

# Планетарные АКП

Современные планетарные коробки передач отличаются большим разнообразием. Обычно они классифицируются по различным признакам и в первую очередь по числу передач и особенностям компоновки. Это связано с тем, что число передач определяет кинематический диапазон коробки, от которого зависят эксплуатационные показатели: топливная экономичность и тягово-динамические характеристики автомобиля.

По сравнению с применявшимися ранее трехступенчатыми четырехступенчатые коробки передач позволили реализовать ряд важных преимуществ, способствующих улучшению топливной экономичности и динамических качеств автомобиля. Однако вопрос об их дальнейшем совершенствовании оставался открытым. Стремление к дальнейшему повышению динамических качеств автомобилей и их топливной экономичности уже в начале 90-х годов привело к созданию пятиступенчатых планетарных коробок передач. Однако прежде чем переходить к рассмотрению кинематических схем пятиступенчатых коробок передач, остановимся еще на одном важном вопросе. При разработке кинематической схемы большое значение имеет улучшение качества управления приводом планетарной передачи и реализация плавного переключения. С этой целью в современных автоматических коробках передач широко используются муфты свободного хода. Подробно анализ муфт свободного хода будет рассмотрен далее.

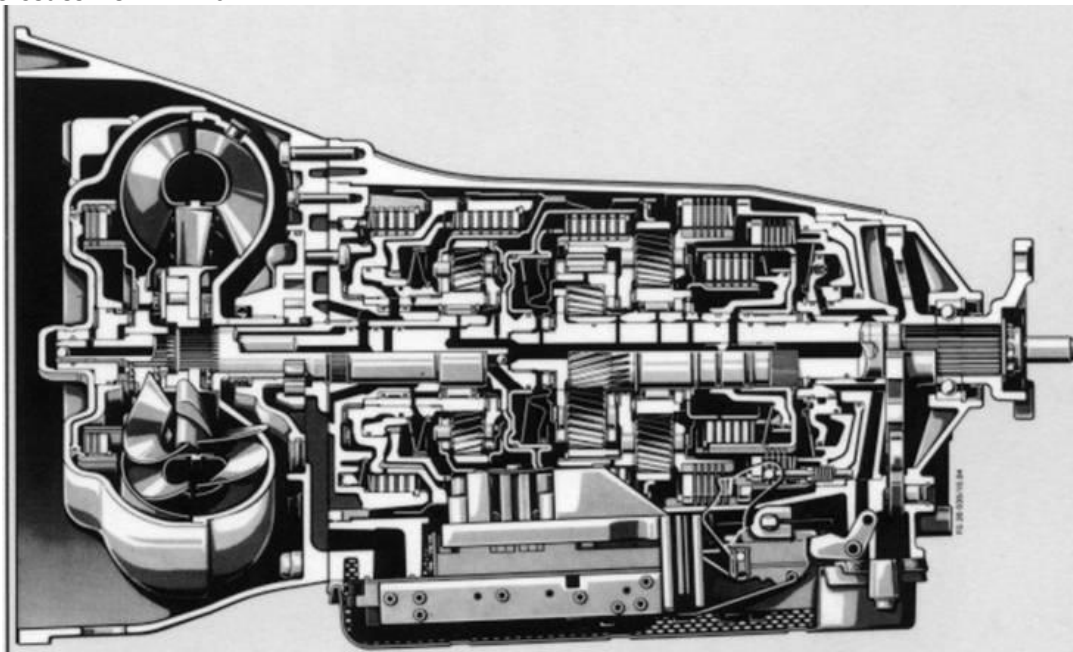
Стремление улучшить динамические показатели и топливную экономичность уже в начале 90-х годов привело к созданию пятиступенчатых планетарных коробок передач. Значительные работы в этом направлении были проведены фирмами ZF и Mercedes-Benz. В какой-то степени создание этих передач явилось ответом на появление шестиступенчатых коробок передач с ручным управлением. Фирма ZF разработала два варианта пятиступенчатых планетарных коробок передач. Первый вариант предусматривал развитие схемы ZF4HP18 (Ровено). В кинематическую схему этой четырехступенчатой коробки передач был добавлен дополнительный планетарный ряд, который обеспечил получение еще одной понижающей передачи, при этом был реализован следующий ряд передаточных чисел: 3,67; 2,0; 1,44; 1,00; 0,74 и задний ход: -2,75. Автоматическая коробка, выполненная по этой схеме, получила индекс ZF 5HP18. Для реализации указанных передаточных чисел на первой, второй и третьей передачах включен тормоз дополнительного планетарного ряда, останавливающий солнечную шестерню и реализующий понижающую передачу с передаточным числом 1,41. На четвертой и пятой передачах этот ряд блокируется. К недостаткам этой передачи можно отнести увеличение числа выключенных фрикционных элементов, которые могут создавать дополнительные потери.

