

Занятие 55-56.

Устройство механической коробки переключения передач.

Принцип работы МКПП.

Механическая коробка передач (сокращенное название МКПП) пока остается самым распространенным устройством, изменяющим крутящий момент двигателя. Свое название коробка получила от механического (ручного) способа переключения передач.

Механическая коробка передач относится к ступенчатым коробкам, т.е. крутящий момент в ней изменяется ступенями. Ступенью (или передачей) называется пара взаимодействующих шестерен. Каждая из ступеней обеспечивает вращение с определенной угловой скоростью или, другими словами, имеет свое передаточное число.

Передаточным числом называется отношение числа зубьев ведомой шестерни к числу зубьев ведущей шестерни. Разные ступени коробки передач имеют разные передаточные числа. Низшая ступень имеет наибольшее передаточное число, высшая ступень – наименьшее.

В зависимости от числа ступеней различают *четырехступенчатые, пятиступенчатые, шестиступенчатые коробки передач и выше.* Наибольшее распространение на современных автомобилях получила пятиступенчатая коробка передач.

Из всего многообразия конструкций МКПП можно выделить коробки двух основных видов: *трехвальные и двухвальные. Трехвальная коробка передач устанавливается, как правило, на заднеприводные автомобили. Двухвальная механическая коробка передач применяется на переднеприводных легковых автомобилях.* Устройство и принцип работы данных коробок передач имеют существенные различия, поэтому они рассмотрены отдельно.

Устройство трехвальной механической коробки передач

Трехвальная коробка передач состоит из ведущего (первичного), промежуточного, ведомого (вторичного) валов, на которых размещены шестерни с синхронизаторами. В конструкцию коробки также входит механизм переключения передач. Все элементы размещены в картере (корпусе) коробки передач.

Ведущий вал обеспечивает соединение со сцеплением. На валу имеются шлицы для ведомого диска сцепления. Крутящий момент от ведущего вала передается через соответствующую шестерню, находящуюся с ним в жестком зацеплении.

