

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

(наименование института)

**Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»**

(наименование)

**23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**Автомобили и тракторы**

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему: «Устройство и принцип работы коробки передач с вариатором»  
с использованием мультимедийных технологий.

Студент

**Д.В. Голубцов**

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

**канд.техн.наук, доцент В.А. Ивлиев**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

**канд.пед.наук, доцент С.А. Гудкова**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## Аннотация

Выпускная квалификационная работа (дипломный проект) на тему «Разработка лабораторной работы «Устройство и принцип работы коробки передач с вариатором» с использованием мультимедийных технологий». Объём 80 стр., 2 раздела, 96 рисунков, 2 таблицы, 37 источников, 1 видеоматериал, 2 приложения. Объектом разработки является лабораторная работа для студентов очной формы обучения специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Цель выпускной квалификационной работы – разработка лабораторной работы с теоретической и практической частью, а также с видеоматериалом, позволяющим детально разобраться с конструкцией автоматической коробки передач с вариатором.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать теоретическую часть, в которой будет проведен обзор и анализ конструкций коробок передач;
- разработать технологическую карту сборки коробки передач;
- подготовить видеоматериал по конструкции, принципу работы и сборке коробки передач VT2.

Пояснительная записка содержит: введение, два раздела, заключение, список использованных источников, приложение А, приложение Б.

Первый раздел содержит конструкцию и устройство элементов трансмиссии: КПП.

Во втором разделе подробно разработана инструктивно технологическая карта сборки коробки передач.

## **Abstract**

The theme of the graduation project is: «Disassembling-assembling a variator gearbox» using multimedia technologies.

Quantitative characteristics of work:

- Number of pages: 80

- Number of tables: 2

Graduation project includes three sections.

1. Development of the laboratory work « Disassembling-assembling a variator gearbox» using multimedia technologies.

The purpose of the laboratory work is: to study common malfunctions of transmission elements; to acquire skills in disassembling and assembling the transfer case; studying the methods of detection and combining the details of the transfer case, the acquisition of skills in disassembling and assembling transfer cases; viewing the transfer case assembly video.

2. Development of the technological process of disassembly-assembly transfer case.

A table with step-by-step instructions for the implementation of the process.

## Содержание

Введение.....	5
1. Разработка лабораторной работы «Устройство и принцип работы коробки передач с вариатором».....	7
2. Визуализация технологического процесса сборки коробки передач с вариатором VT2.....	57
Заключение .....	77
Список используемых источников.....	78
Приложение А Тестирование для получения допуска.....	82
Приложение Б Вопросы для защиты лабораторной работы.....	83

## Введение

Коробка передач в автомобиле с двигателем внутреннего сгорания является наиважнейшим узлом, эксплуатация без которого не представляется возможным. Коробка передач служит для изменения крутящего момента, передаваемого от двигателя на элементы трансмиссии и ведущие колеса, а так же изменения его направления. Поэтому ее можно считать основным агрегатом трансмиссии автомобиля.

Настоящая работа посвящена разработке лабораторной работы «Устройство и принцип работы коробки передач с вариатором» с использованием мультимедийных технологий, что модифицирует учебный процесс. В связи с чем, материалы, приведенные в данной работе, являются актуальными.

Патент на вариатор был выдан в конце XIX века. Более того, первый вариатор придуман и вовсе в 1490 году. Его автором оказался Леонардо да Винчи.

Первый работоспособный автомобиль с этим типом трансмиссии появился в 1950-х годах.

Целью данной работы является изучение устройства и принципа работы коробки передач с вариатором, приобретение знаний, умений и навыков в разработке технологических процессов сборки данной коробки передач и применение полученных знаний на практике при выполнении операций, прописанных в технической карте.

Задачами работы являются:

- изучение материальной базы, общих сведений, особенности конструкций и эксплуатаций современных трансмиссий;
- изучение устройства и принципа работы коробки передач с вариатором;
- освоение практических навыков в процессе сборки/разборки данной коробки передач;

- просмотр мультимедийного пособия, в результате которого происходит освоение процесса сборки коробки передач;
- исходя из просмотренного видеоматериала – составление технологического процесса сборки.

# **1. Разработка лабораторной работы «Устройство и принцип работы коробки передач с вариатором».**

## **1.1 Цель и задачи работы**

Цель работы: приобретение знаний, умений и навыков в разработке технологических процессов сборки коробки передач VT2 и их применение на практике при выполнении операций, прописанных в технической карте. Изучение устройства и принципа работы автоматической коробки передач с вариатором.

Задачи работы:

- домашняя подготовка, включающая в себя изучение материальной базы, общих сведений, особенности конструкций и эксплуатаций современных трансмиссий;
- изучение устройства и принципа работы коробки передач VT2 с использованием мультимедийного пособия;
- разработка технологической карты сборки коробки передач VT2 (на основе просмотренного видеоматериала);
- применение полученных знаний в практической части лабораторной работы при разборке-сборке коробки передач.

## **1.2 План лабораторной работы**

Лабораторная работа выполняется с помощью данной методички и приложенного видеоматериала. В ходе выполнения работы необходимо следовать плану:

1) Получение допуска. Для этого необходимо изучить теоретический материал, представленный в методических указаниях, после чего пройти тестирование для допуска (Приложение А).

2) Разработка технологии сборки коробки передач:

- просмотреть видеоролик со звуком;
- заполнить технологическую карту, повторно просматривая видеоролик без звука.

3) Выполнение практической части лабораторной работы:

- произвести разборку коробки передач VT2;
- произвести сборку коробки передач VT2 согласно разработанной технологической карты;

4) Оформление отчета о лабораторной работе. В отчете необходимо заполнить технологическую карту.

5) Защита лабораторной работы. После оформления отчета и проверки его преподавателем, проходит защита лабораторной работы. Для этого необходимо ответить на вопросы, представленные в Приложении Б.

### **1.3 Правила безопасности при выполнении лабораторной работы**

По мере проведения лабораторной работы необходимо придерживаться следующих правил и указаний по безопасности:

- к лабораторной работе допускаются только студенты, получившие соответствующий допуск у преподавателя;
- необходимо жестко зафиксировать коробку передач на кантователь;
- к работе разрешено приступить только после проверки крепления преподавателем.



## 1.4 ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В данной лабораторной работе используется следующее оборудование:

- кантователь коробки передач;
- верстак;
- тиски для слесарных работ;
- монтажные лопатки;
- керн;
- набор торцевых ключей;
- набор накидных ключей;
- молоток;
- динамометрический ключ;
- моечная установка;
- тара для слива масла;
- трансмиссионное масло;
- ударная отвертка;
- набор слесарных бородков.

## 1.5 Общие сведения с теоретическим материалом.

Коробка переключения передач является неотъемлемой частью любого автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Назначение коробки передач - передача и преобразование крутящего момента с двигателя на колеса, а также осуществление отбора мощности на привода других агрегатов и дополнительного оборудования. Этот процесс позволяет обеспечить оптимальную силу тяги и скорость движения автомобиля, а также движение задним ходом. Более того коробка помогает разъединять коленчатый вал двигателя от ведущих колес, что обеспечивает холостой ход автомобиля или его полную остановку.

Нужно отметить, что коробки передач получили распространение не только в транспортных средствах. Широко применяют коробки переключения в промышленных механизмах, станках на производстве.

С момента появления автомобилей на дорогах производители совершенствовали не только двигатели, но и коробки переключения передач. Развитие данного направления привело к появлению современных автомобилей с разными видами трансмиссий.

Виды трансмиссий:

1. Механическая КП;
2. Гидромеханическая КП;
3. Роботизированная КП;
4. Автоматическая КП с вариатором (бесступенчатая).

В двигателе внутреннего сгорания выделяющиеся при сгорании топлива газы давят на поршень, и через преобразующий механизм выполняют механическую работу по вращению коленчатого вала двигателя. Затем эта работа используется для вращения ведущих колес автомобиля. Любой двигатель обладает определенной мощностью и крутящим моментом. Большинство людей при оценке автомобиля в первую очередь обращают внимание на мощность его двигателя и не очень интересуются крутящим

моментом, хотя его значение существенно влияет на поведение автомобиля на дороге. Крутящий момент на вале двигателя представляет собой произведение величин силы и длины плеча ее действия.

Современной единицей измерения крутящего момента является ньютонметр (Н•м). Крутящий момент, создаваемый двигателем, зависит от рабочего давления внутри цилиндра двигателя, площади поршня, радиуса кривошипа коленчатого вала и ряда других параметров. Поскольку время воздействия давления газов на поршень изменяется при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя, крутящий момент также изменяется.

Если умножить величину крутящего момента, соответствующую определенной частоте вращения вала двигателя, на его угловую скорость, получим значение мощности двигателя, развиваемой при этой скорости. Начиная с XVIII в., единицей измерения мощности была лошадиная сила. Современной международной единицей измерения мощности является киловатт(кВт). При этом лошадиную силу (л. с.) довольно часто продолжают указывать в технических характеристиках автомобильных двигателей. Для того, чтобы перевести мощность, указанную в киловаттах, в лошадиные силы, нужно умножить ее значение на 1,34.

Профессиональные автомобилисты для оценки работы двигателя используют скоростные характеристики, которые представляют собой зависимость крутящего момента двигателя и его мощности от угловой скорости или частоты вращения его вала, они называются «скоростные характеристики двигателя». Скоростные характеристики реальных двигателей получают при их испытаниях на специальных стендах. Очевидно, что значения показателей двигателя будут зависеть от количества поступающего в двигатель топлива, то есть от положения педали «газа». Зависимость скорости автомобиля, полученная при максимальной подаче топлива в цилиндры двигателя, называется внешней скоростной характеристикой (ВСХ) (рисунок 1).

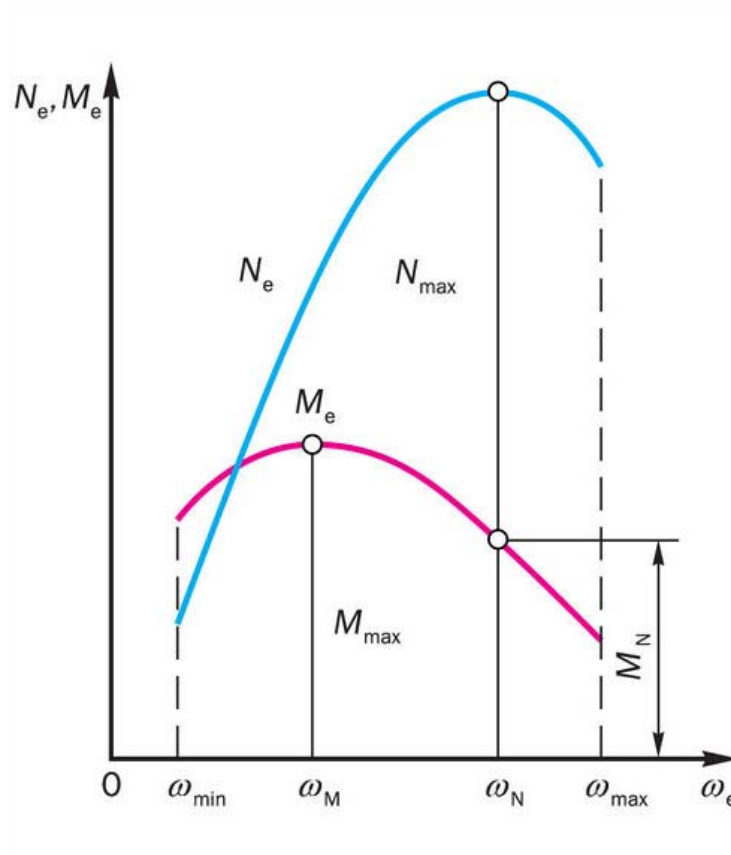


Рисунок 1 – график внешней скоростной характеристики.

На графике внешней скоростной характеристики отмечаются минимальные и максимальные обороты коленчатого вала двигателя. Как можно заметить из приведенной скоростной характеристики ДВС, крутящий момент достигает своего максимального значения при средних оборотах вала, а затем, при дальнейшем увеличении частоты вращения, снижается. Хорошо это или плохо? Давайте представим себе автомобиль, который движется по ровной горизонтальной дороге с максимальной скоростью, а его двигатель имеет такую кривую изменения крутящего момента.

Максимальная скорость наступает при оборотах двигателя, близких к наибольшим, когда сила, приложенная к ведущим колесам автомобиля и соответствующая крутящему моменту двигателя при этих оборотах, увеличенному с помощью трансмиссии, уравнивается с силами сопротивления движению, действующими на автомобиль. Если на дороге перед этим автомобилем возникнет даже небольшой подъем, сила сопротивления

увеличится, а обороты двигателя уменьшатся. Что же произойдет при этом с крутящим моментом двигателя?

Из скоростной характеристики можно заметить, что уменьшение оборотов двигателя приведет к небольшому увеличению крутящего момента. Если подъем на дороге не очень велик, то этого увеличения крутящего момента, подводимого к ведущим колесам, может хватить для его преодоления без перехода на более низкую передачу в трансмиссии автомобиля. Другими словами, двигатель с падающей характеристикой крутящего момента хорошо приспособливается к увеличению сопротивления движению автомобиля. Причем, чем круче опускается кривая момента на скоростной характеристике при увеличении угловой скорости вращения вала двигателя, тем лучшей приспособляемостью он обладает.

Электрический двигатель имеет максимальное значение крутящего момента при минимальных оборотах, и при их увеличении крутящий момент постоянно снижается. Поэтому у электромобиля трансмиссия значительно упрощается — ему не нужна коробка передач. Любой автомобильный двигатель представляет собой совокупность механизмов и систем.

Основными механизмами четырехтактного поршневого двигателя внутреннего сгорания являются кривошипно-шатунный механизм (КШМ) и газораспределительный механизм (ГРМ).

### **1.5.1 Устройство и принцип работы механической КП.**

Механическая коробка передач успешно используется в автомобилях не одно десятилетие. Она и сегодня остается самым популярным видом трансмиссии.

Для чего вообще автомобилю нужна трансмиссия? Сила, вырабатываемой двигателем, подается через систему трансмиссии на

ведущие колеса. Основная функция трансмиссии заключается в управлении скоростью и крутящим моментом ведущих колёс при различных условиях движения автомобиля. Например, если вам нужно ехать в гору, то крутящий момент должен быть больше (рисунок 2).

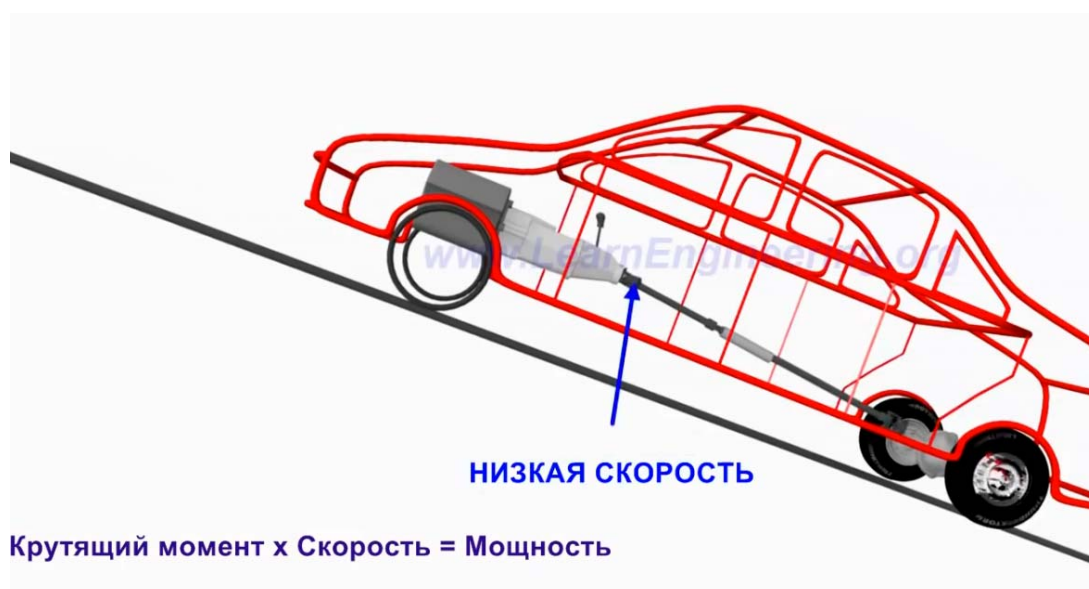


Рисунок 2 – автомобиль едет в гору.

