постоянное жесткое соединение с валом мотора означает и более линейные отклики на педаль «газа», что востребовано в мощных спортивных моделях AMG.

Последняя тенденция, которую уже нельзя не заметить, это рост числа передач. В середине прошлого десятилетия, когда появились 7-скоростные «роботы» с двумя сцеплениями, гидромеханический «автомат» явно отставал – 6-ступенчатые модели только начинали появляться. Но затем быстро последовали 7-, 8-диапазонные, на подходе уже и 10-диапазонные коробки. Разумеется, столь сложные агрегаты уже не отличаются надежностью и ресурсом – детали приходится сильно уменьшать в размерах, зато по экономичности и разгонной динамике они обыгрывают механическую трансмиссию. Уступая последним в КПД, многоскоростные «автоматы» позволяют точнее удерживать мотор в оптимальном диапазоне оборотов, что и определяет в конечном счете динамические свойства автомобиля.

Таким образом, у современного «автомата» практически нет слабых мест. Сохранив свои главные качества – плавность переключений и способность долгое время работать в режиме

пробуксовки при движении на малых скоростях, он стал гораздо эффективнее и интеллектуальнее. Правда, пока все эти достижения доступны лишь на дорогих машинах – сложные, многоступенчатые «автоматы», естественно, и стоят немало. А потому сегмент недорогих моделей постепенно переходит на роботизированные коробки – в условиях борьбы за экономичность старые 4-, 5-диапазонные «автоматы» уступают позиции. Но это лишь локальное поражение, в будущем гидромеханических коробок сомневаться не приходится. ■



Фрикционы выдерживают большие нагрузки, но боятся долгого проскальзывания