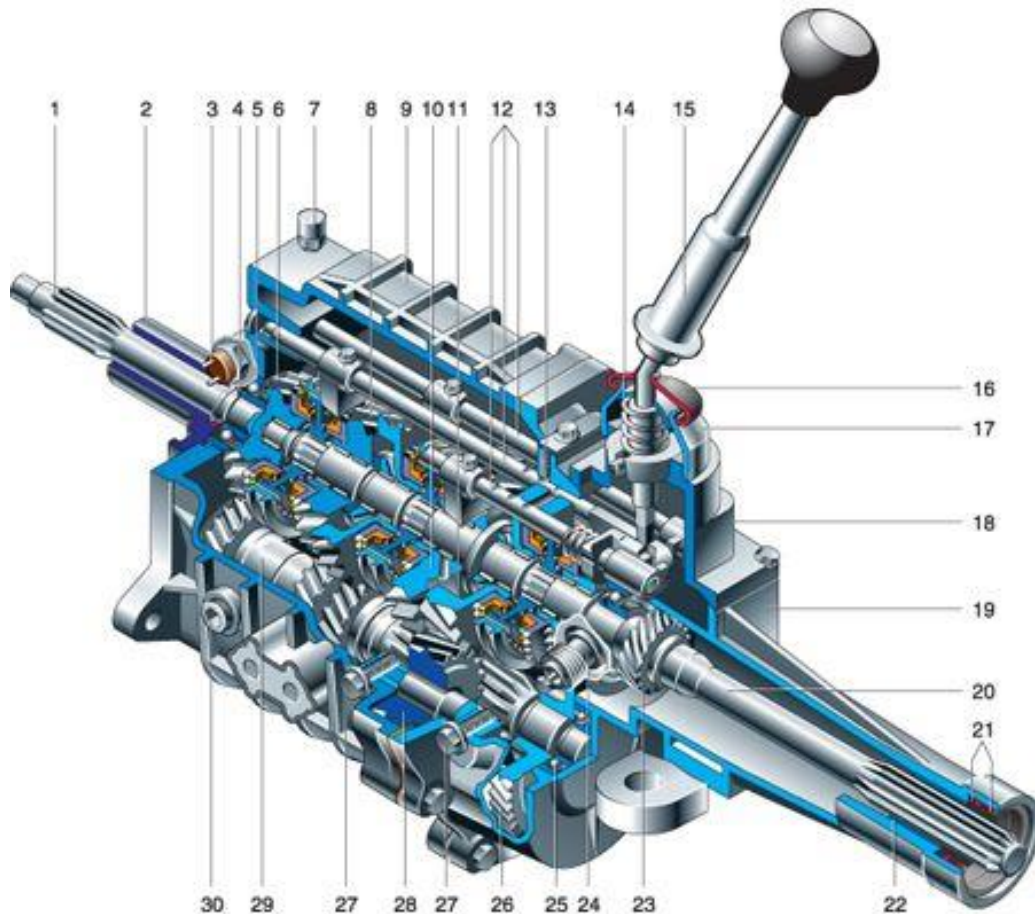


Рисунок 1 - Схема трехвальной механической коробки передач

1. ведущий вал
2. крышка подшипника
3. выключатель света заднего хода
4. манжета ведущего вала
5. задний подшипник ведущего вала
6. шестерня привода промежуточного вала
7. сапун
8. шестерня III передачи
9. передний картер
10. шестерня I передачи
11. шестерня заднего хода
12. штоки переключения передач
13. шарик-фиксатор
14. пружина
15. рычаг переключения
16. защитный уплотнитель
17. колпак рычага
18. корпус рычага переключения
19. задний картер
20. ведомый вал
21. манжеты удлинителя заднего картера
22. втулка
23. шестерня привода спидометра
24. привод спидометра
25. задний подшипник промежуточного вала
26. шестерня V передачи

27. болты крепления оси промежуточной шестерни заднего хода
28. промежуточная шестерня заднего хода
29. промежуточный вал
30. маслозаливная пробка

Промежуточный вал расположен параллельно первичному валу. На валу располагается блок шестерен, находящийся с ним в жестком зацеплении.

Ведомый вал расположен на одной оси с ведущим. Технически это осуществляется за счет торцевого подшипника на ведущем валу, в который входит ведомый вал. Блок шестерен ведомого вала не имеет крепления с валом и поэтому свободно вращается на нем. Блок шестерен промежуточного и ведомого вала, а также шестерня ведущего вала находятся в постоянном зацеплении.

Между шестернями ведомого вала располагаются **синхронизаторы** (другое название - муфты синхронизаторов). Работа синхронизаторов основана на выравнивании (синхронизации) угловых скоростей шестерен ведомого вала с угловой скоростью самого вала за счет сил трения. Синхронизаторы имеют жесткое зацепление с ведомым валом и могут двигаться по нему в продольном направлении за счет шлицевого соединения. На современных коробках передач синхронизаторы устанавливаются на всех передачах.

Механизм переключения трехвальной коробки передач обычно располагается непосредственно на корпусе коробки. Конструктивно он состоит из рычага управления и ползунов с вилками. Для предотвращения одновременного включения двух передач механизм оснащен блокирующим устройством. Механизм переключения передач может также иметь дистанционное управление.

Картер коробки передач служит для размещения конструктивных частей и механизмов, а также для хранения масла. Картер изготавливается из алюминиевого или магниевых сплава.

Принцип работы трехвальной МКПП

При нейтральном положении рычага управления крутящий момент от двигателя на ведущие колеса не передается. При перемещении рычага управления, соответствующая вилка перемещает муфту синхронизатора. Муфта обеспечивает синхронизацию угловых скоростей соответствующей шестерни и ведомого вала. После этого, зубчатый венец муфты заходит в зацепление с зубчатым венцом шестерни и обеспечивается блокировка шестерни на ведомом валу. Коробка передач осуществляет передачу

крутящего момента от двигателя на ведущие колеса с заданным передаточным числом.