Другой вариант более компактной пятиступенчатой коробки, разработанный фирмой ZF (по схеме Вильсона) получил индекс 5HP-24. В нем использовано три планетарных ряда, три муфты сцепления, три дисковых тормоза и муфта свободного хода. Указанная автоматическая передача устанавливается на автомобилях BMW, AUDI и других.

## Пятиступенчатая АКП Mercedes-Benz

Фирмой Mercedes-Benz также была разработана новая кинематическая схема пятиступенчатой коробки передач, которой был присвоен индекс 722.6. Эта коробка включает три планетарных ряда, три сцепления, три дисковых тормоза и две муфты свободного хода. К ее особенностям следует отнести уменьшенное число выключенных фрикционных элементов, что способствует снижению дисковых потерь.

Разрез АКП Mercedes-Benz 722.6.



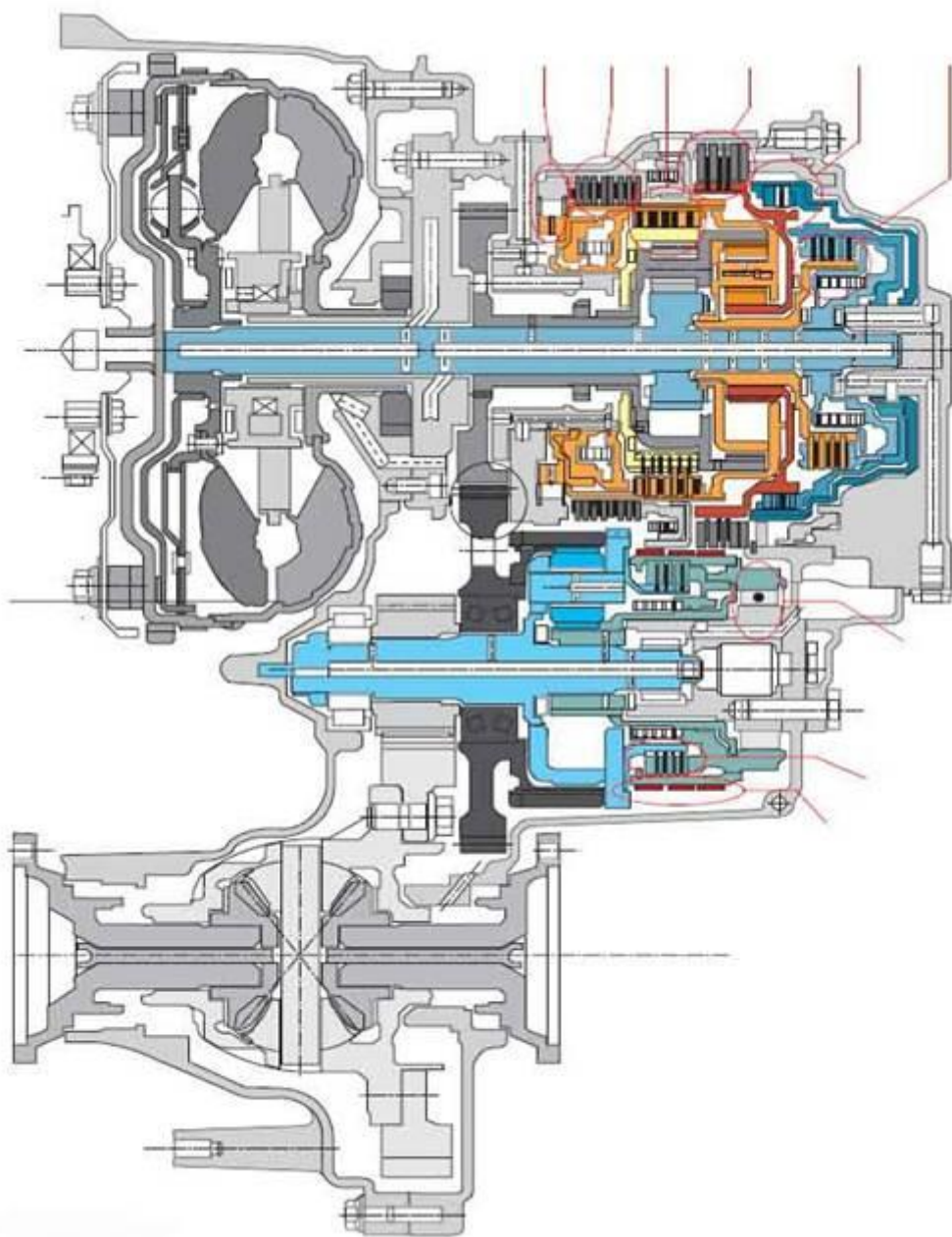
Представленные выше автоматические пятиступенчатые планетарные коробки передач способствовали улучшению тяговых и разгонных характеристик, а также топливной экономичности легковых автомобилей. Однако при этом пришлось ввести третий планетарный ряд, что увеличило длину коробки передач до 500-650 мм. Использовать такие коробки передач оказалось возможным только на автомобилях с задним приводом. Между тем в настоящее время на автомобилях малого и среднего класса в большинстве случаев используется передний привод с поперечным расположением двигателя. Для размещения автоматических планетарных коробок на таких автомобилях их длина не должна превышать 350-400 мм. В связи с этим в конце 90-х годов активизировались работы по созданию пятиступенчатых планетарных коробок, которые имеют более компактную конструкцию и, в частности, уменьшенную длину.

