

# Мирный автомат системы ZF 4 HP-22



(Продолжение. Начало в №№ 6, 8/2000)

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

**Несколько тяжеловесно для названия статьи, но, как говорится, «из песни слова не выкинешь». А наша сегодняшняя «песня» — об одном из характерных представителей семейства автоматических трансмиссий классической компоновки.**

В педагогике часто используется прием — осваивать новый материал на примере классических произведений, несущих в себе характерные черты явлений, событий, жанров. Их нередко называют хрестоматийными. Есть своя хрестоматия и в технике, в частности в мире автоматических трансмиссий.

По мнению специалистов, обслуживающих автоматические коробки, изделие под серийным номером *ZF 4 HP-22* является хрестоматийным произведением конструкторской мысли. Попробуем пояснить, почему это так.

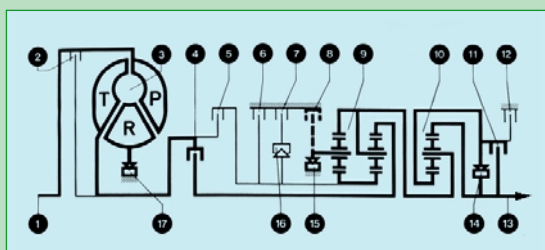
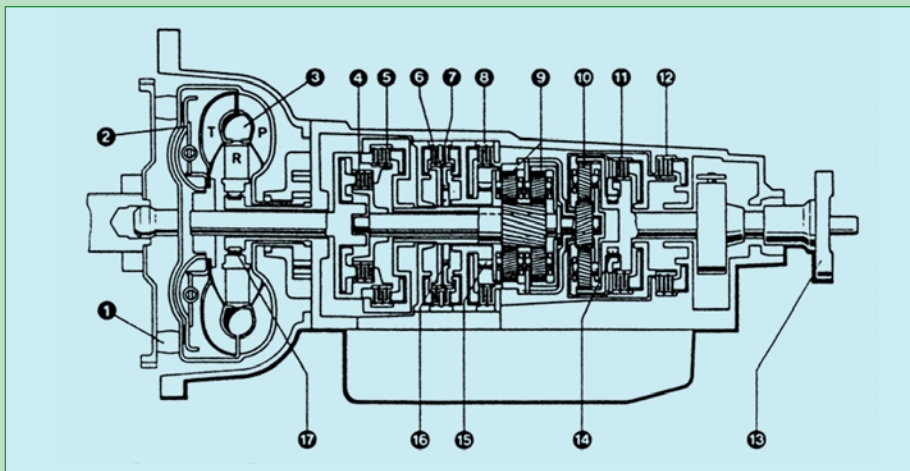
«Героиня» повествования была разработана в начале 80-х годов и предназначалась для оснащения заднеприводных автомобилей с рабочим объемом двигателя 2-3 литра. Коробки устанавливались на автомобили марки *BMW, Peugeot, Alfa Romeo, Lincoln (Mark) и Jaguar*.

Ремонтники единодушно во мнении, что коробки этого типа самые «живучие». При грамотной эксплуатации их ресурс может превышать 300 000 км, то есть сравним с продолжительностью жизни автомобиля.

Надежность коробки в целом определяется надежностью ее основного элемента — редуктора. Редуктор коробки *ZF 4 HP-22* — классической компоновки, построенной на основе планетарного ряда Симпсона.

## Урок кинематики

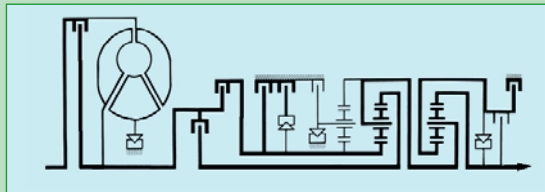
Для тех, кто хочет лучше уяснить, как работает коробка-автомат, мы приводим две кинематические схемы, реализуемые при работе на первой и повышающей, четвертой, передачах. Они показывают взаимодействие основных компонентов коробки при передаче крутящего момента от вала двигателя к вторичному валу АКПП.



### Первая передача

Сцепления 4 и 11 включены. Передняя группа планетарных шестерен планетарного ряда 9 блокируется обгонной муфтой 15 при работе двигателя под нагрузкой и свободно вращается в режиме движения автомобиля накатом.

Планетарный ряд 10 вращается, как единое целое, синхронно с передней планетарной группой. В дополнение к этому, при установке рычага селектора в положение «1» и при движении на первой передаче, включается дисковый тормоз 8 для обеспечения возможности торможения двигателем.