Снижая скорость с помощью коробки передач, можно увеличить крутящий момент при неизменной мощности двигателя и наоборот, если нет необходимости в большем крутящем моменте – можно увеличить скорость движения.

Внутренний механизм механической трансмиссии основывается на простом принципе передаточного отношения (рисунок 3).

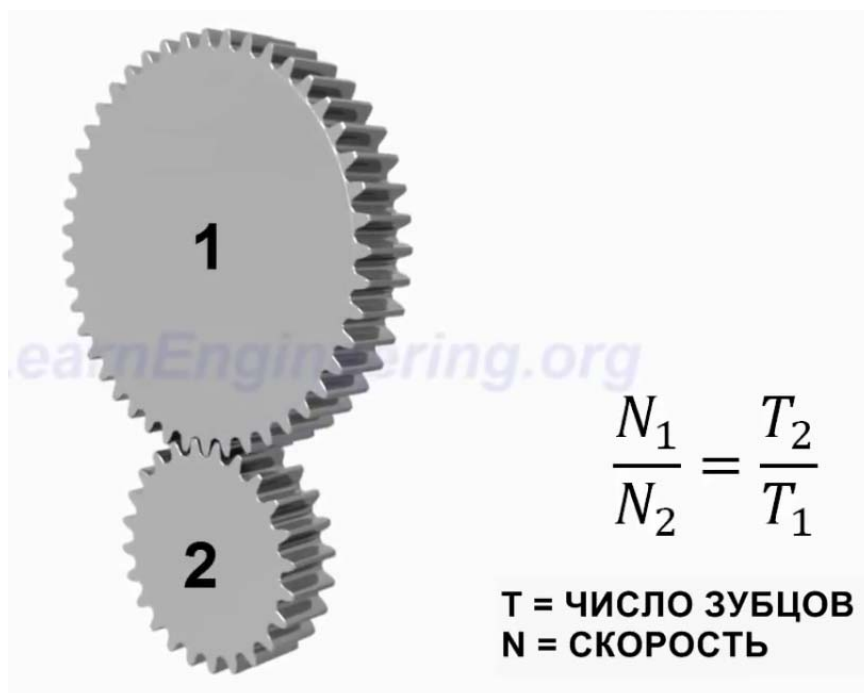


Рисунок 3 – принцип передаточного отношения.

Основной механизм передачи крутящего момента в механической коробке передач - это входной и выходной валы, соединённые между собой шестернями и промежуточным валом (рисунок 4).

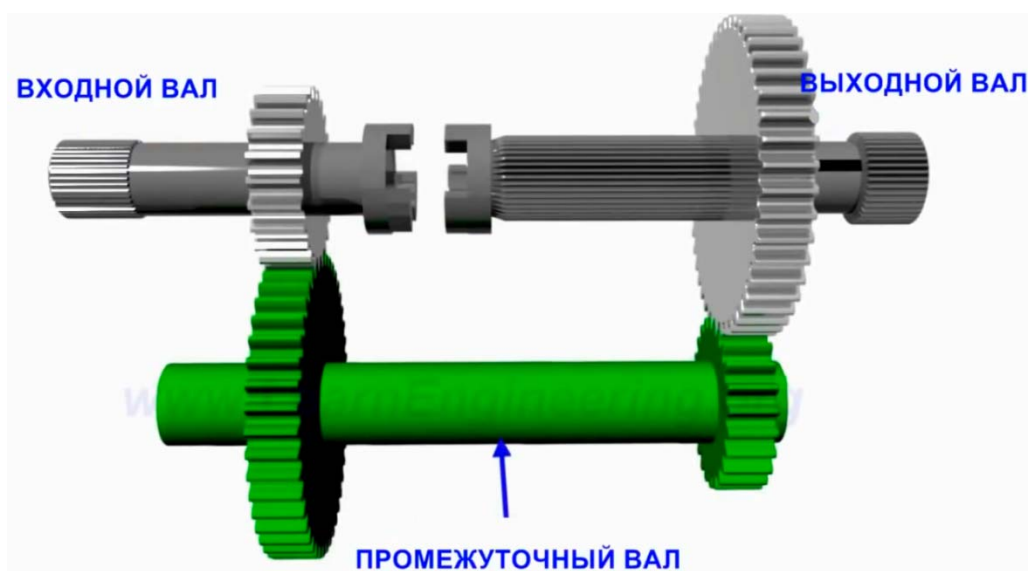


Рисунок 4 –принципиальная схема механической коробки передач.

Перемещением шестерней можно изменить передаточное отношение. Такой тип трансмиссии называется коробкой передач с передвижными каретками (рисунок 5,6,7).

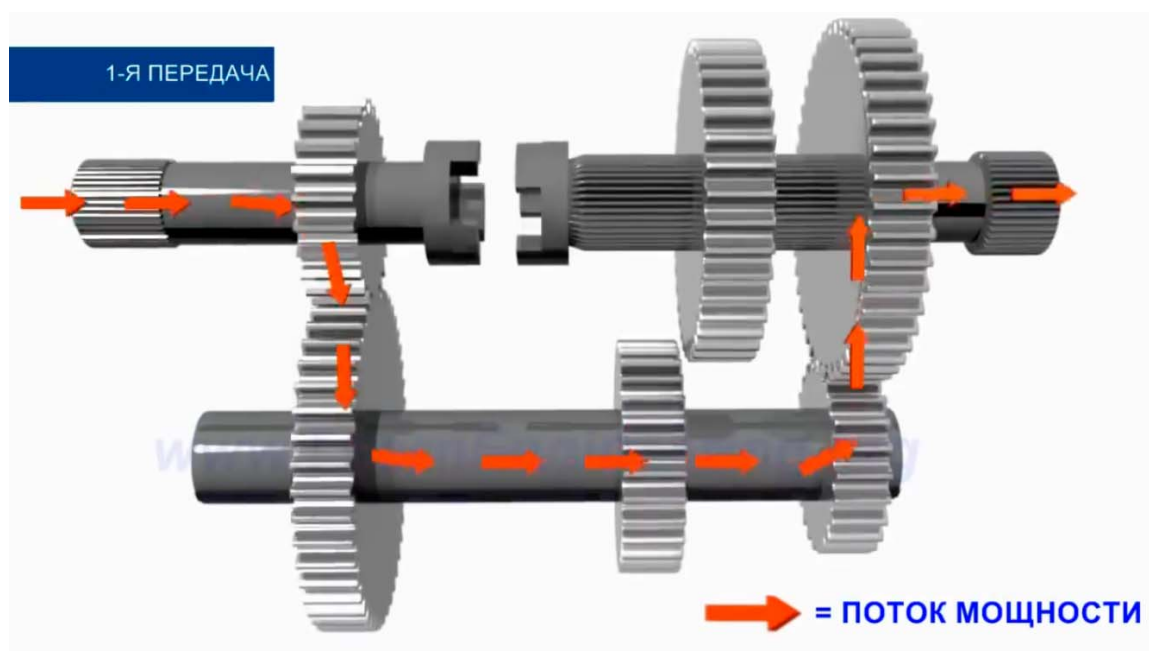


Рисунок 5 – принцип изменения передаточного отношения (включена первая передача).

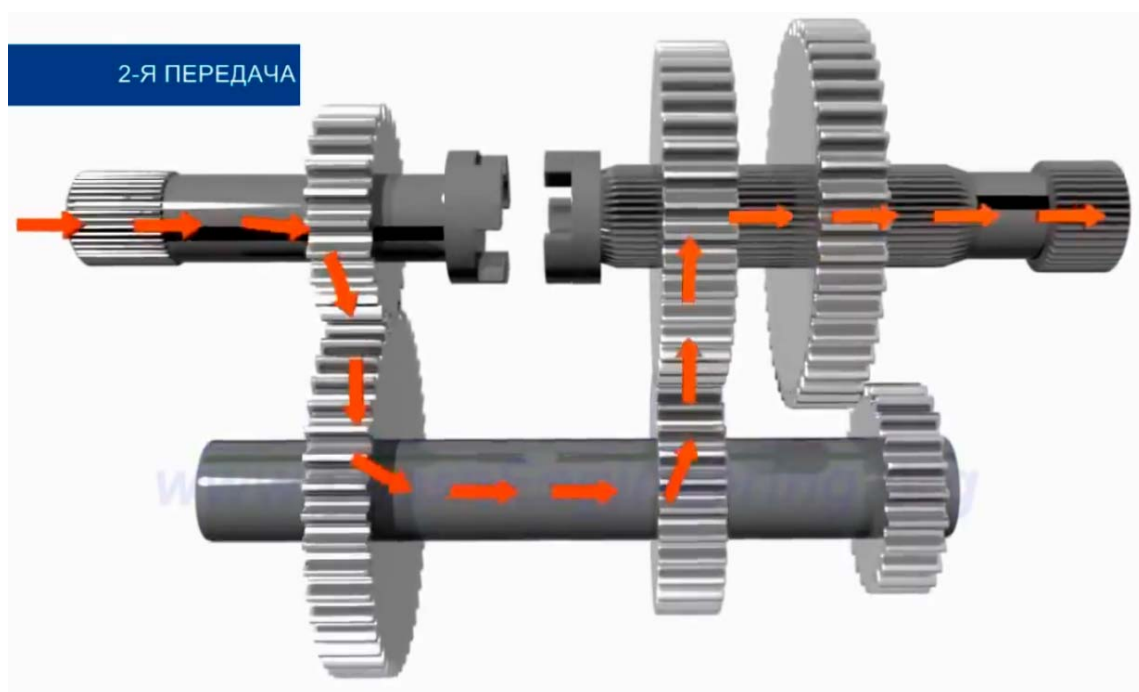


Рисунок 6 – принцип изменения передаточного отношения (включена вторая передача).



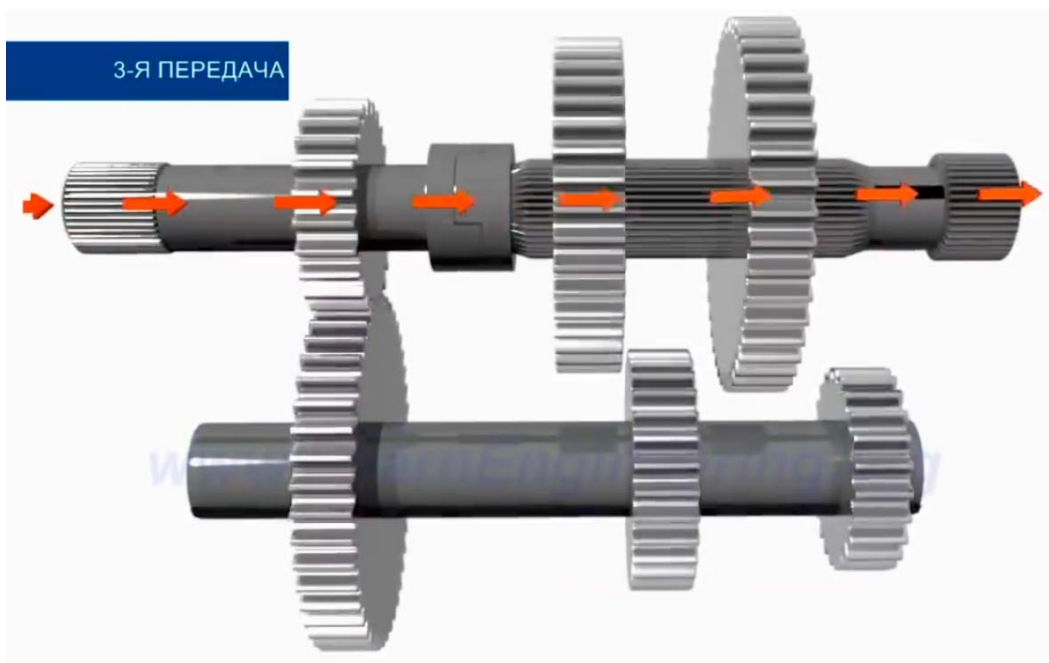


Рисунок 7 – принцип изменения передаточного отношения (включена прямая передача).

Данный принцип имеет определённый недостаток - процесс соединения шестерней усложняется из-за необходимости установить их на шлицы и уравнять частоту вращения ведущей и ведомой шестерни.

Коробка передач с шестернями постоянного зацепления позволяет решить эту проблему (рисунок 8).

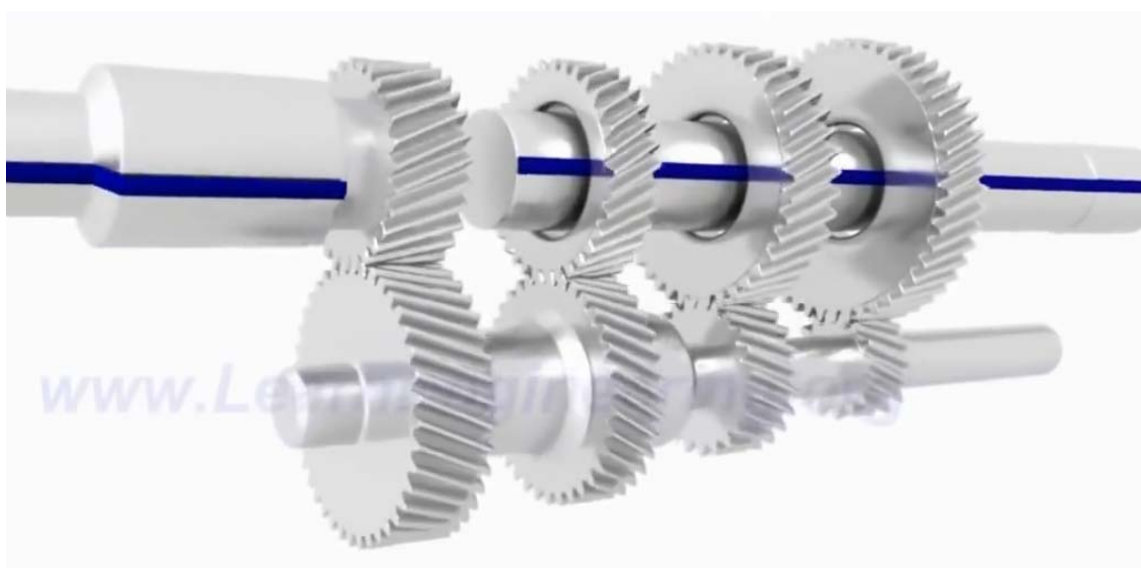


Рисунок 8 – схема коробки передач с постоянным зацеплением шестерней.

В данном случае шестерни всегда находятся в зацеплении, а ведомые шестерни свободно вращаются на валу (между ними и валом, как правило, стоят игольчатые подшипники). Если подключить к валу только одну шестерню, то он будет вращаться со скоростью, задаваемой этой шестерней (рисунок 9,10,11,12,13).

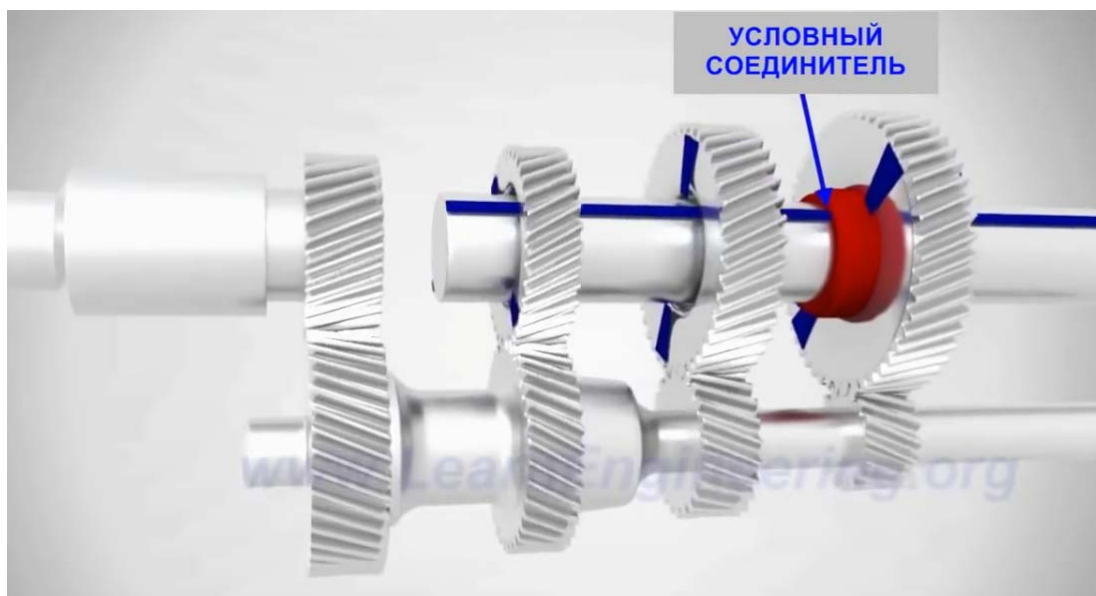


Рисунок 9 – схема соединения ведомой шестерни с валом.