Движение задним ходом обеспечивается соответствующей передачей коробки. Изменение направления вращения осуществляется за счет промежуточной шестерни заднего хода, устанавливаемой на отдельной оси.

Устройство двухвальной механической коробки передач

Двухвальная коробка передач состоит из ведущего (первичного) и ведомого (вторичного) валов с блоками шестерен и синхронизаторами. Помимо этого в картере коробки передач размещены главная передача и дифференциал.

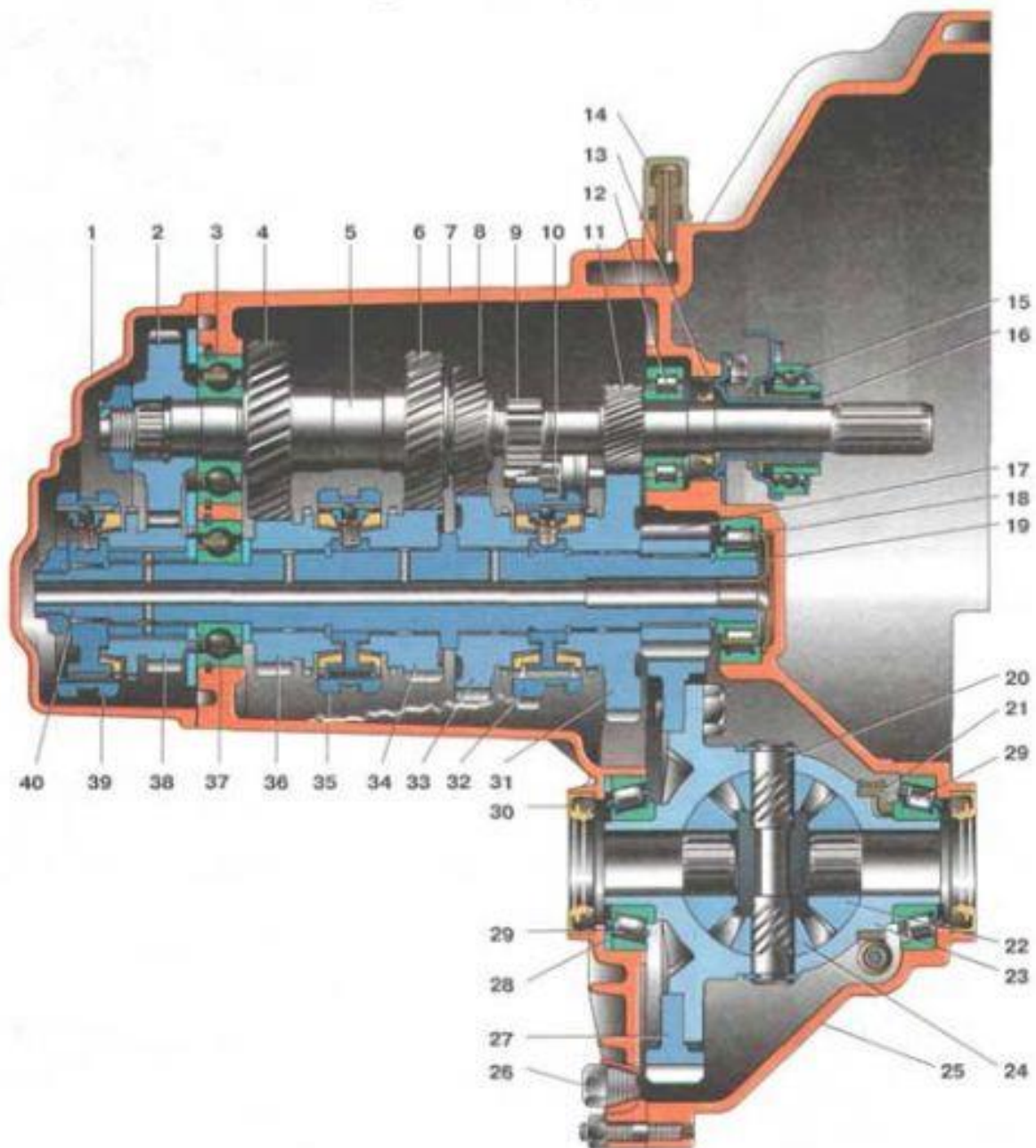


Рисунок 2 - Схема двухвальной механической коробки передач

1. задняя крышка картера коробки передач

2. ведущая шестерня V передачи
3. шариковый подшипник ведущего вала
4. ведущая шестерня IV передачи
5. ведущий вал
6. ведущая шестерня III передачи
7. картер коробки передач
8. ведущая шестерня II передачи
9. шестерня заднего хода
10. промежуточная шестерня заднего хода
11. ведущая шестерня I передачи
12. роликовый подшипник ведущего вала
13. сальник ведущего вала
14. сапун
15. подшипник выключения сцепления
16. направляющая втулка муфты подшипника выключения сцепления
17. ведущая шестерня главной передачи
18. роликовый подшипник ведомого вала
19. маслосборник
20. ось сателлитов
21. ведущая шестерня привода спидометра
22. шестерня полуоси
23. коробка дифференциала
24. сателлит
25. картер сцепления
26. пробка для слива масла
27. ведомая шестерня главной передачи
28. регулировочное кольцо
29. роликовый конический подшипник дифференциала
30. сальник полуоси
31. ведомая шестерня I передачи
32. синхронизатор I и II передач
33. ведомая шестерня II передачи
34. ведомая шестерня III передачи
35. синхронизатор III и IV передач
36. ведомая шестерня IV передачи
37. шариковый подшипник ведомого вала
38. ведомая шестерня V передачи
39. синхронизатор V передачи
40. ведомый вал.

Ведущий вал, также как и в трехвальной коробке, обеспечивает соединение со сцеплением. На валу жестко закреплен блок шестерен.