### Четвертая передача

Включены сцепления 4,5 и тормоза 7 и 12. Муфты 14, 15 и 16 свободно вращаются. Планетарный ряд 9 вращается как единый блок. Полный вал с солнечной шестерней планетарного ряда 10 блокирован. При достижении

определенной скорости движения сцепление 2 блокирует гидротрансформатор для предотвращения проскальзывания.



## Очень большая чернильница — непроливайка

Этот ГДТ разрезали пополам не только для того, чтобы показать, что у него внутри. Такая «варварская» операция обязательна при ремонте АКПП, даже если нет показаний к тому, что гидротрансформатор неисправен. Причин для ее выполнения несколько.

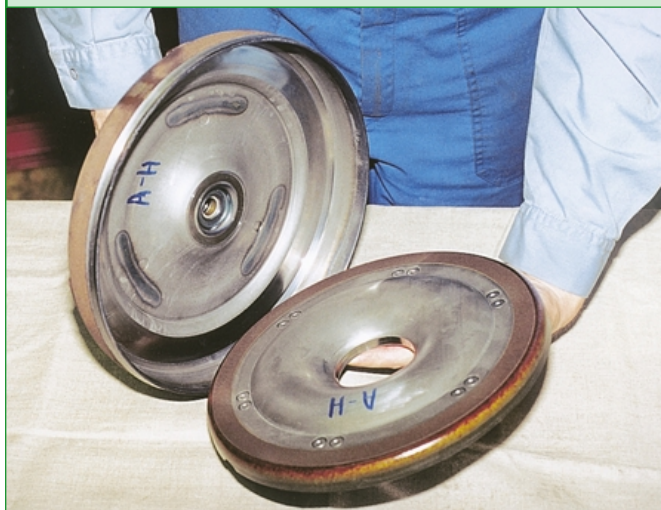
Во-первых, ГДТ, заполненный трансмиссионной жидкостью и вращающийся с огромной скоростью, действует как центробежный сепаратор, отделяющий взвешенные в жидкости инородные частицы, в основном продукты износа деталей АКПП, которые оседают на его внутренней поверхности. При ремонте этот осадок необходимо удалить в обязательном порядке.

Во-вторых, несмотря на то, что ГДТ в целом — очень надежный агрегат, при больших пробегах автомобиля и в нем возможны неисправности. Причем некоторые из них могут себя не проявлять до поры до времени, и их нельзя диагностировать иначе, как визуально. Это в полной мере относится к износу блокирующего сцепления. Его неисправность может долго оставаться незамеченной водителем

Обязательно следует проверить состояние накладки сцепления блокировки. Его износ иначе диагностировать невозможно, а последствия могут быть серьезными.



Вскрытие ГДТ — обязательная операция при ремонте. Заодно имеем возможность заглянуть вовнутрь. В правой руке — часть корпуса гидротрансформатора с блокирующим сцеплением. Посередине — турбинное колесо с реактором на обгонной муфте. В левой руке — насосное колесо.



(она проявляется незначительным увеличением расхода топлива). Гораздо серьезнее могут быть последствия этого дефекта, если продукты износа с трансмиссионной жидкостью попадут, например в систему управления коробки.

При вскрытии ГДТ также проверяют состояние всех опорных подшипников и шлицев турбинного колеса. Эти узлы очень надежны, но все же... После тщательной проверки и ремонта (при необходимости) — сварка и последующая балансировка.

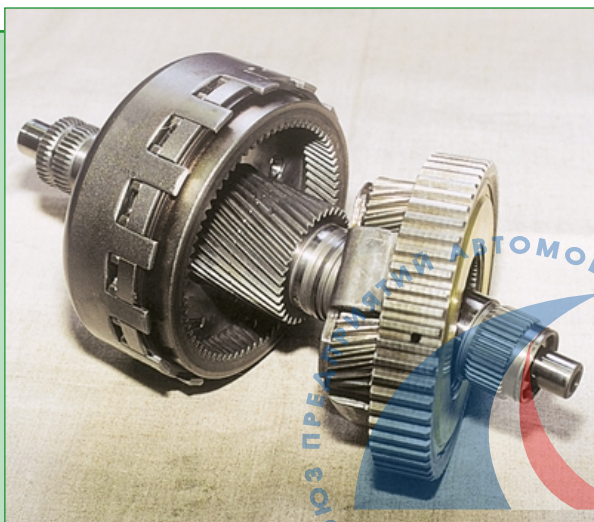
Планетарный механизм Симпсона, состоящий из двух групп шестерен-сателлитов, часто называют двойным рядом. Обе группы сателлитов, каждая из которых вращается внутри своей коронной шестерни, объединены в единый механизм общей солнечной шестерней.