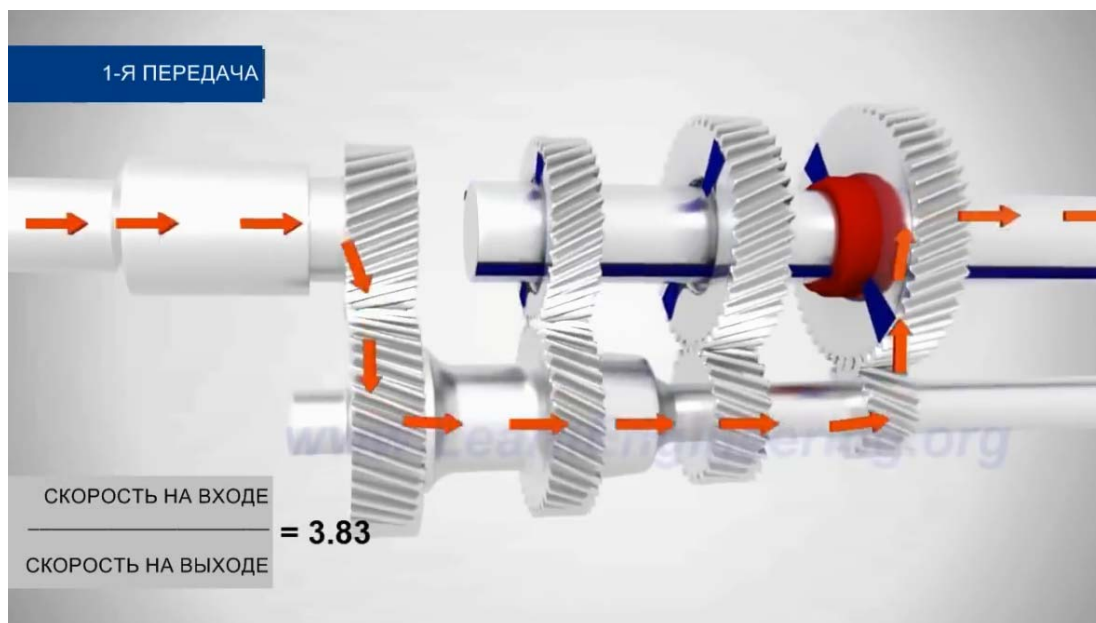


Рисунок 10 – схема передачи крутящего момента при включении первой передачи.

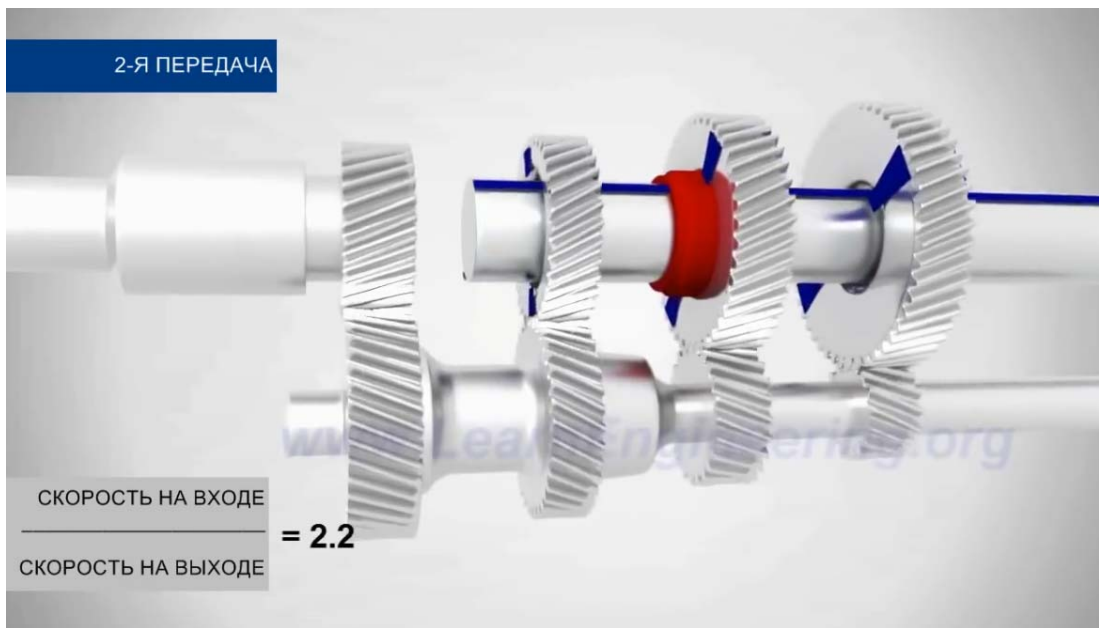


Рисунок 11 – схема передачи крутящего момента при включении второй передачи.

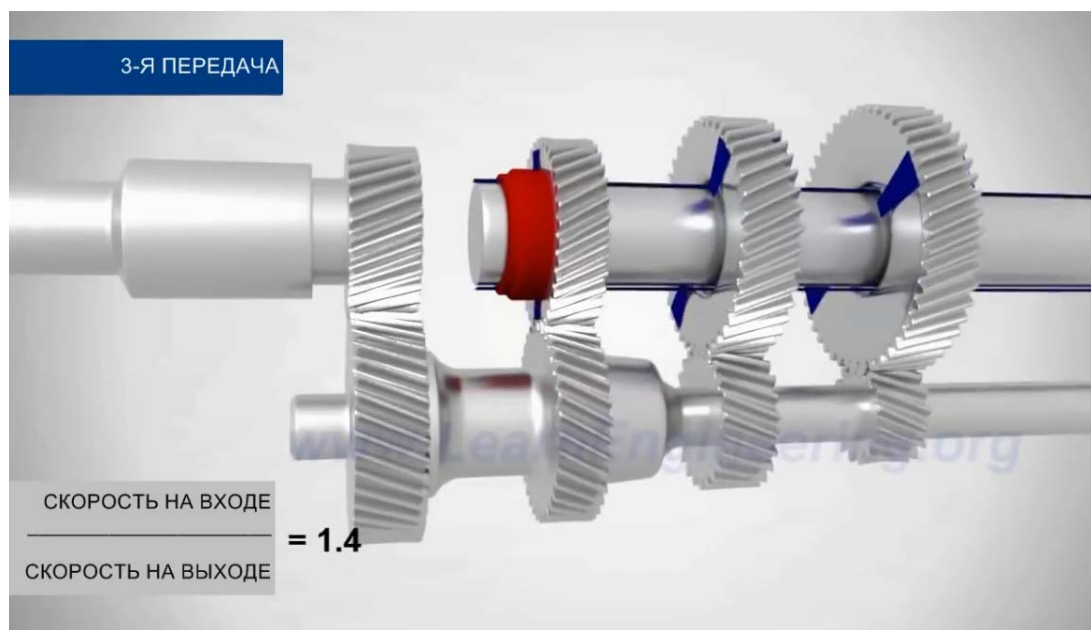


Рисунок 12 – схема передачи крутящего момента при включении третьей передачи.

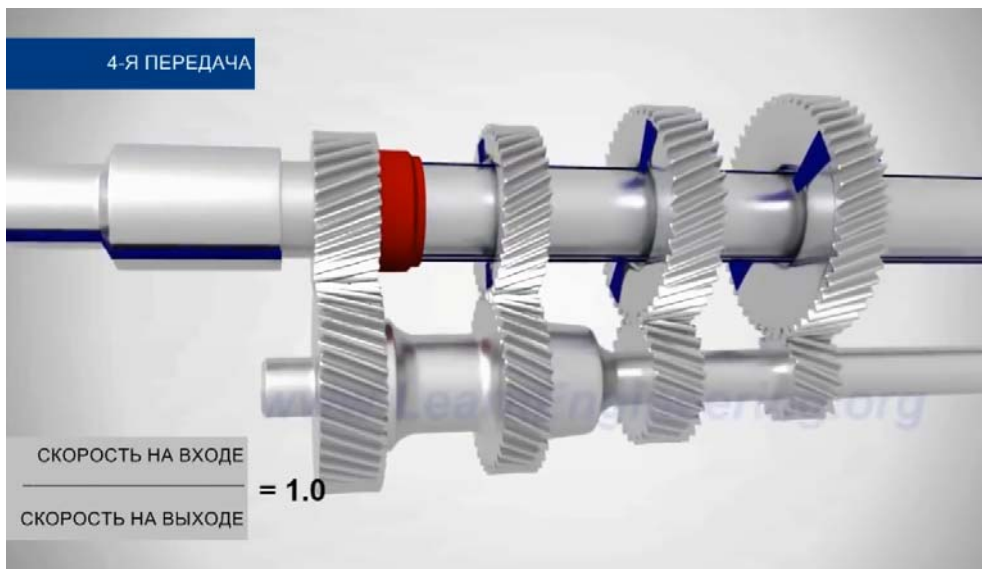


Рисунок 13 – схема передачи крутящего момента при включении четвертой передачи.

В четвёртой передаче входной и выходной валы связаны непосредственно (рисунок 13).

Для плавного соединения шестерен и валов необходимо обеспечить одинаковую частоту их вращения. Для этого используется синхронизатор с конусом и блокирующим кольцом (рисунок 14).

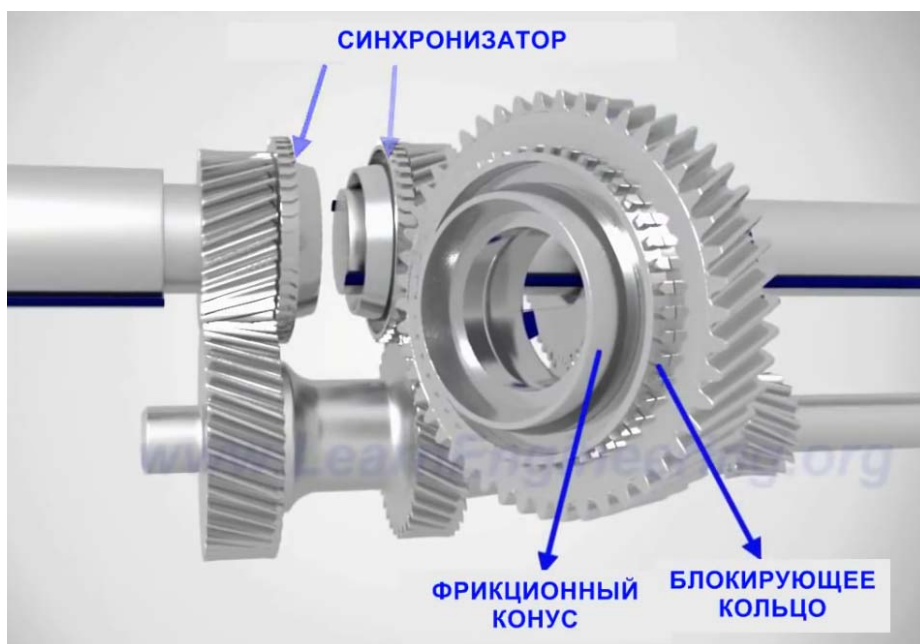


Рисунок 14 – устройство синхронизатора.

Муфта может свободно перемещаться по ступице, которая жестко закреплена на валу (рисунок 15).

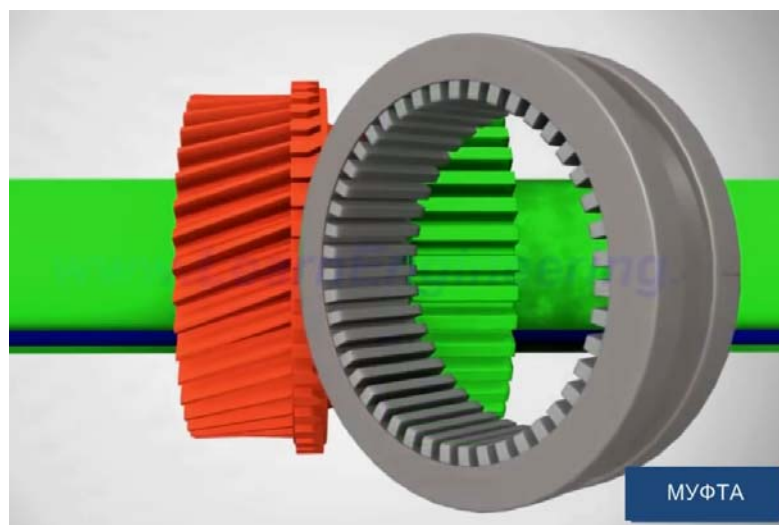


Рисунок 15 – муфта.

При перемещении муфты блокирующее кольцо синхронизатора помогает уравнивать скорости шестерни и вала.

При этом силовой поток к передаче отсутствует, так как выключается сцепление и, при перемещении муфты, она прижимает блокирующее кольцо к конусу синхронизатора, который выполнен как единое целое с ведомой шестерней (рисунок 17).

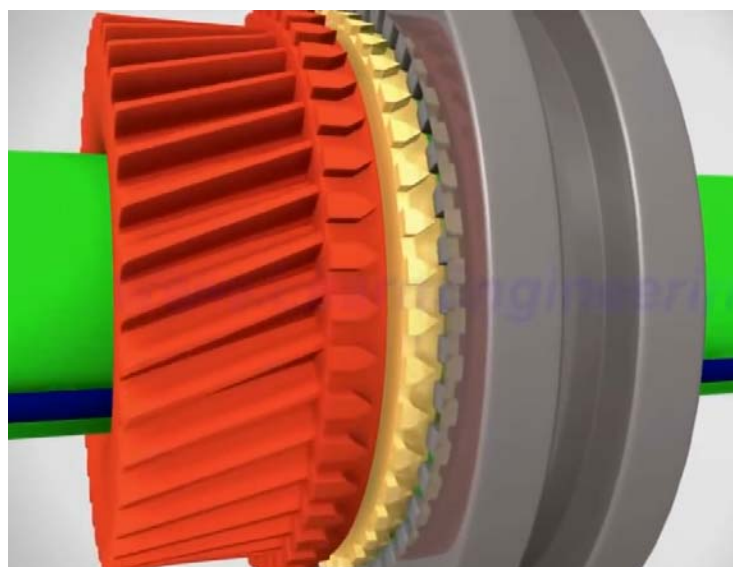


Рисунок 16 – блокирующее кольцо прижато к конусу синхронизатора.



Из-за высокой силы трения между блокирующим кольцом и конусом синхронизатора скорость шестерни станет такой же, как у вала. Теперь муфта может двигаться дальше и произвести зацепление с шестерней (рисунок 17).

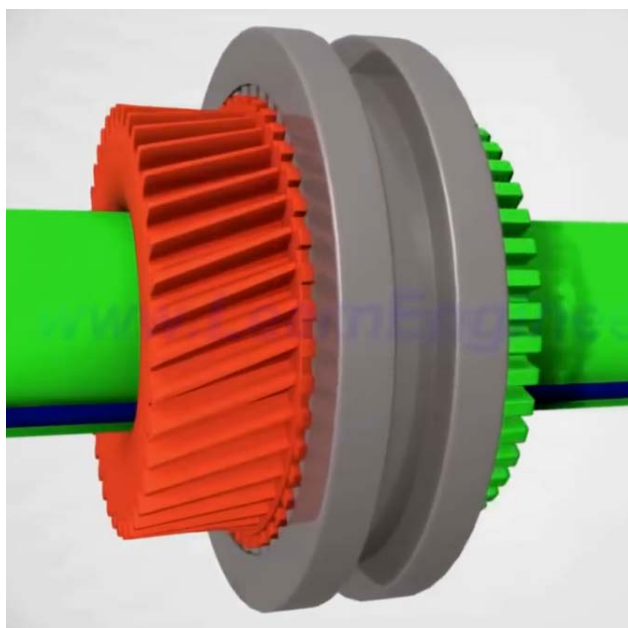


Рисунок 17 – муфта в зацеплении.