В качестве примера такой конструкции можно привести пятиступенчатую планетарную коробку передач японской фирмы JATCO модели JF506E, которая рассматривается ниже.

### Пятиступенчатая АКП фирмы JATCO JF506E

В отличие от ранее приведенных конструкций пятиступенчатых коробок для заднеприводных автомобилей, планетарные коробки которых располагались в одну линию по оси коленчатого вала, пятиступенчатая коробка JATCO JF506E располагается в две линии, при этом на одной линии находятся гидротрансформатор и два планетарных ряда, а на другой линии - третий планетарный ряд

Разрез АКП JATCO JF506E.

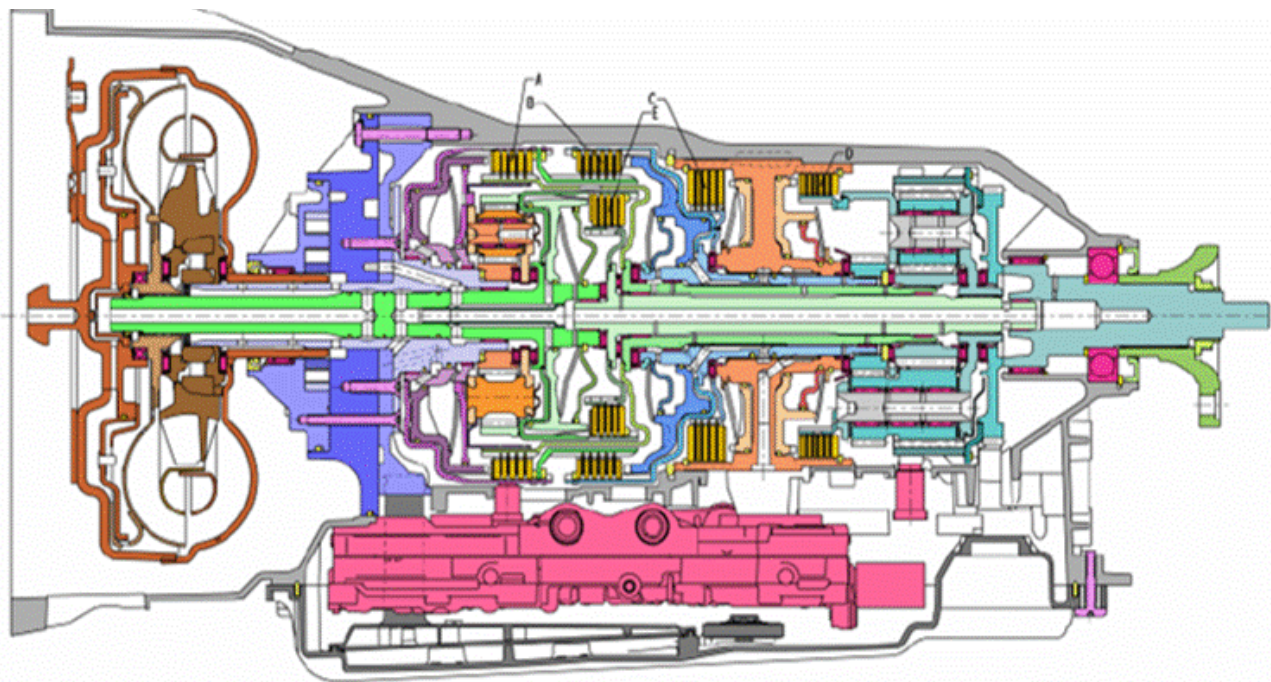


Данная коробка передач может быть использована на автомобилях с передним приводом и поперечным расположением двигателя, который имеет рабочий объем до 3 л ( $M_e = 310$  Нм)  $n_e \leq 7000$  об/мин., при этом ее длина составляет около 370 мм.