Планетарный ряд такой конструкции обеспечивает три ступени изменения передаточного отношения. Для получения четвертой, повышающей, передачи последовательно с рядом Симпсона установлен еще один планетарный ряд.

## Двойная надежность

Двойной планетарный механизм Симпсона, как было сказано выше, весь ресурс «проходит» практически без поломок и дефектов. Поэтому, как правило, после его демонтажа достаточно промывки и визуального осмотра. Большого внимания требует его последовательный собрат — планетарный ряд повышающей передачи. Несмотря на то, что он изготовлен более массивным и более обласкан смазкой, дефекты в нем встречаются чаще.

Был бы рядом господин Симпсон, мы бы сняли перед ним шляпу. Двойной планетарный ряд его имени — основа надежности всей коробки.



Высокий ресурс автомата определяется именно таким схемным решением. Оно способствует тому, что все силовые элементы редуктора в процессе работы имеют примерно равную загрузку и, соответственно, равномерный износ.

Мы недаром назвали данное схемное решение классическим. Подтверждением этому может служить тот факт, что оно также было использовано в конструкции большого числа других автоматических коробок. Среди них можно упомянуть коробки серии *A4 LD*, устанавливаемые на *Ford Scorpio*, *AW 03-71* для *Volvo*, *Mitsubishi Pajero*, заднеприводных автомобилей *Toyota* и многие другие. Основным их отличием является положение планетарного ряда повышающей передачи, который может располагаться как до, так и после двойного ряда Симпсона.

Итак, мы уяснили, что редуктор данной коробки имеет типичную схему и отличается высокой надежностью. Что можно сказать о прочих компонентах этой автоматической трансмиссии?

Гидротрансформатор устроен также традиционно, без излишеств. Три основных элемента конструкции (турбина — насос — реактор), дополнены сцеплением, блокирующим гидротрансформатор при движении автомобиля на повышенной передаче.

Первоначально блок управления коробки *ZF 4 HP-22* родился как чисто гидравлическое устройство, в котором присутствовали такие характерные элементы управления, как центробежный и силовой регуляторы давления. Впоследствии в нем все в большей степени стали применяться электронные компоненты.

Вначале электроника взяла на себя контроль над переключением с третьей на четвертую передачу. Затем, приблизительно с 1986 года, она стала переключать все передачи и осуществлять регулирование давления в магистралях. В 1989 году все управление работой АКПП было возложено на единое электронное устройство — компьютер.



### 451° по Фаренгейту

Поговорив о самом надежном элементе коробки, следует уделить внимание и самому ненадежному. Таковым можно считать многодисковое сцепление или тормоз. Кстати, термином «сцепление» фрикционную муфту именуют в случае, если она служит для соединения двух подвижных деталей, а тормозом ее называют тогда, когда она соединяет подвижную деталь с неподвижной (корпусом).

Несмотря на разные названия, конструкция многодисковых тормозов и сцеплений идентична и представляет собой пакет из фрикционных и промежуточных металлических дисков, набранный в едином корпусе. Часть дисков — неподвижная, часть — вращается.

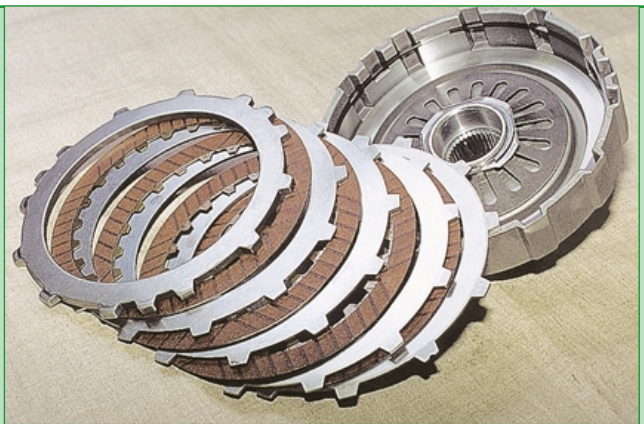
При подаче управляющего давления гидравлический поршень сжимает пакет дисков, и муфта включается за счет сил трения между дисками. Чем больше передаваемый сцеплением крутящий момент, тем больше в пакете фрикционных дисков данного размера.

Фрикционные диски чаще всего выходят из строя из-за неправильной эксплуатации автоматической трансмиссии: несоблюдения сроков замены жидкости и должного ее уровня.