Передача заднего хода задействует устройство из трёх шестерней (рисунок 18).

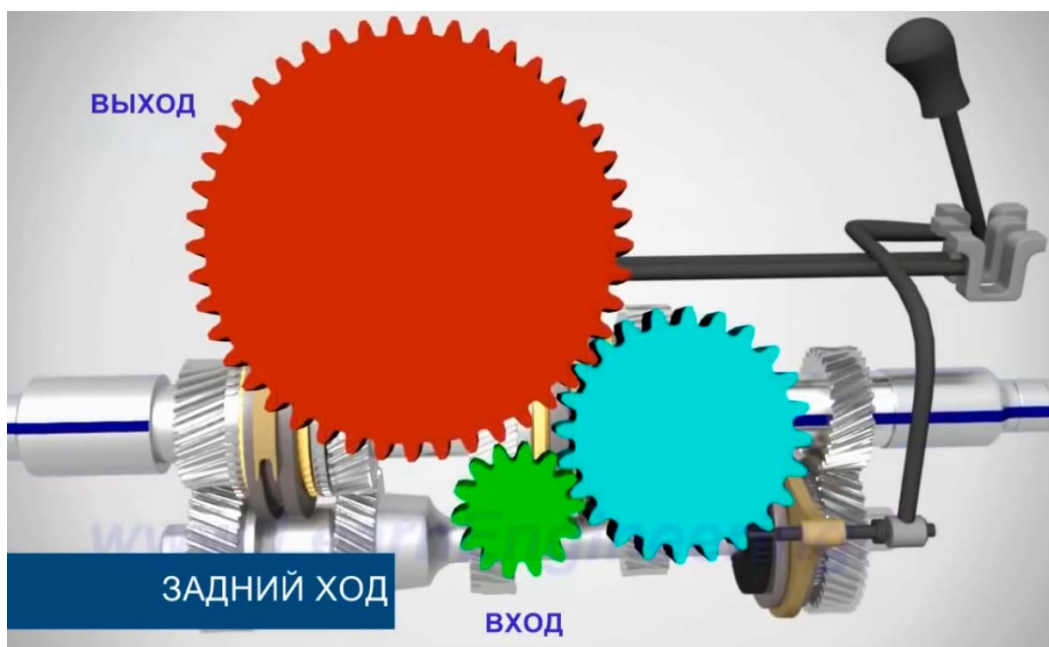


Рисунок 18 – принцип изменения направления движения (передача заднего хода).

Одна из них промежуточная. Когда она сдвигается для соединения с двумя другими, выходной вал начинает вращаться в обратном направлении. Передача заднего хода не имеет механизма синхронизации. Это означает, что автомобиль должен быть перед включением заднего хода.

### 1.5.2 Устройство и принцип работы гидромеханической КП.

Гидромеханические коробки передач работают на основе планетарного редуктора (рисунок 19).



Рисунок 19 – планетарный редуктор.

Редуктор имеет два входа и один выход. Крутящий момент передается на водило через сателлиты и солнечную шестерню если заблокировать коронную шестерню или солнечную (рисунок 20).

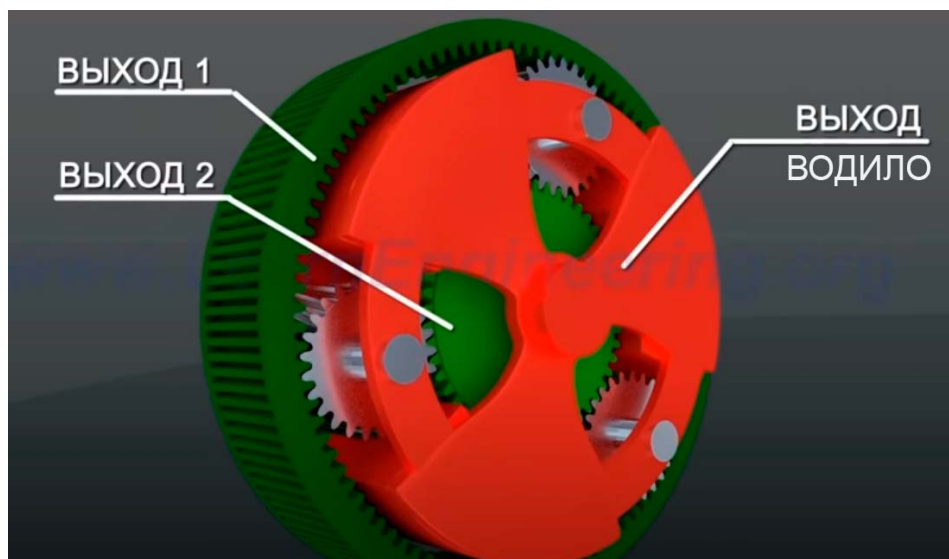


Рисунок 20 – схема передачи крутящего момента в планетарном редукторе.

Особенность автоматической коробки в том, что изменять частоту вращения выходного вала можно за счет использования пакета фрикционных дисков, которые могут блокировать вращение (тормоз) или соединять валы между собой (фуфта). В гидромеханической коробке передач нет прямой связи между входным и выходным валами, между ними есть промежуточный вал (рисунок 21).



Рисунок 21 – связь в гидромеханической КП.

При сжатии дисков муфты, крутящий момент передается на солнечную шестерню, но если не сжаты диски тормоза – крутящий момент на выходной вал передаваться не будет. замыкаем шестерни входного вала с барабаном



фрикциона. Так выглядит простейшая форма автоматической трансмиссии (рисунок 22).

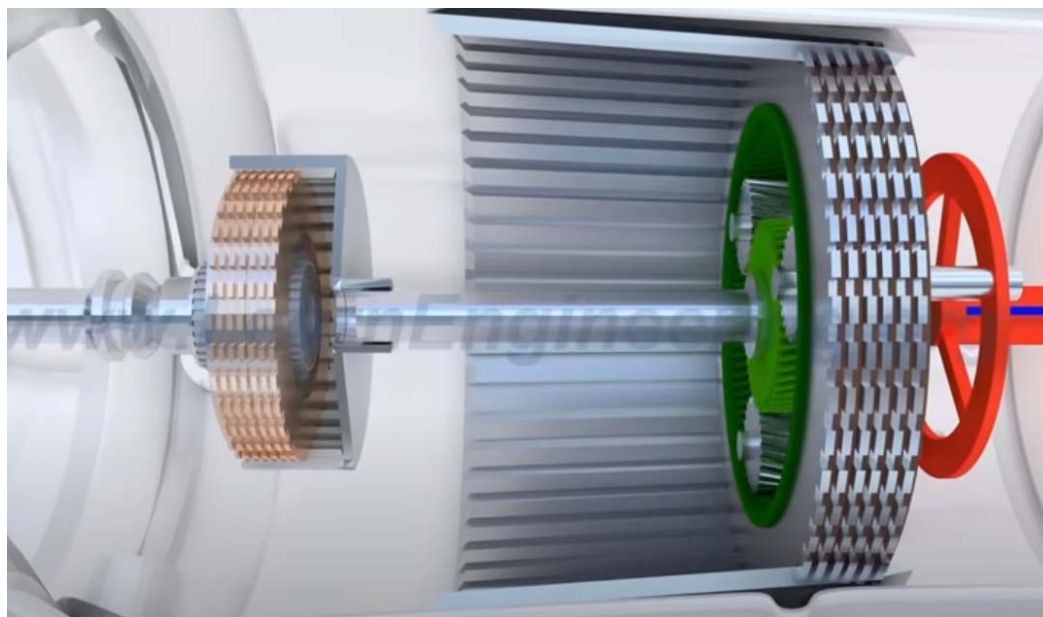


Рисунок 22 – схема одной из передач гидромеханической трансмиссии.

Включение передачи происходит следующим образом: когда задействуется первый пакет фрикционов, входной вал замыкается с промежуточным. Когда задействуется второй пакет фрикционов, коронная шестерня замыкается с корпусом, что делает её неподвижной. Для включения первой передачи необходимо задействовать оба дисковых пакета одновременно (рисунок 23).



Рисунок 23 – схема включения первой передачи.

Вал в этом случае будет вращать солнечную шестерню, поскольку коронная шестерня не подвижна, выходной вал будет вращаться со скоростью, равной примерно одной трети скорости входного вала (рисунок 24).

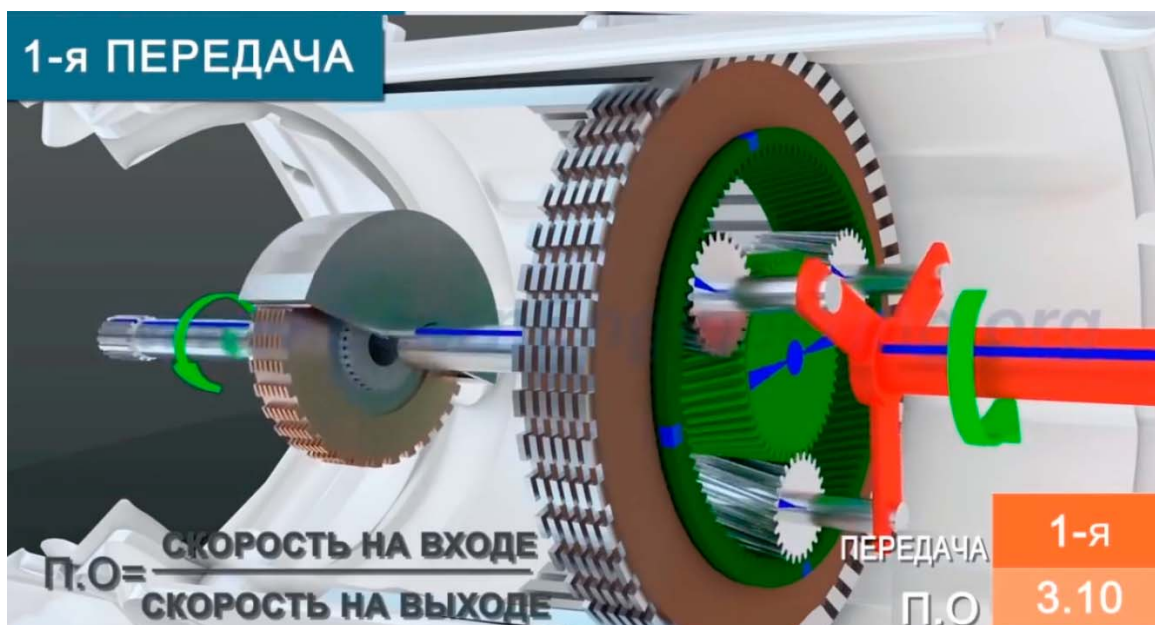


Рисунок 24 – передаточное отношение первой передачи.

Для получения других передаточных отношений необходимо добавить ещё один планетарный редуктор (рисунок 25).

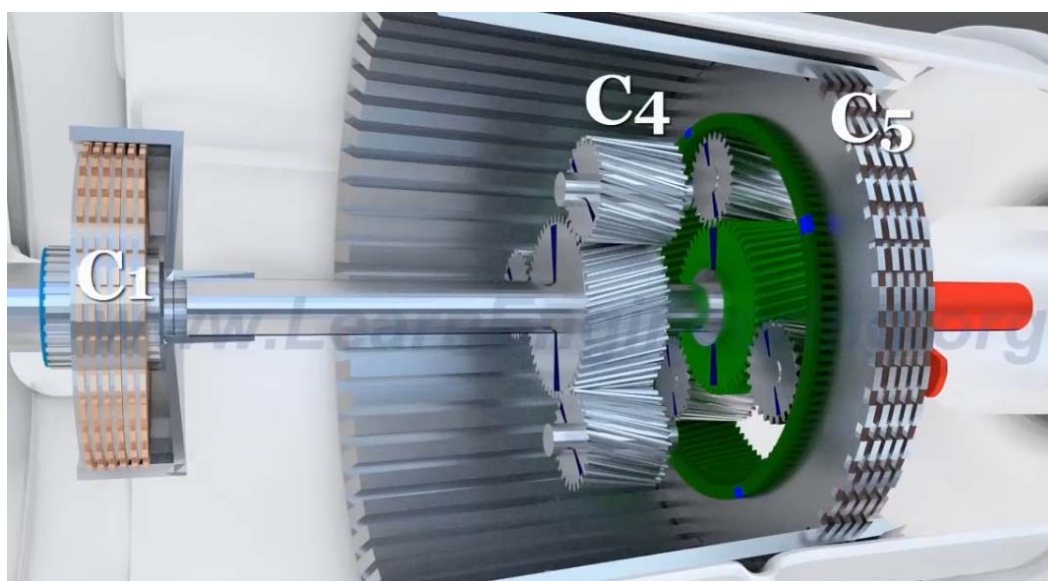


Рисунок 25 – второй планетарный редуктор.

Задействуя пакет С1 обеим солнечным шестерням задается скорость, равная скорости вращения входного вала (рисунок 26).

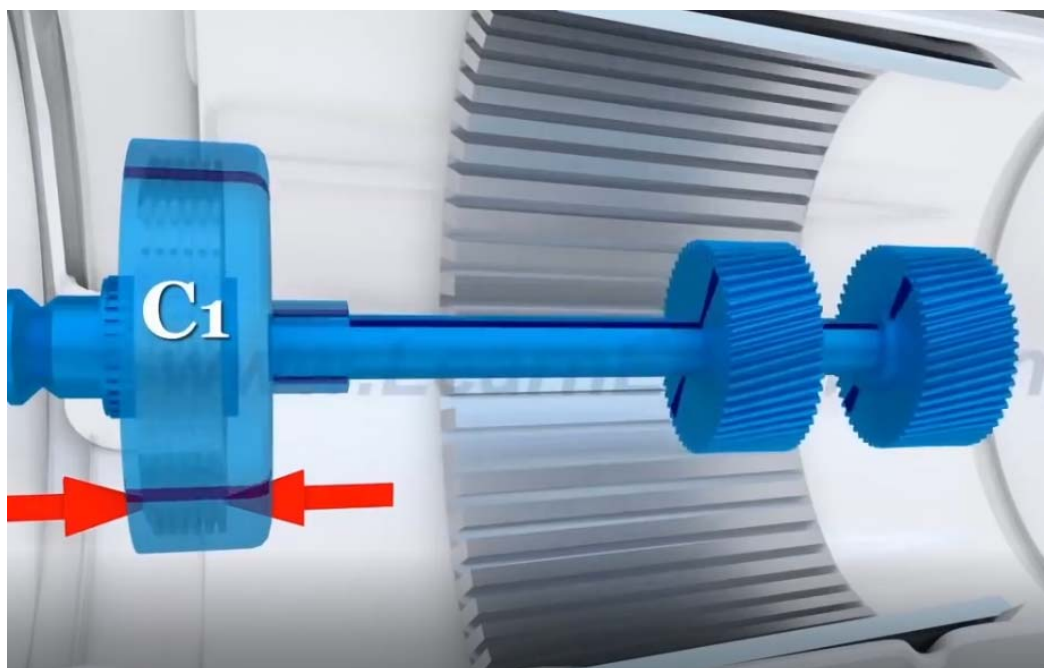


Рисунок 26 – схема передачи крутящего момента на солнечные шестерни.

Если задействован ещё и пакет С4, то водило второго планетарного ряда начинает вращаться (рисунок 27).