Параллельно ведущему валу расположен **ведомый вал** с блоком шестерен. *Шестерни ведомого вала находятся в постоянном зацеплении с шестернями ведущего вала и свободно вращаются на валу.* На ведомом валу жестко закреплена ведущая шестерня главной передачи. Между шестернями ведомого вала установлены муфты синхронизаторов.

С целью уменьшения линейных размеров, увеличения числа ступеней в ряде конструкций коробок передач вместо одного ведомого вала устанавливаются два и даже три ведомых вала. На каждом из валов жестко

закреплена шестерня главной передачи, которая находится в зацеплении с одной ведомой шестерней - по сути три главных передачи.

Главная передача и дифференциал передают крутящий момент от вторичного вала коробки к ведущим колесам автомобиля. Дифференциал при необходимости обеспечивает вращение колес с разной угловой скоростью.

Механизм переключения передач двухвальной коробки, как правило, дистанционного действия, т.е. расположен отдельно от корпуса коробки. Связь между коробкой и механизмом может осуществляться с помощью тяг или тросов. Наиболее простым является тросовое соединение, поэтому оно чаще используется в механизмах переключения.

Механизм переключения передач двухвальной коробки состоит из рычага управления, соединенного тросами с рычагами выбора и включения передач. Рычаги в свою очередь соединены с центральным штоком переключения передач с вилками.

Под выбором передачи понимается поперечное движение рычага управления относительно оси автомобиля (движение к паре передач), под включением передачи – продольное движение рычага (движение к конкретной передаче).

Принцип работы двухвальной механической коробки передач

Принцип работы аналогичен трехвальной коробке. Основное отличие заключается в особенностях работы механизма переключения передач.

Движение рычага управления при включении конкретной передачи разделяется на поперечное и продольное. При поперечном движении рычага управления усилие передается на трос выбора передач. Тот, в свою очередь, воздействует на рычаг выбора передач. Рычаг осуществляет поворот центрального штока вокруг оси и, тем самым, обеспечивает выбор передач.