## Шестиступенчатая АКП ZF-6HP-26/32

качестве дальнейшего шага в области развития автоматических коробок передач следует рассматривать создание шестиступенчатой автоматической коробки передач ZF-6HP-26/6HP-32, которая разработана фирмой ZF.

Рис. 1.10. Разрез АКП 6HP-26



Кинематическая схема, примененная в этой автоматической коробке, включает планетарную передачу Ровено, при этом перед основным планетарным рядом установлен еще один планетарный ряд. Совместно они образуют планетарную передачу Лепелетье (Lepelletier). Указанная передача включает три сцепления и три тормоза, при этом реализуется шесть передач переднего хода, а также передача заднего хода. По такой же схеме выполнена АКП Aisin Warner.

Применение представленной шестиступенчатой планетарной коробки передач позволяет улучшить топливную экономичность автомобиля в результате работы двигателя на более экономичных режимах благодаря

$$D_{\text{к}} = \frac{i_0}{i_6} = 6,04$$

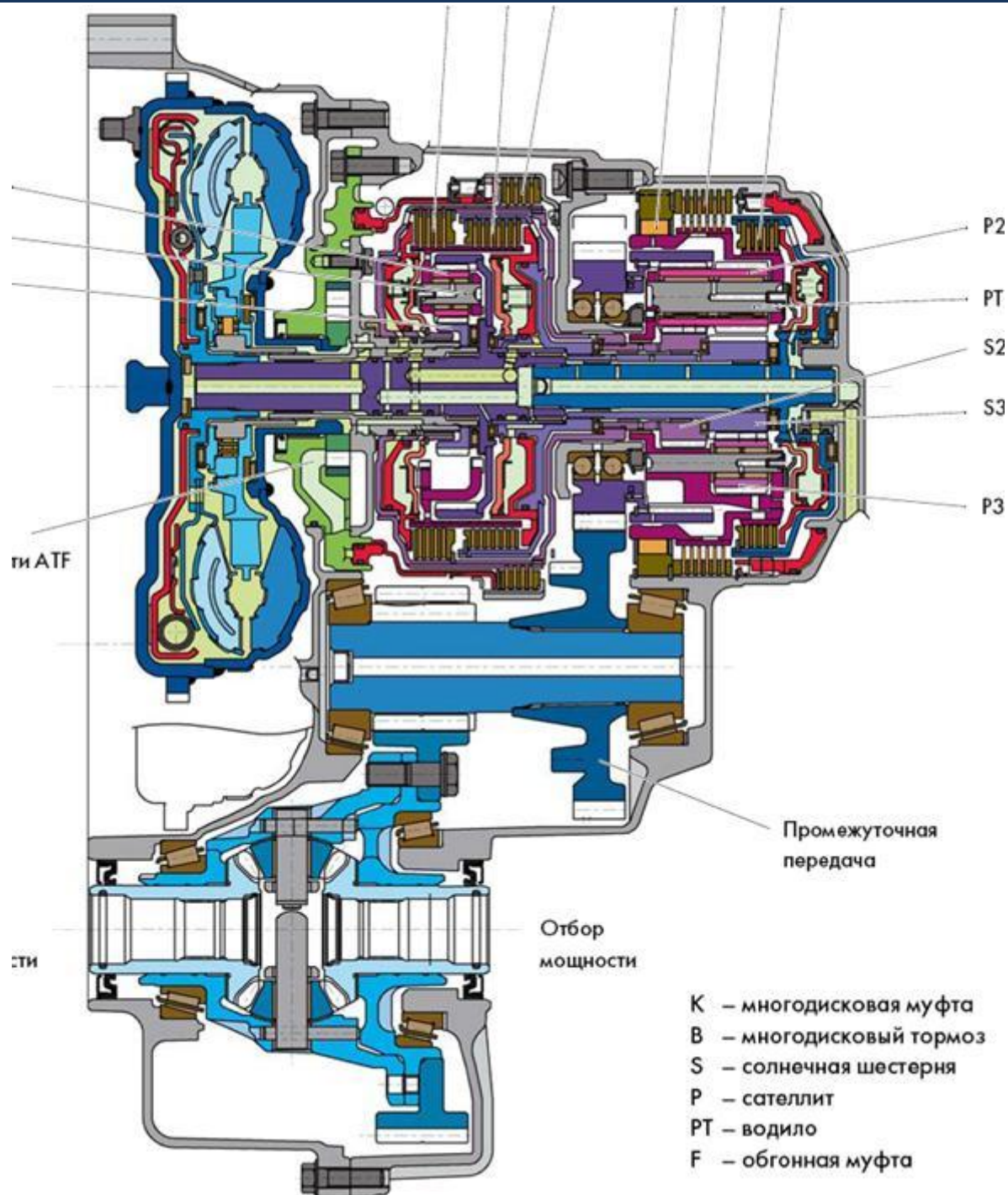
расширению кинематического диапазона до . Одновременно из рассмотрения представленных материалов можно ожидать снижения дисковых потерь во вращающихся отключенных сцеплениях, так как их число уменьшено по сравнению с пятиступенчатыми передачами. По данным производителя коробки снижение расхода топлива составляет до 5-7% по сравнению с ранее применявшейся автоматической коробкой передач ZF-5HP-24.