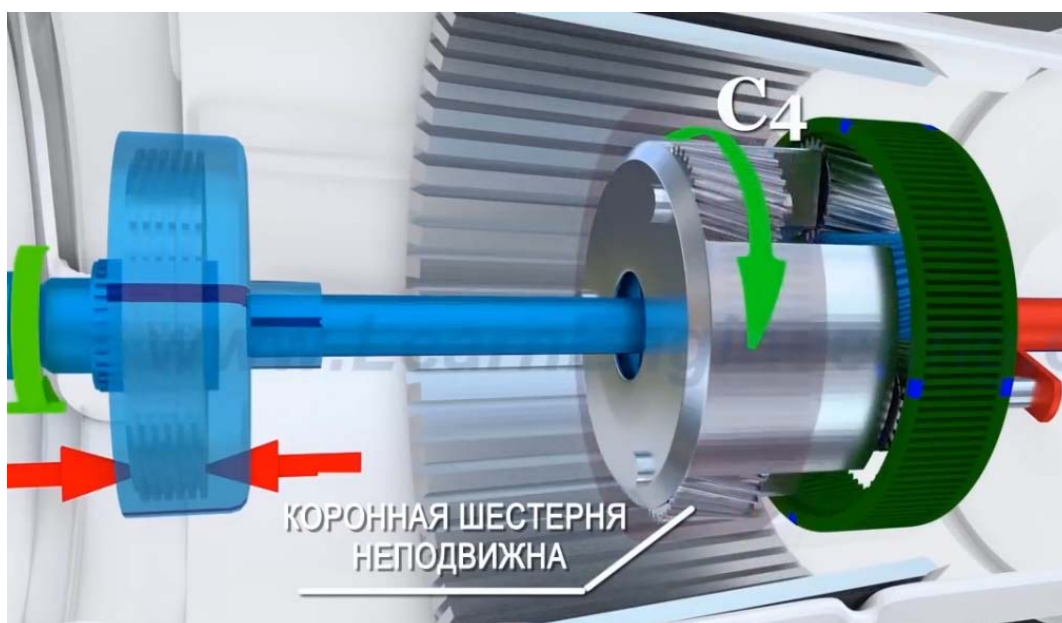


Рисунок 27 – схема передачи крутящего момента при зафиксированном водиле.



Водило напрямую связано с коронной шестерней первого планетарного ряда. Поэтому при одновременном замыкании фрикционов С1 и С4 коронная шестерня выходного планетарного ряда начнет вращаться, то есть на выходном планетарном ряде будет то же самое, как и при первой передаче, за исключением того, что здесь и коронная шестерня также будет вращаться.



Рисунок 28 – схема передачи крутящего момента при замыкании фрикционов С1 и С4.

Это означает, что скорость водила выходного ряда увеличится. Это и будет второй передачей трансмиссии. Водило также связано с полым валом, который может быть непосредственно подключён к входному валу с помощью вращающегося модуля сцепления. С такой настройкой включается четвёртая передача с прямым приводом (рисунок 29).



Рисунок 29 – схема включения 4-ой передачи.

Для того, чтобы получить прямой привод, коронная и солнечная шестерни выходного ряда должны вращаться со скоростью входного вала. Солнечные шестерни выходного ряда должны вращаться со скоростью входного вала. Если задействовать фрикционы С1 и С2 происходит следующее: солнечная и коронная шестерни будут связаны с входным валом напрямую. Чтобы получить шестую передачу необходимо отключить пакет фрикционов С1 и задействовать пакет фрикционов С4 (рисунок 30).

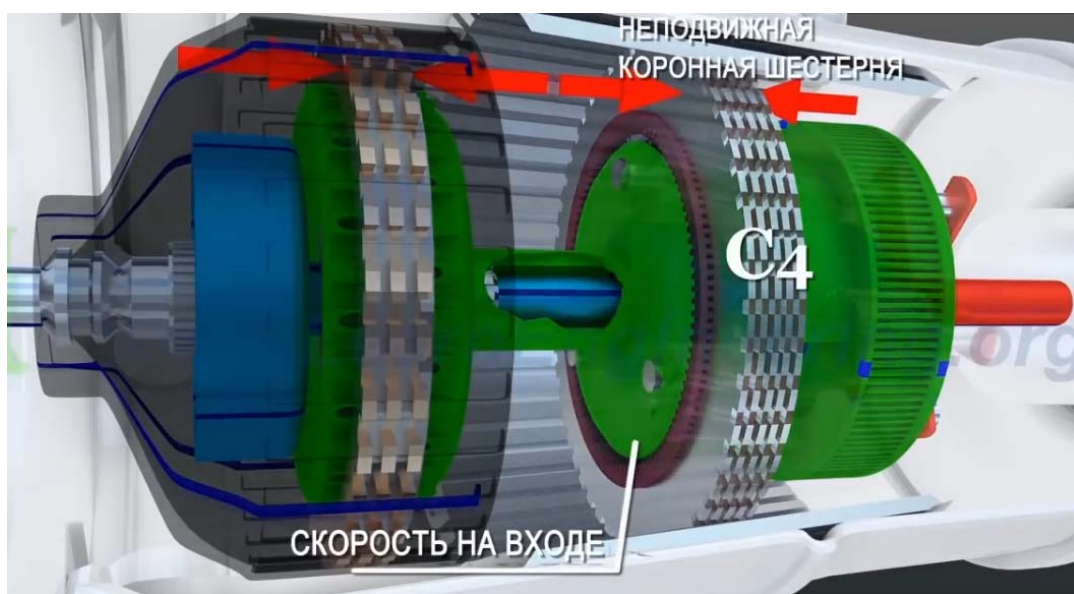


Рисунок 30 – наибольшая скорость на выходе.

В этом случае на втором редукторе крутящий момент передается на водило, а коронная шестерня остается неподвижной. Такое сочетание дает очень высокую скорость вращения солнечной шестерни. Таким образом, достигается наибольшее передаточное отношение (рисунок 31).



Рисунок 31 – схема включения шестой передачи.

Чтобы получить оставшиеся передаточные отношения потребуется третий планетарный ряд (рисунок 32).

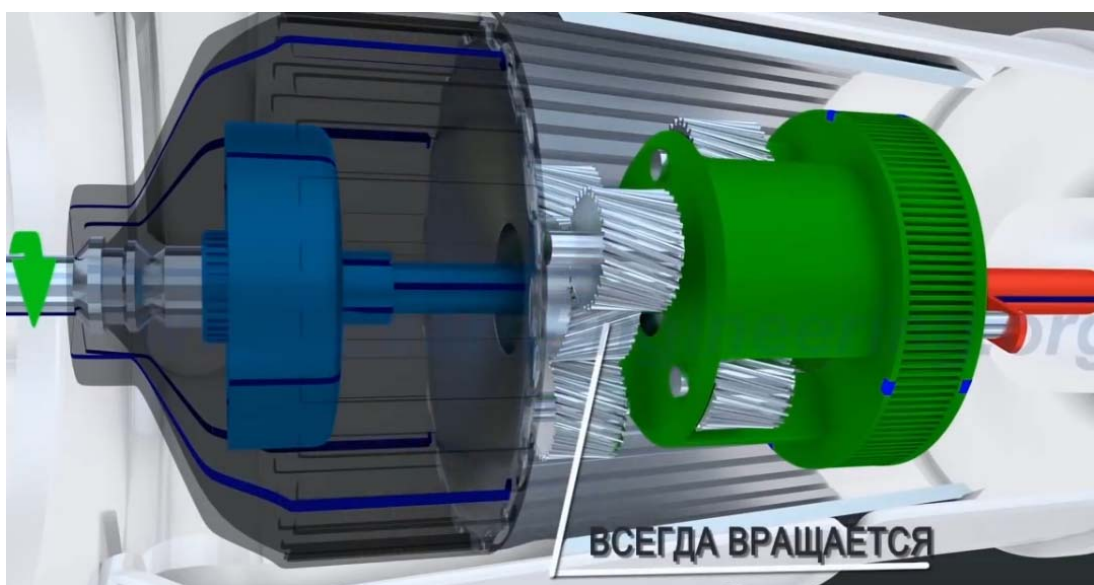


Рисунок 32 – схема включения третьего планетарного редуктора.

Солнечная шестерня третьего ряда всегда подключена к входному валу. Выход ряда подключён к входу второго редуктора (рисунок 33).



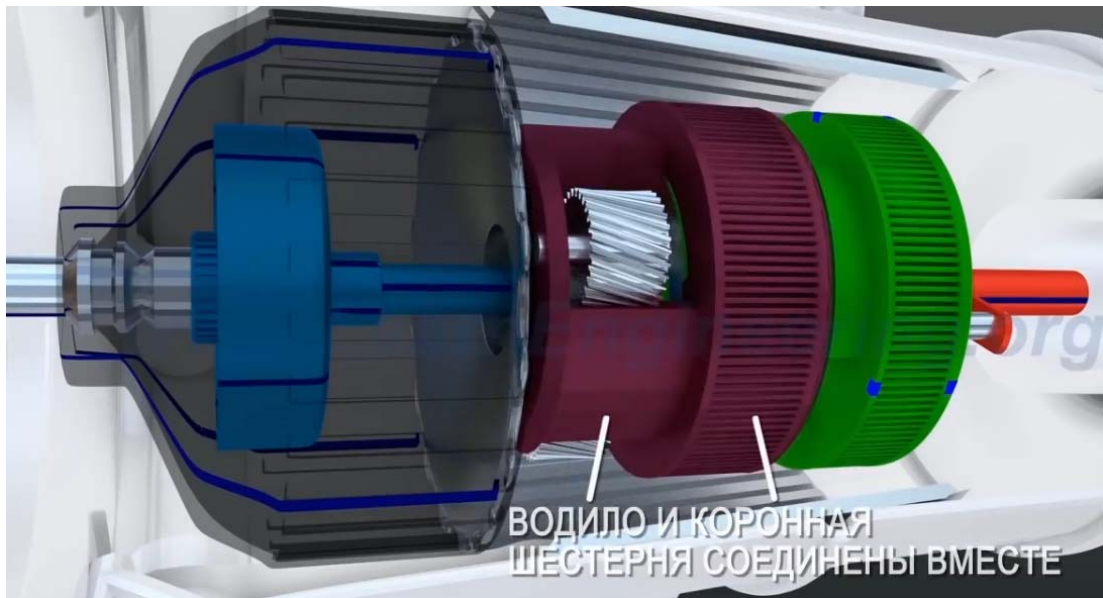


Рисунок 33 – схема связи второго и третьего планетарного ряда.

Это означает, что, задействовав фрикционы С3, коронная шестерня второго ряда будет вращаться. Для оставшихся передаточных отношений С3 всегда остается задействованной. Для третьей передачи необходимо дополнительно задействовать пакет фрикционов С1 (рисунок 34).

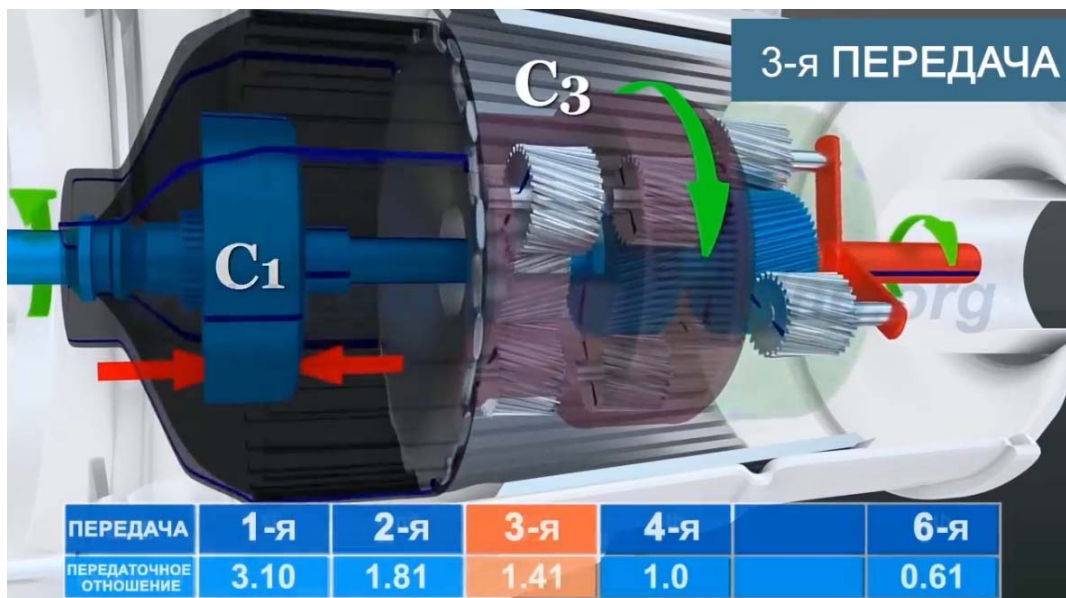


Рисунок 34 – схема включения третьей передачи.

Для включения пятой передачи пакет фрикционов С1 отключается и включается пакет фрикционов С2 (рисунок 35).

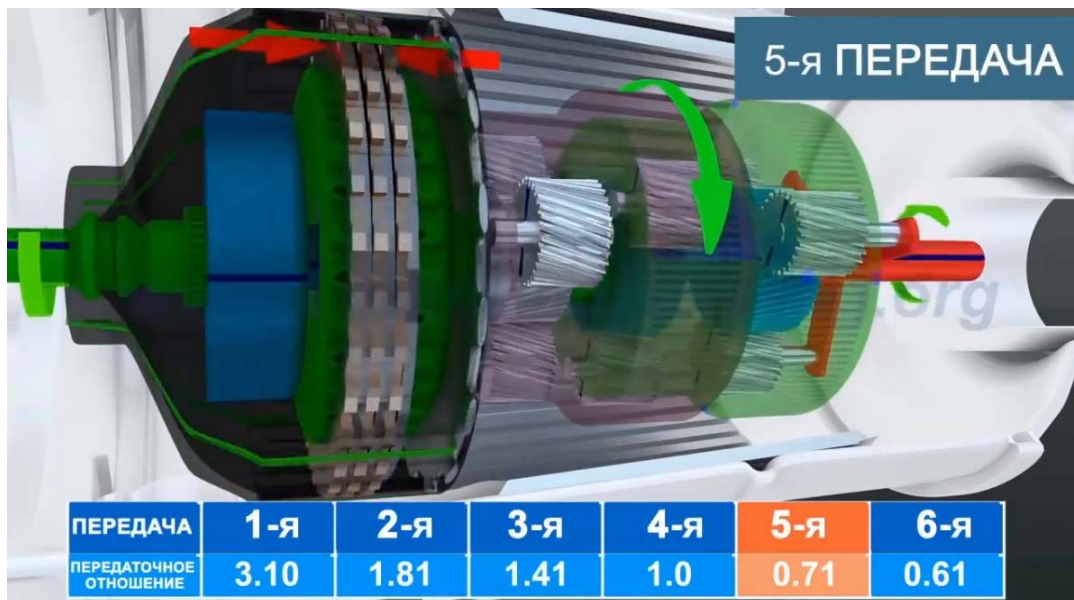


Рисунок 35 – схема включения пятой передачи.

Для того, чтобы получить обратное вращение, включаются фрикционы тормоза коронной шестерни С5 (рисунок 36).

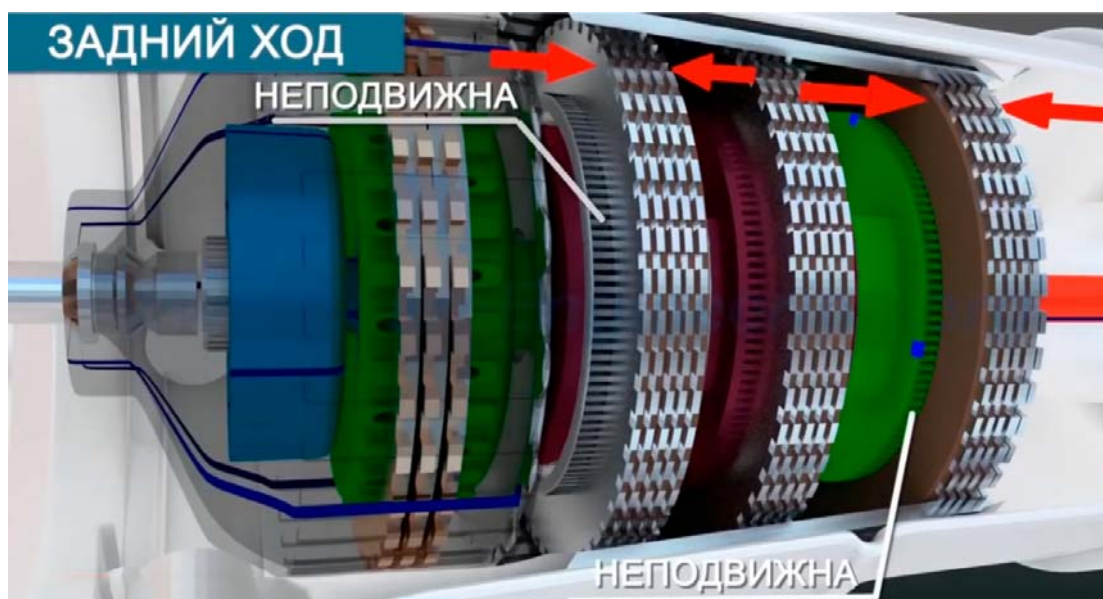


Рисунок 36 – схема включения передачи заднего хода.