При дальнейшем продольном движении рычага усилие передается на трос переключения передач и далее на рычаг переключения передач. Рычаг производит горизонтальное перемещение штока с вилками. Соответствующая вилка на штоке перемещает муфту синхронизатора и осуществляет блокирование шестерни ведомого вала. Крутящий момент от двигателя передается на ведущие колеса.

Синхронизатор коробки передач

Все современные механические коробки передач, а также роботизированные коробки передач являются синхронизированными. В таких коробках для того, чтобы включить передачу, производится выравнивание частоты вращения вала и шестерни. Синхронизацию обеспечивает одноименное устройство – **синхронизатор**. Помимо плавного переключения передач синхронизатор снижает износ механического

соединения, шум при переключении и, тем самым, увеличивает срок службы коробки передач.

Синхронизаторами оборудуются все передачи коробки передач легкового автомобиля, в том числе передача заднего хода. *Принцип действия синхронизатора основан на использовании сил трения при выравнивании скоростей. Чем выше разница в частотах вращения вала и шестерни, тем больше должна быть величина силы трения для их синхронизации.* Выполнение данного условия достигается путем увеличения площади поверхности соприкосновения – установкой дополнительных фрикционных колец.

Устройство синхронизатора

Синхронизатор состоит из ступицы с сухарями, муфты включения, блокирующего кольца и шестерни с фрикционным конусом. В конструкции коробки передач один синхронизатор обслуживает две передачи (шестерни).