Относительно низкая надежность этого, одного из важнейших, элемента автоматической трансмиссии обусловлена тем, что накладки для него изготавливают из...

бумаги! Вернее, из специальной композиции на ее основе, обладающей требуемым коэффициентом трения в условиях смазки трансмиссионной жидкостью.

Известный враг бумаги — перегрев. При достижении на поверхности накладки температуры, указанной в заголовке раздела, происходит ее обугливание и потеря фрикционных свойств. Грань между работоспособной и вышедшей из строя накладкой очень тонкая. Малейшее изменение первоначального цвета —



Удивительно, но факт: одни из самых ответственных деталей этого исключительно «металлического» агрегата, каким является многодисковое сцепление, изготавливаются из бумаги. Накладки из бумажной композиции обеспечивают необходимую силу трения между дисками.

показатель к замене фрикционного диска. В автомате ZF 4 HP-22 семь многодисковых сцеплений и тормозов, и каждый из них обеспечивает свою функцию.

Если вышло из строя сцепление переднего хода, автомобиль не будет двигаться вперед, как бы усердно ни тужился двигатель. При отказе сцепления задней передачи двигаться придется только вперед, и так далее. «Поджечь» сцепление можно при длительном буксовании или буксировке тяжелого прицепа.

У бумажных накладок есть два состояния: годное и нет. Его индикатором является цвет. Малейшее потемнение — показатель к замене.



Одновременно были упразднены силовой и центробежный регуляторы, но при этом все силовые исполнительные механизмы остались чисто гидравлическими.

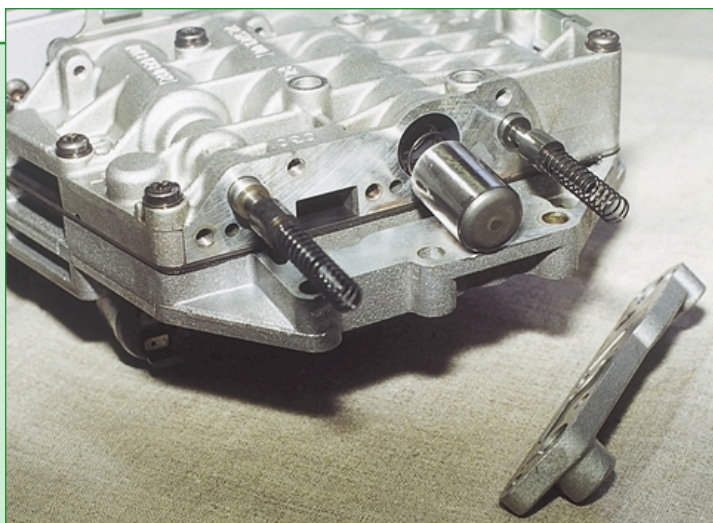
Техническая идея, особенно если она действительно удачна, живет достаточно долго, претерпевая прогрессивные изменения. Так случилось и с этой схемой, в различных модификациях, применяемой и сейчас, прежде всего в трансмиссиях «тяжелых» заднеприводных автомобилей.

ее ждет модернизация, направленная на обеспечение пятиступенчатой работы. Это опять же традиционное направление развития автоматических трансмиссий, призванное повысить их экономичность.

Такими техническими решениями обеспечивается высокая надежность автомата, о котором сегодня идет речь, что, безусловно, позволяет отнести его к классическому представителю многочисленного семейства АКПП.

Далее неминуемо должен возникнуть вопрос: коль так надежна описанная выше классика, стоит ли искать и применять альтернативные конструктивные схемы? Ответ прост: каждая конструкция хороша для определенных условий применения. Изменение требований к конструкции, например, с точки зрения уменьшения ее стоимости или минимизации продольных габаритов (что характерно для переднеприводных трансмиссий), приводит к необходимости поиска иных решений. Каких?

Об этом — в следующих публикациях. — АБС



### Мал золотник, да дорог

В большинстве автоматических коробок корпус блока управления изготовлен из алюминиевого сплава. Присутствие в трансмиссионной жидкости абразивных частиц может вызывать появление рисок на поверхностях пары цилиндр — золотниковый клапан, а также приводит к заклиниванию золотника в произвольном положении. Это грозит серьезным нарушением работоспособности коробки. Такие случаи нередко встречаются на практике.

Чтобы этого избежать, при ремонте следует визуально проверять состояние зеркала на боковых поверхностях золотников и их направляющих — цилиндров.

Ненадежная работа хотя бы одного из большого числа золотниковых клапанов, переключающих гидравлические магистрали, может полностью нарушить логику работы автомата. К ним — особое почтение при ремонте.