Для вращения солнечной шестерни второго ряда в обратном направлении, его водило должно быть неподвижным. Сателлиты будут вращаться вокруг своей оси, следовательно и выходной вал начнёт вращение в противоположном направлении.



В отличие от механической трансмиссии, для работы автоматической коробки передач необходим гидротрансформатор. При нажатии на педаль тормоза при включенной передаче, необходимо изолировать вращение коленчатого вала двигателя от коробки передач. Гидротрансформатор может выполнить эту задачу с помощью гидромуфты (рисунок 37).

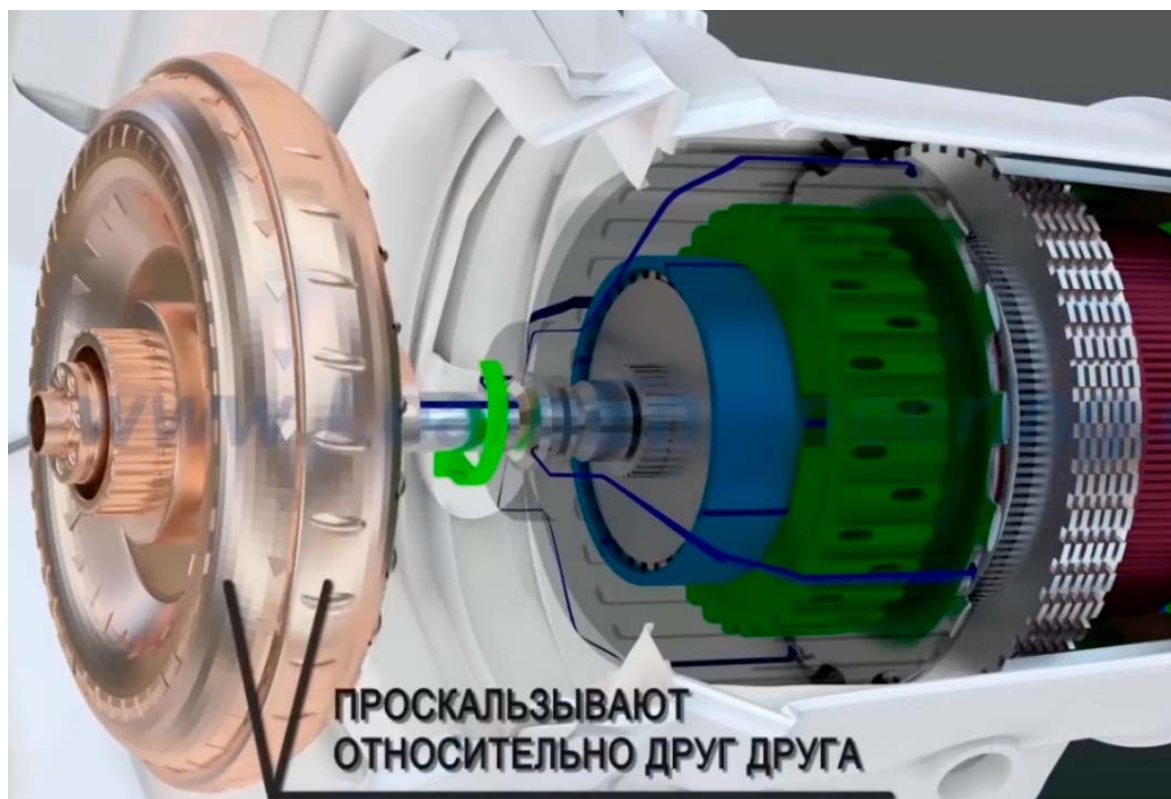


Рисунок 37 – схема включения гидротрансформатора с гидромуфтой.

### 1.5.3 Устройство и принцип работы роботизированной коробки передач.

Коробка передач с двойным сцеплением обеспечивает такое же плавное переключение передач, как у автоматической трансмиссии, при лучшей топливной экономичности, что позволило коробке передач с двойным сцеплением захватить значительную долю рынка (рисунок 38).

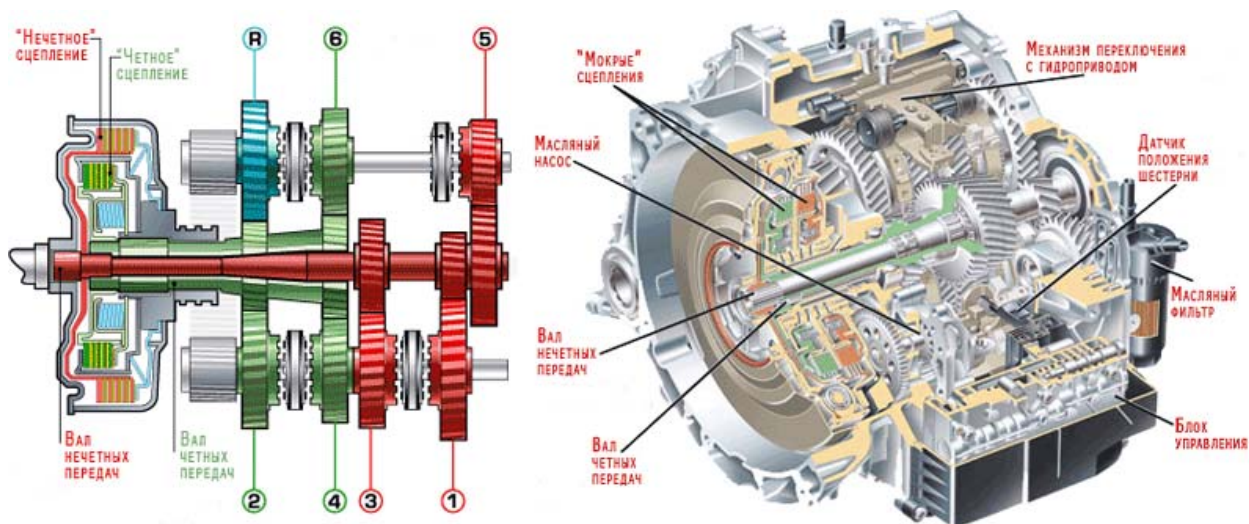


Рисунок 38 – схема роботизированной коробки передач.

Коробка передач с двойным сцеплением - это две независимые механические коробки передач, управляемые компьютером (рисунок 39).

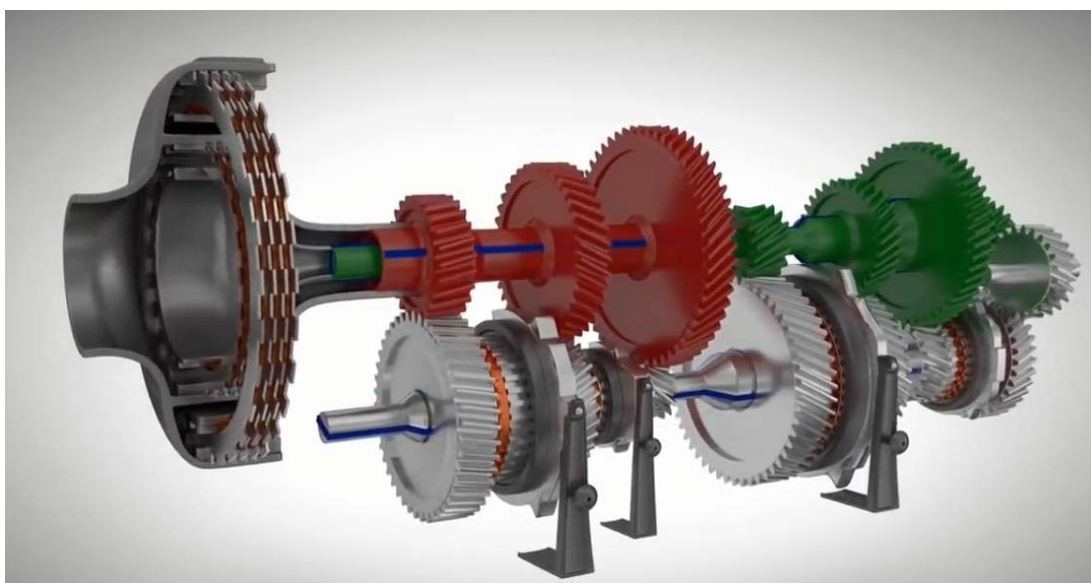


Рисунок 39 – схема передачи крутящего момента роботизированной коробки передач.

Они подключены к двигателю через пакеты дисков сцепления. Если задействовать внешний пакет - мощность передастся на красный входной вал (рисунок 40).

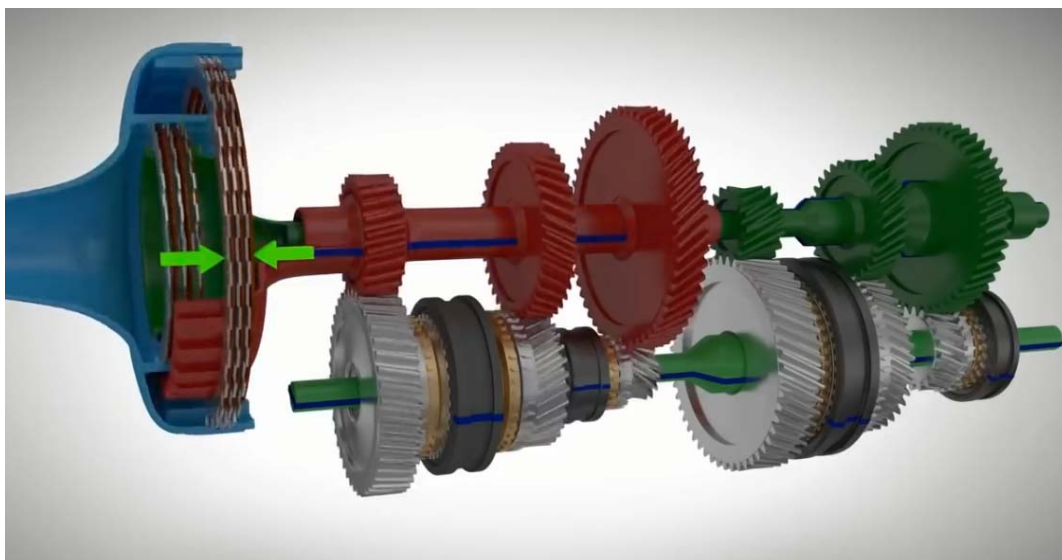


Рисунок 40 – схема передачи крутящего момента на наружный вал.

Если задействовать внутренний пакет - мощность передастся на зелёный входной вал (рисунок 41).

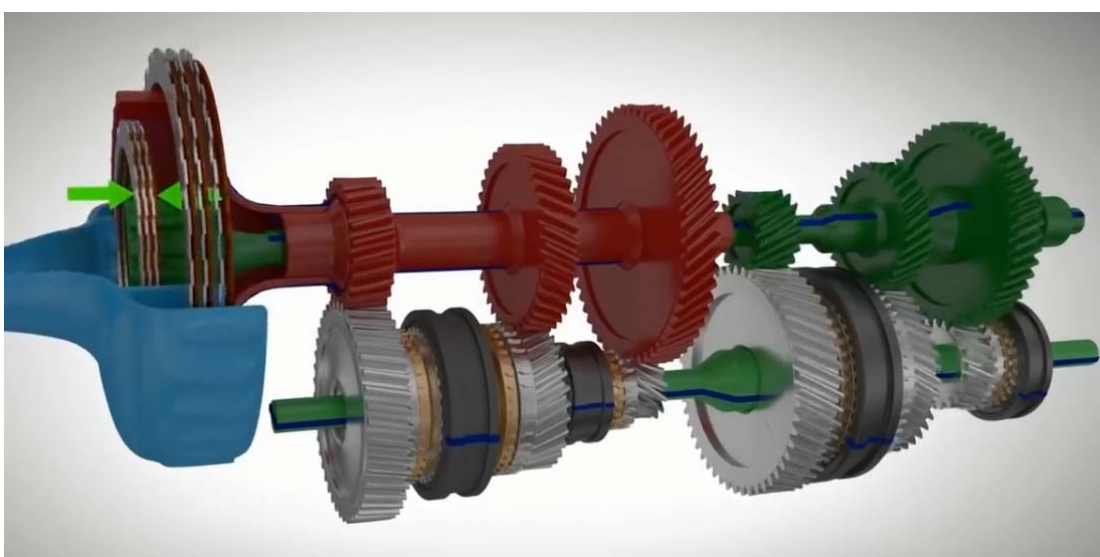


Рисунок 41 – схема передачи крутящего момента на внутренний вал.

Нечетные скорости подключены к внутреннему валу, а четные к наружному (рисунок 42).



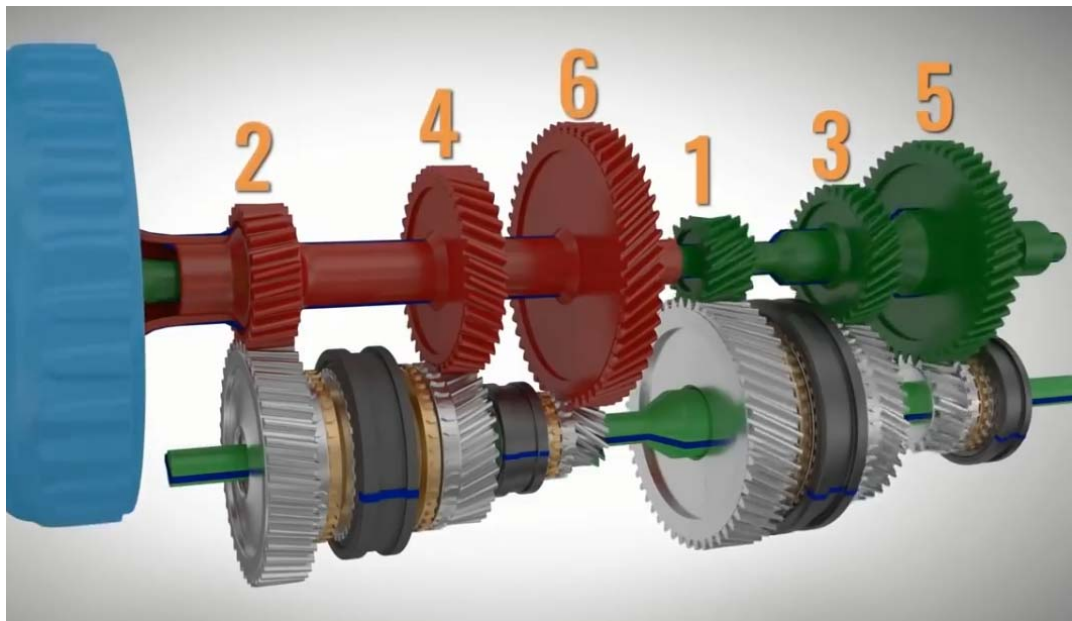


Рисунок 42 – схема расположения передач.

Для переключения с третьей передачи на четвертую её муфта заранее соединяется с шестерней, несмотря на то, что муфта третьей передачи ещё подключена (рисунок 43).