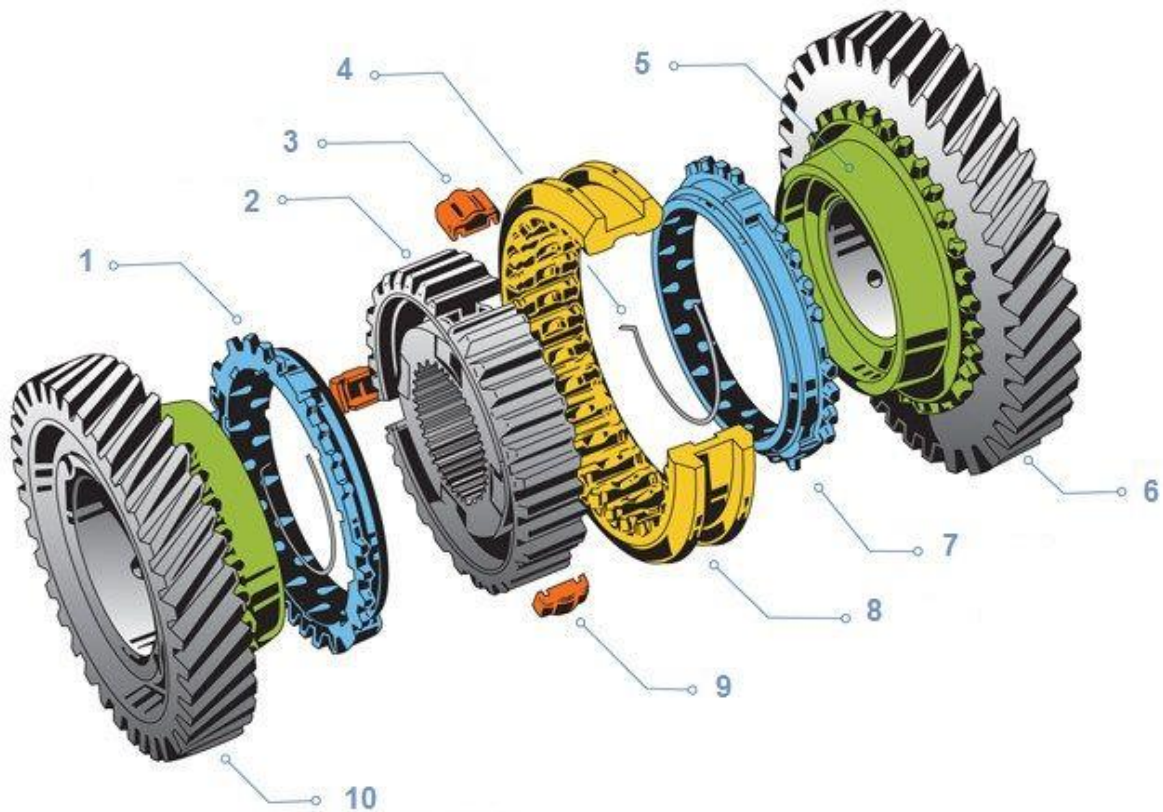


Рисунок 3 - Схема синхронизатора

1. блокирующее кольцо
2. ступица
3. сухарь
4. кольцевая пружина
5. фрикционный конус шестерни
6. шестерня
7. блокирующее кольцо
8. муфта синхронизатора
9. сухарь

10. шестерня

Конструктивной основой синхронизатора является ступица. Она имеет внутренние и наружные шлицы. С помощью внутренних шлицев ступица соединяется с вторичным валом коробки передач и имеет возможность осевого перемещения по нему в разные стороны. Наружные шлицы соединяют ступицу с муфтой включения.

По окружности ступицы под углом 120° выполнены три паза, в которые установлены подпружиненные сухари. В синхронизаторе сухари нажимают на блокирующее кольцо при включении передачи и способствуют блокировке муфты на этапе синхронизации.

Муфта включения (другое название – муфта синхронизатора) обеспечивает жесткое соединение вала и шестерни. Муфта насажена на ступицу и имеет внутренние шлицы. На шлицах выполнена кольцевая проточка, в которой размещаются выступы сухарей. Снаружи муфта синхронизатора соединяется с вилкой коробки передач.

Блокирующее кольцо обеспечивает синхронизацию и препятствует замыканию муфты до момента выравнивания скоростей вала и шестерни. С внутренней стороны блокирующее кольцо имеет коническую поверхность, которая взаимодействует с фрикционным конусом шестерни. Снаружи блокирующее кольцо имеет шлицы, с помощью которых производится блокировка муфты включения.

На торцевой поверхности блокирующего кольца со стороны ступицы выполнено три паза, в которые входят сухари ступицы. Пазы препятствуют прокручиванию кольца при соприкосновении с фрикционным конусом (в них упираются сухари). Размер пазов в 1,5 раза превышает размер сухарей. В некоторых конструкциях синхронизаторов, наоборот, на блокирующем кольце выполнены выступы, а пазы – в ступице.

Для увеличения поверхности соприкосновения, снижения усилия при переключении передач применяются многоконусные синхронизаторы: двухконусный, трехконусный. Например, в трехконусном синхронизаторе помимо блокирующего (наружного) кольца устанавливается еще внутреннее и промежуточное кольца. Для предотвращения проворачивания на кольцах выполнены выступы, которые фиксируются в пазах шестерни и блокирующего кольца.

Таким образом, в трехконусном синхронизаторе созданы три поверхности трения: между конусом шестерни и внутренним кольцом, между внутренним и промежуточным кольцом, между промежуточным и блокирующим кольцом. В зависимости от конструкции в одной коробке

передатки могут устанавливаться синхронизаторы с различным числом конусов.

Работа синхронизатора

В нейтральном положении рычага коробки передач муфты синхронизаторов находятся в среднем положении, шестерни на ведомом валу вращаются свободно, поток мощности не передается.