Одновременно, также благодаря расширению диапазона  $D_{\text{к}}$  и повышению плотности ряда по сравнению с пятиступенчатой передачей, достигается улучшение разгонных качеств автомобиля на 1-5%.

Кроме того, благодаря рациональной схеме данного редуктора и удачным конструкторским решениям, удалось уменьшить число фрикционных элементов, используемых для управления этой коробкой передач. По данным ZF по сравнению с пятиступенчатыми автоматическими коробками новая коробка передач легче на 30 кг и примерно на 50 мм короче. В настоящее время данная коробка передач используется на автомобилях BMW серии 735i и 745i, и автомобилях AUDI. Однако, учитывая серьезные преимущества новой автоматической коробки передач, можно ожидать значительного расширения области ее применения.

По этой же схеме выполнены две АКП фирмы Aisin Warner – для заднеприводных и полноприводных автомобилей и переднеприводных автомобилей.

Разрез АКП Aisin Warner.



Первая устанавливается на автомобилях VW (Tuareg и тд), вторая получила массовое применение на автомобилях VW, Ford, Volvo и тд.

Семиступенчатая автоматическая коробка фирмы Мерседес

(версия 7.22.9)

Семиступенчатая автоматическая коробка фирмы Mercedes была разработана в 2004 г. применительно к автомобилям высшего класса с двигателями до 5-6 л и предназначалась взамен ранее созданной пятиступенчатой коробки (версия 7.22.6), которая была описана выше. Конструкция этой новой коробки включает три планетарных ряда, один из которых сложный и содержит сцепленные сателлиты и две коронные шестерни. При незначительном увеличении габаритов оказалось возможным расширить кинематический диапазон до  $\Delta_k = 6,01$  и одновременно уплотнить ряд передаточных чисел. При этом коробка передач имеет четыре понижающих передачи, прямую передачу и две повышающих. По имеющимся данным это позволило улучшить разгонные качества по сравнению с автомобилями, на которых устанавливается пятиступенчатая автоматическая коробка 722.6 примерно на 5%, особенно в диапазоне 60-120 км/ч, а также улучшить топливную экономичность на 4-5%. Последнее, по-видимому, связано с применением двух повышающих передач. Кроме того, при этом достигается некоторое снижение шума двигателя за счет увеличения времени его работы в зоне оптимальных оборотов.

Вместе с тем можно предположить, что дальнейшее увеличение числа передач более 6-7 на легковых автомобилях нецелесообразно. Так, при 6-7 передачах достигается требуемый кинематический диапазон, а дальнейшее увеличение плотности ряда может ухудшить работу автоматической системы управления ввиду возникновения цикличности, при которой происходит частое переключение передач «вверх-вниз» даже при незначительном изменении сопротивления движению. Кроме того, при этом имеет место усложнение конструкции.

В целом представленный материал показывает, как изменились кинематические схемы и конструкции автоматических коробок передач за последнее время, что в конечном результате позволило улучшить эксплуатационные качества автомобилей и в первую очередь их разгонные качества и топливную экономичность.

АКП Mercedes 722.9.