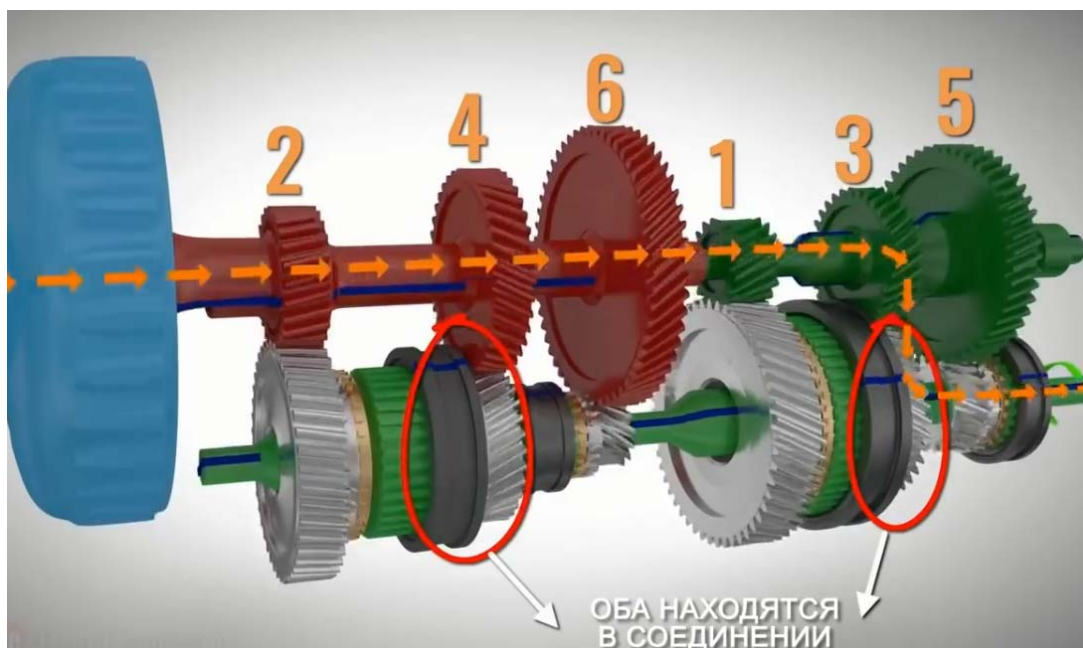


Рисунок 43 – схема подключения третьей и четвертой передач и передачи крутящего момента.

Для перехода на четвёртую передачу необходимо отключить пакет сцепления внутреннего вала и подключить внешний.

Таким образом обеспечивается плавное вождение, как на автомобиле с автоматической коробкой передач (рисунок 44).

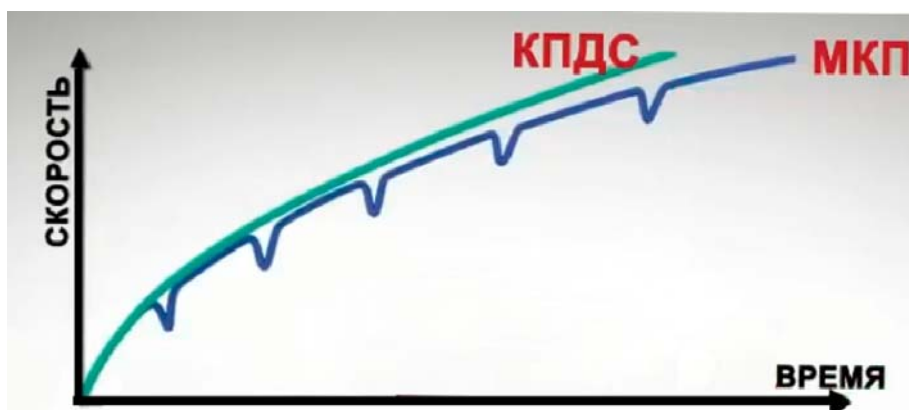


Рисунок 44 – график зависимости скорости автомобиля от времени при использовании разных коробок передач.

В зависимости от условий движения, модуль управления коробкой передач определяет какая передача будет предварительно выбрана.

Во всех передачах вращение выходного вала противоположно вращению входных валов, поэтому автомобиль будет двигаться задним ходом. Эту проблему решают с помощью дополнительной (паразитной) шестерни (рисунок 45).



Рисунок 45 – зубчатая пара.

Для получения передачи заднего хода используется узел из трёх шестерней (рисунок 46).

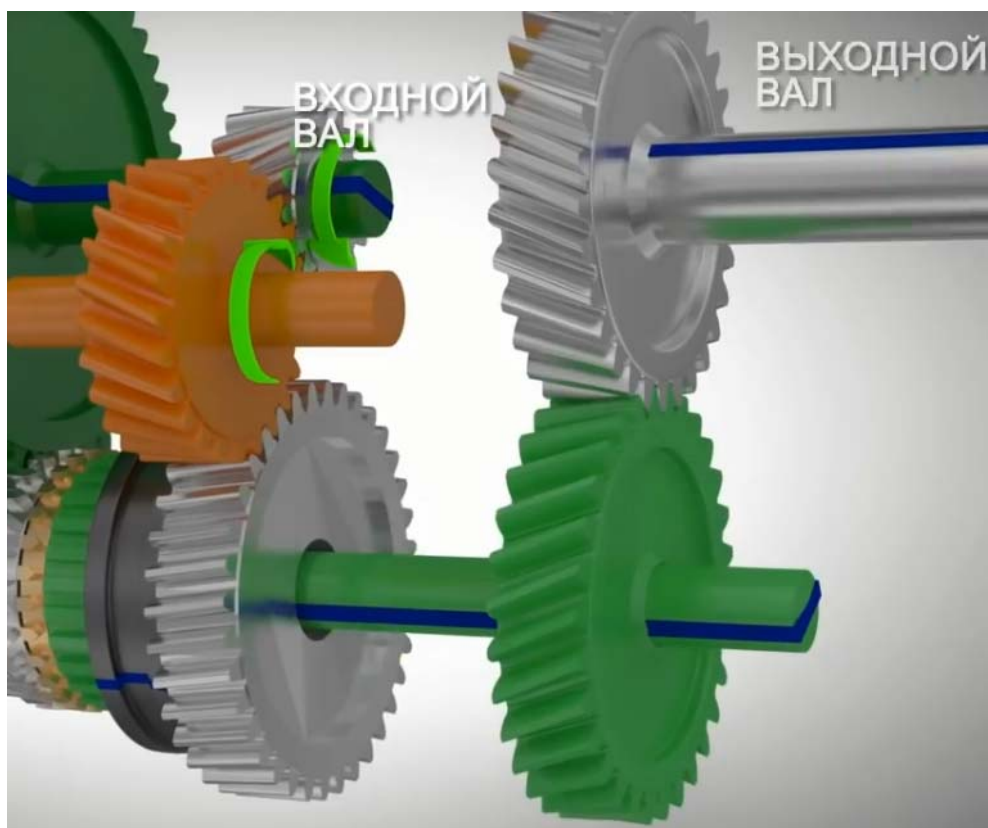


Рисунок 46 – передача заднего хода.

В отличие от обычной механической трансмиссией, шестерня заднего хода в коробке передач с двойным сцеплением оснащена синхронизатором с фрикционным конусом и блокирующим кольцом.

#### **1.5.4 Устройство и принцип работы коробок передач с вариатором.**

Современные автомобили часто оснащены бесступенчатой трансмиссией, которая обеспечивает плавность вождения. Бесступенчатая трансмиссия допускает бесконечное количество передаточных отношений, что делает переключение передач практически неощутимым. Имеется несколько вариантов передачи крутящего момента с ведущего на ведомый вал.

Устройство вариатора с перекрестными валами представлено на рисунке 47.

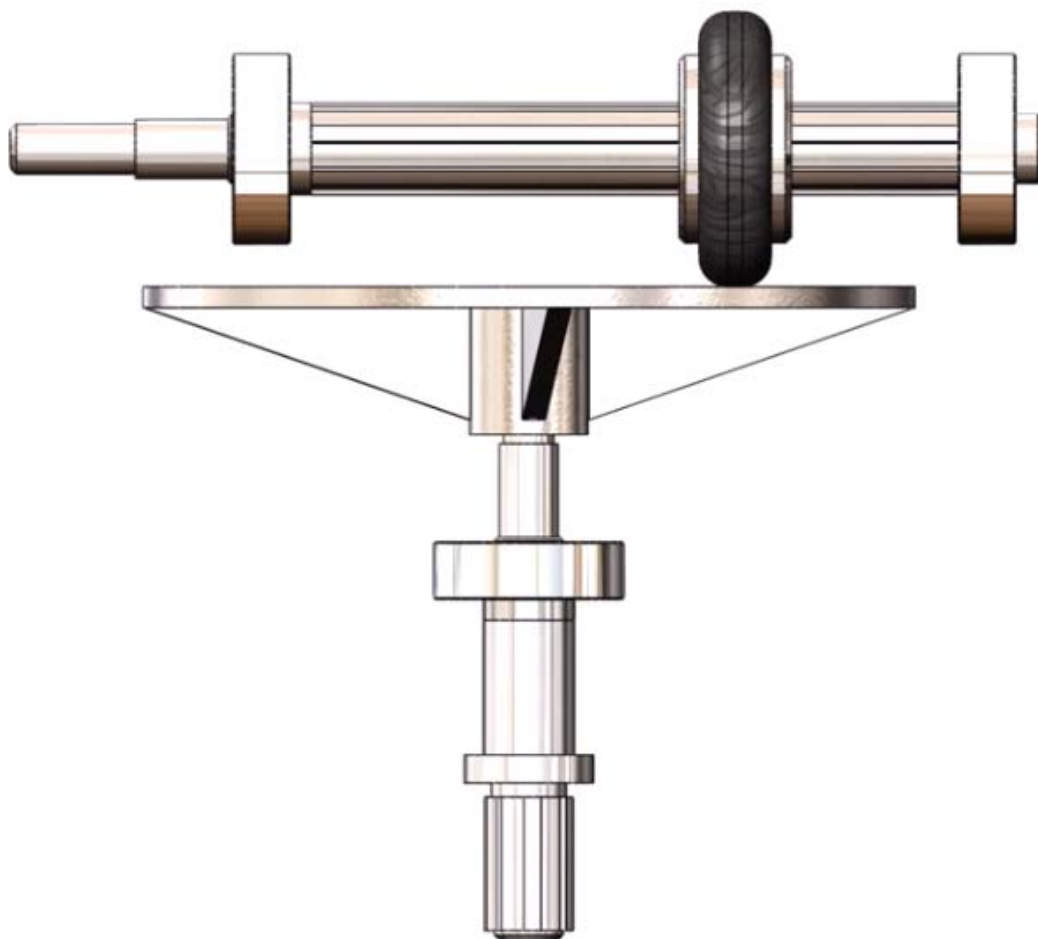


Рисунок 47 – устройство вариатора с перекрестными валами.

Он используется на станках либо стендах и работает следующим образом. На ведущем валу установлен диск, на ведомом – каток. Крутящий момент передается из-за сил трения между ними. Каток, в свою очередь, может перемещаться на шлицах вдоль вала. При этом пятно контакта будет перемещаться относительно центра диска, а значит - меняется и соотношение угловых скоростей ведомого и ведущего вала. Чем каток дальше от центра – тем быстрее будет вращаться ведомый вал и тем меньше будет крутящий момент на нем. Для изменения направления вращения ведомого вала каток перемещается за осевую линию диска (рисунок 48).

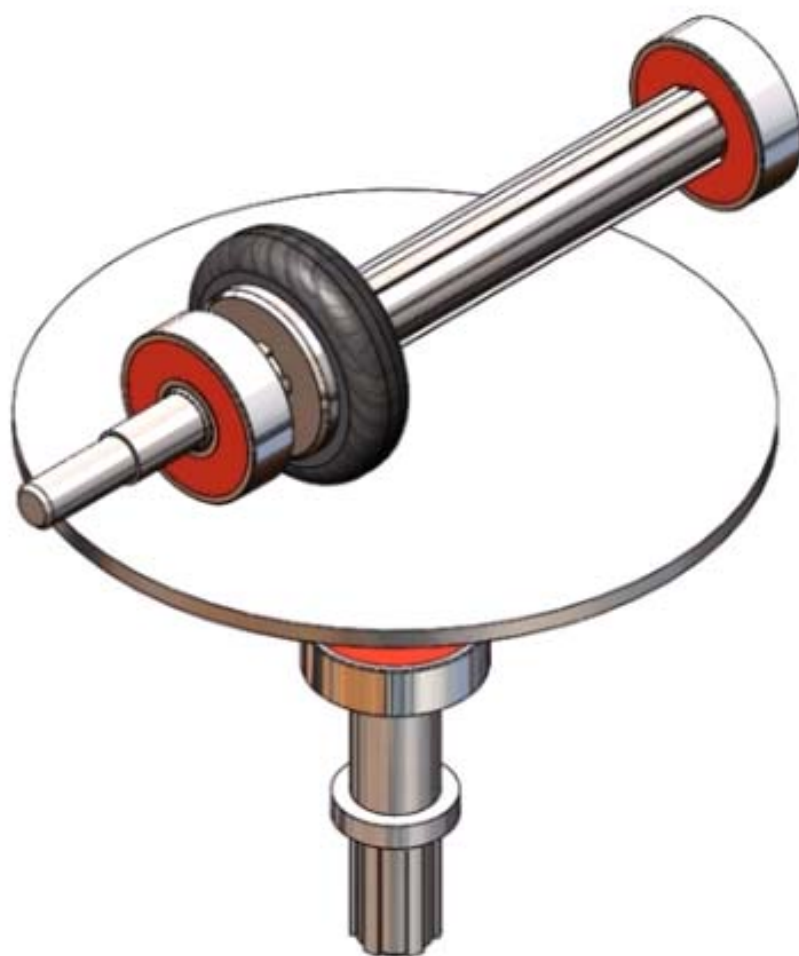


Рисунок 48 – изменение направления вращения.

Устройство вариатора со шкивами, раздвигаемыми вручную, представлено на рисунке 49.



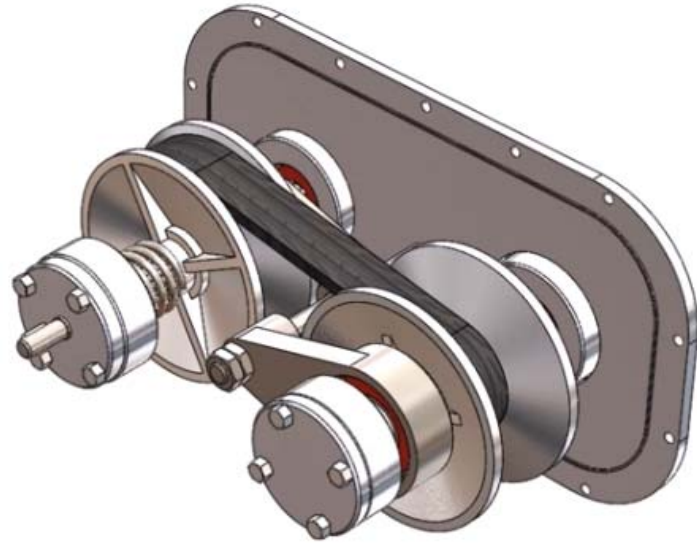


Рисунок 49 – устройство вариатора со шкивами, раздвигаемыми вручную.

Два шкива, установленных на ведущем валу, образуют ведущий блок шкивов, на ведомом – ведомый блок шкивов (рисунок 50).

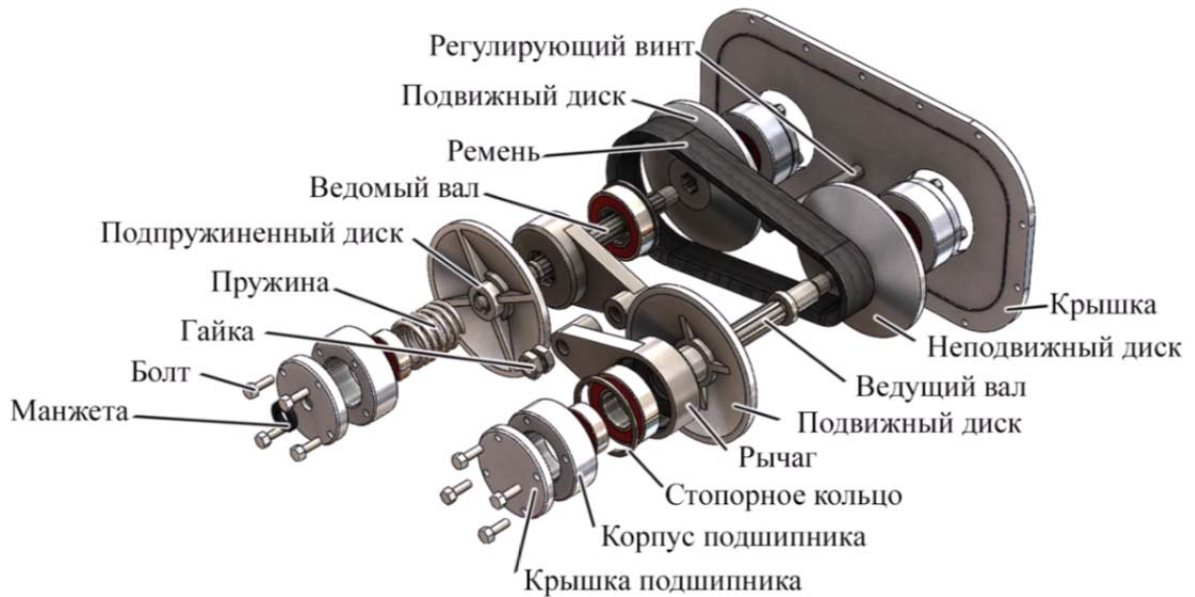


Рисунок 50 – детали вариатора.