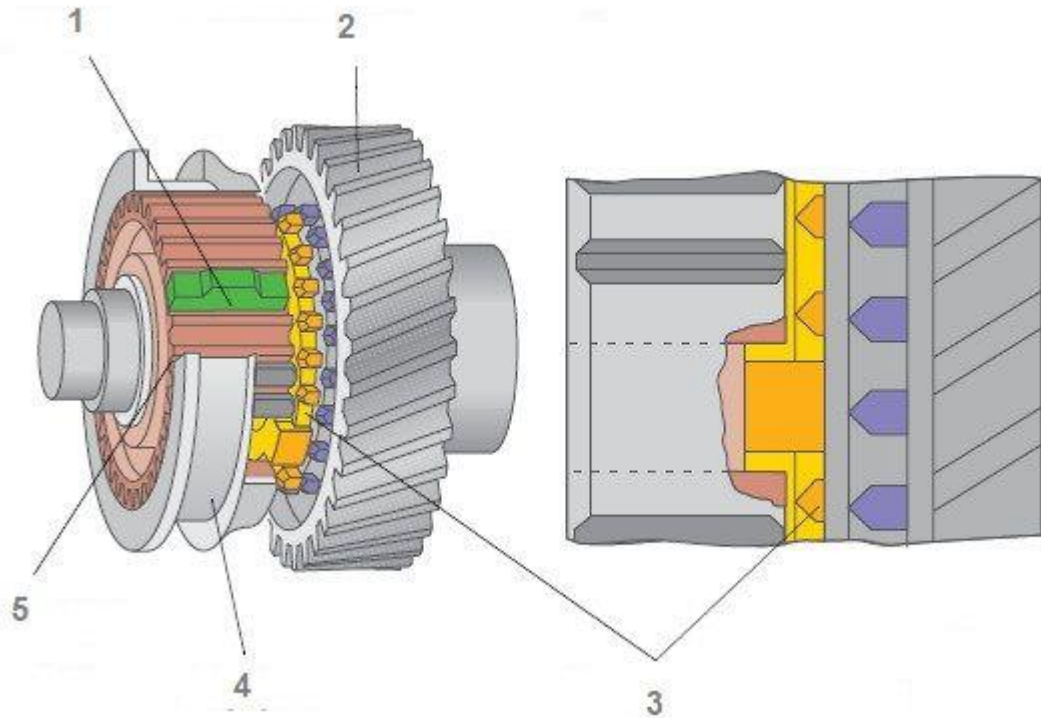


Рисунок 4 - Исходное положение синхронизатора

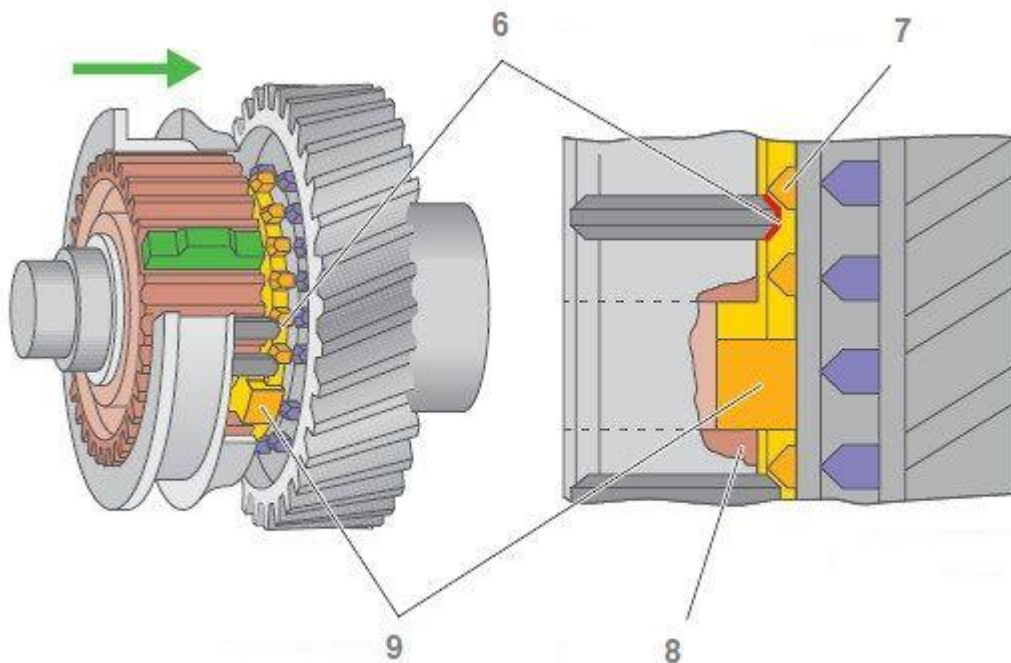


Рисунок 5 - Синхронизация

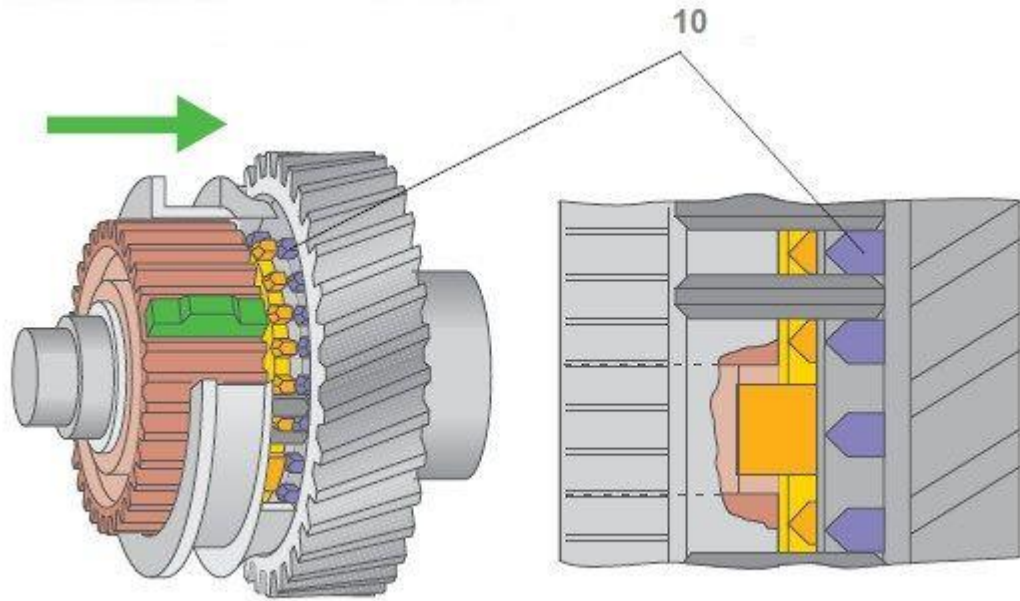


Рисунок 6 - Включение передачи

1. сухарь
2. включаемая шестерня
3. блокирующее кольцо
4. муфта синхронизатора
5. ступица
6. торец шлица муфты синхронизатора
7. торец шлица блокирующей муфты
8. паз в ступице
9. выступ блокирующего кольца
10. зубчатый венец шестерни

При включении передачи вилка перемещает муфту синхронизатора из среднего положения в направлении шестерни. Вместе с муфтой сдвигаются сухари, которые воздействуют на блокирующее кольцо. Кольцо прижимается к конусу шестерни. На поверхности возникает сила трения, которая поворачивает кольцо до упора сухарей в пазах кольца (кольцо стопорится от проворачивания). В этом положении блокирующее кольцо препятствует дальнейшему продвижению муфты синхронизатора по оси вала, так как торцы шлицев блокирующего кольца располагаются напротив торцов шлицев муфты.

Далее под действием сил трения происходит синхронизация скоростей шестерни и ведомого вала. Когда скорости выравнены, под нажимом шлицев муфты блокирующее кольцо поворачивается в противоположную сторону, блокировка муфты снимается, шлицы муфты свободно проходят для зацепления с венцом шестерни. Происходит жесткое соединение вторичного вала коробки передач и шестерни.

Несмотря на множество операций, весь процесс синхронизации и включения передачи занимает доли секунды.