Между ними натянут стальной ремень. Подвижные шкивы соединены между собой и двигаются одновременно по шлицам при помощи винта (рисунок 51).



Рисунок 51 – винт.

Нерегулируемый шкив на ведущем валу зафиксирован от осевого перемещения, на ведомом – поджат пружиной, она служит механизмом самонатяжения ремня, кроме того - компенсирует неточности при его изготовлении (рисунок 52).

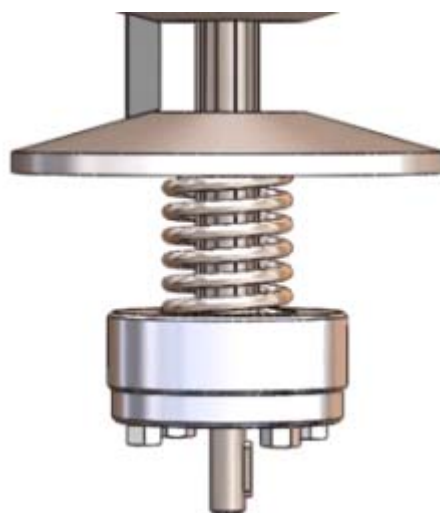


Рисунок 52 – механизм самонатяжения ремня.

При перемещении винта меняется рабочий диаметр шкивов, что, в свою очередь, служит передаточным отношением (рисунок 53).

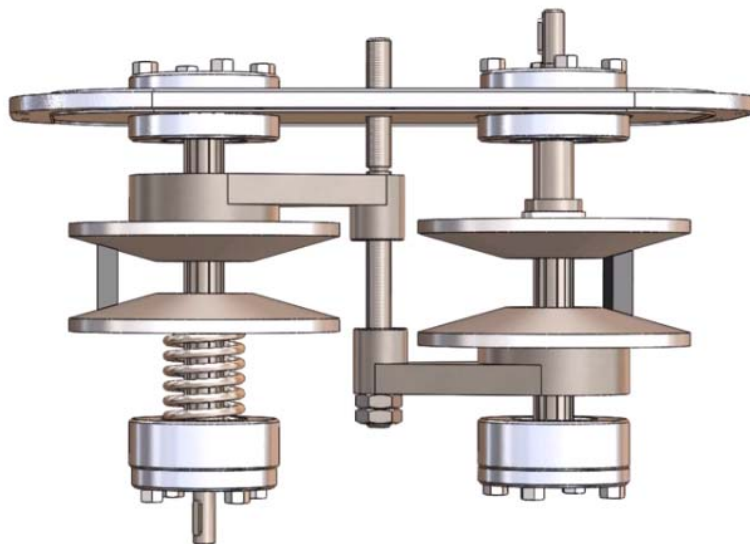


Рисунок 53 – перемещение шкивов.

Устройство вариатора с гидравлическим управлением изменения передаточного отношения.

Два конических шкива и стальную ремень представлены на рисунке 54.



Рисунок 54 – два шкива и металлический ремень.

Ведущий шкив вращает ремень, который в свою очередь вращает ведомый шкив.

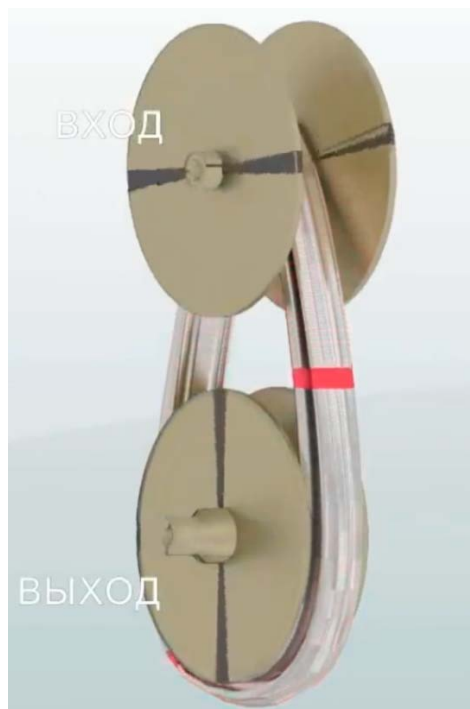


Рисунок 55 – вход и выход крутящего момента.

Зазор между конусами определяет эффективный диаметр шкивов. Когда диаметр ведущего шкива меньше диаметра ведомого – получаем меньшую скорость и больший крутящий момент (рисунок 56).

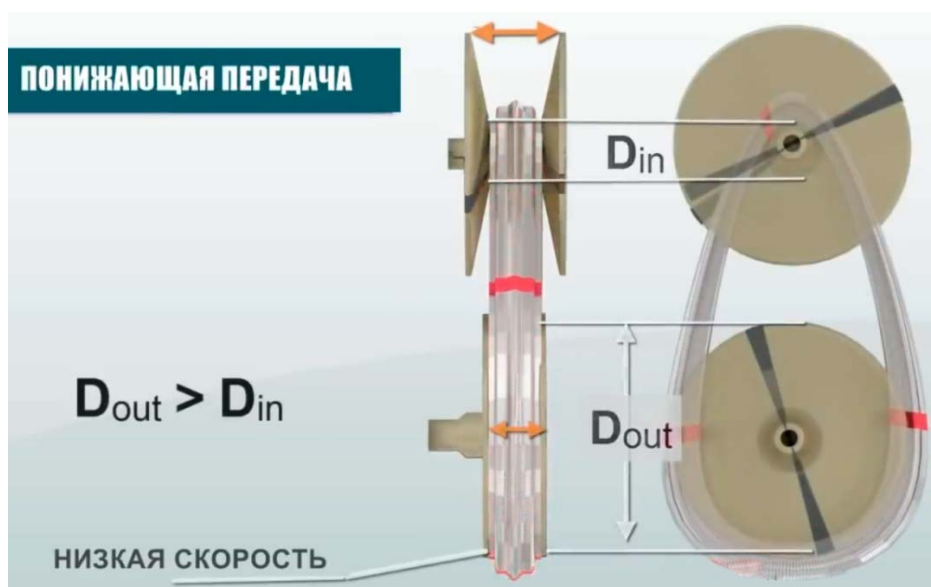


Рисунок 56 – эффективный диаметр шкивов – минимальная скорость.

При уменьшении зазора эффективный диаметр шкива увеличивается – скорость больше, а крутящий момент меньше.

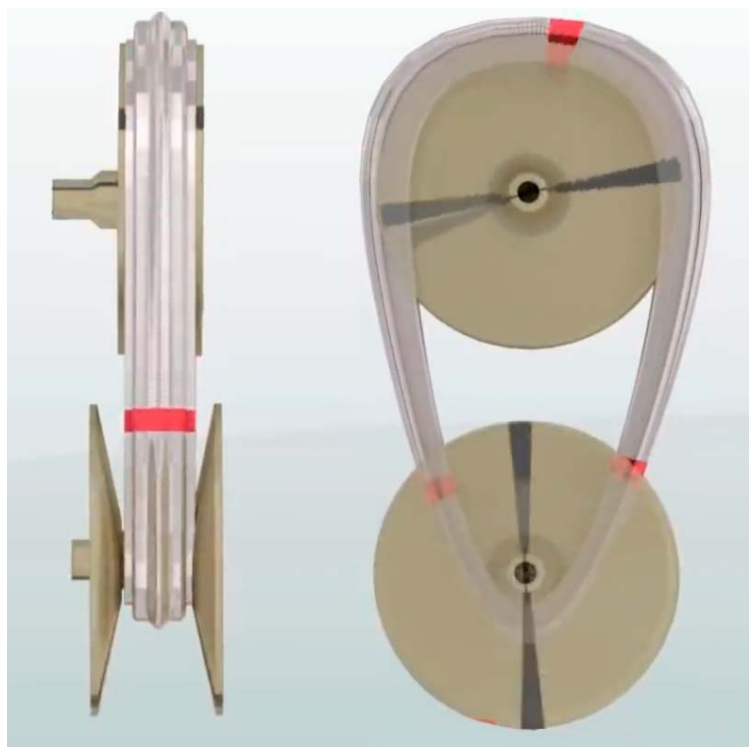


Рисунок 57 - эффективный диаметр шкивов – максимальная скорость.

Этот простой механизм формирует основные принципы работы вариатора. Когда правая сторона ведущего шкива смещается вправо, и левая сторона конуса ведомого шкива также смещается вправо – получаем меньшую скорость и больший крутящий момент. Эта простая механика и допускает бесконечное количество передаточных отношений (рисунок 58).

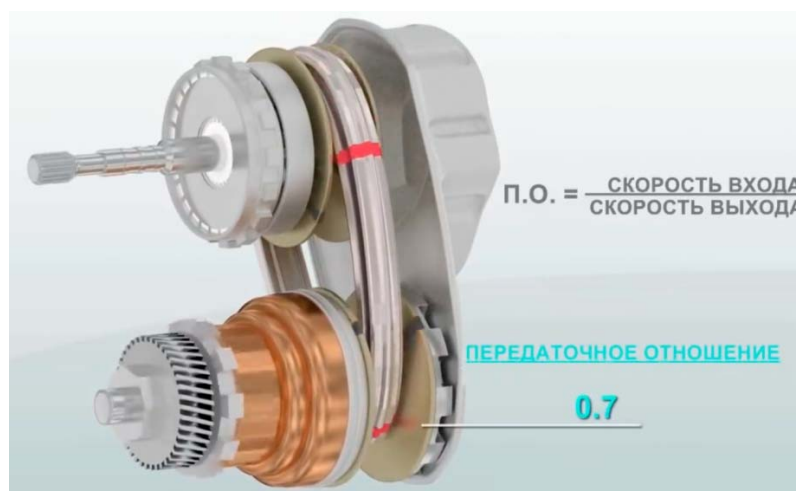


Рисунок 58 – простая механика вариатора.

Вариатор соответствия с условиями движения автомобиля управления трансмиссии будет регулировать ширину зазоров, в результате в отличие от любого другого вида передачи изменение скорости будет плавным и незаметным. Для того, чтобы получить как прямые, так и обратные передаточные отношения используется особенный планетарный механизм (рисунок 59).

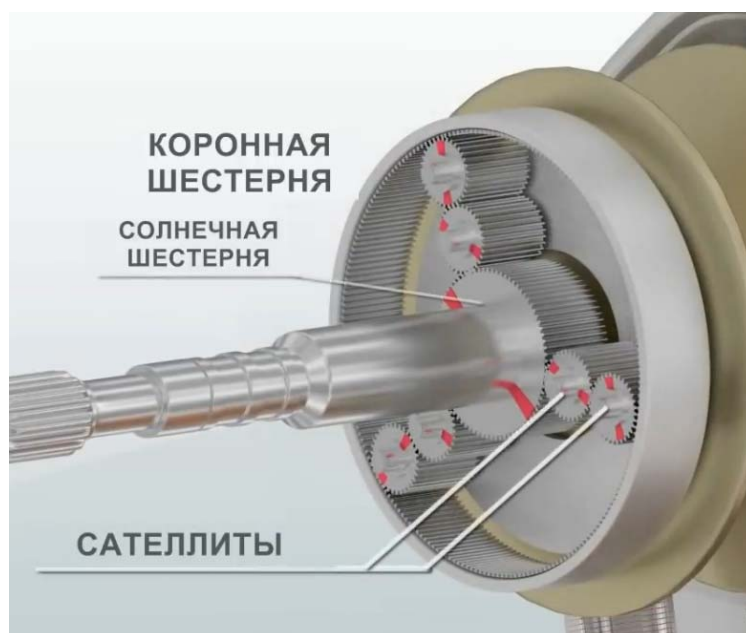


Рисунок 59 – планетарный механизм.

Входной вал соединен с солнечной шестерней. Водило планетарного механизма соединено с ведущим шкивом. Это означает, что именно водилом задается скорость выхода планетарного механизма. Два ряда шестерней сателлитов также соединены с водилом. Если коронная шестерня будет вращаться со скоростью входного вала, то скорость водила на выходе будет также равна скорости входа. Это становится возможным благодаря синхронизации солнечной и коронной шестерен. Для этого используются пакеты фрикционных дисков сцепления. Когда фрикционные диски сильно сжаты, сила трения между пластинами фиксирует солнечную и коронную шестерни (рисунок 60).



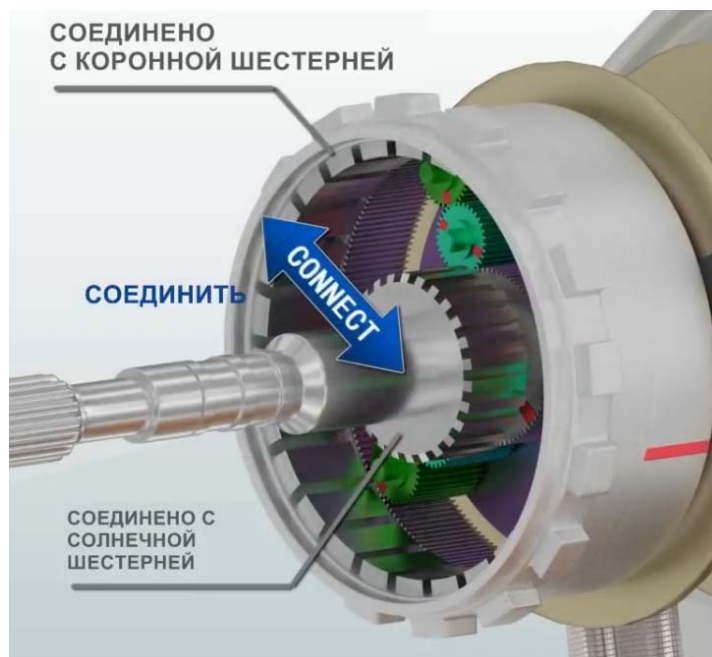


Рисунок 60 – фрикционные диски сжаты.

В этом случае включаются передачи переднего хода. Весь механизм движется как единое целое.

Для включения передачи заднего хода необходимо зафиксировать коронную шестерню. В этом случае крутящий момент будет передаваться через дополнительную шестерню, что заставит водило, а, следовательно, и ведущий шкив вращаться в обратном направлении (рисунок 61).

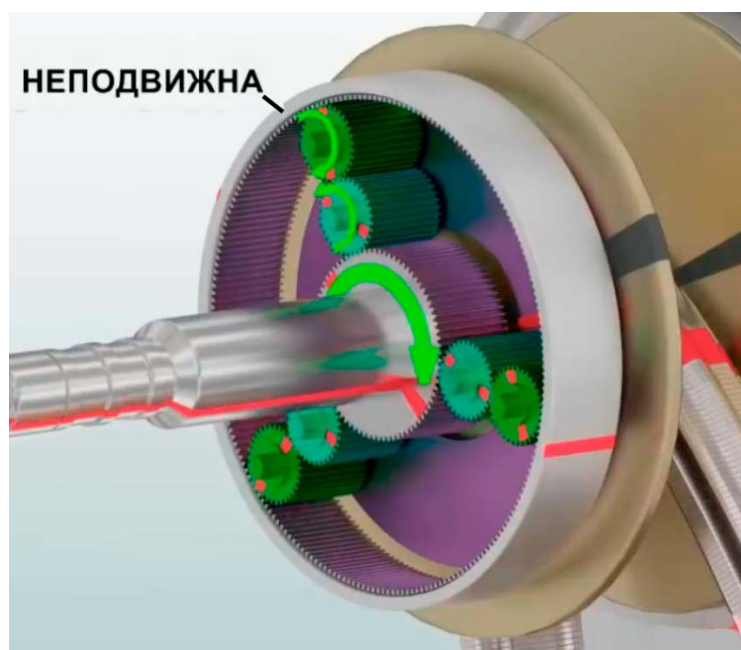


Рисунок 61 – обратное направление.

Таким образом, для движения задним ходом необходимо ослабить первый пакет фрикционов и задействовать второй (рисунок 62).

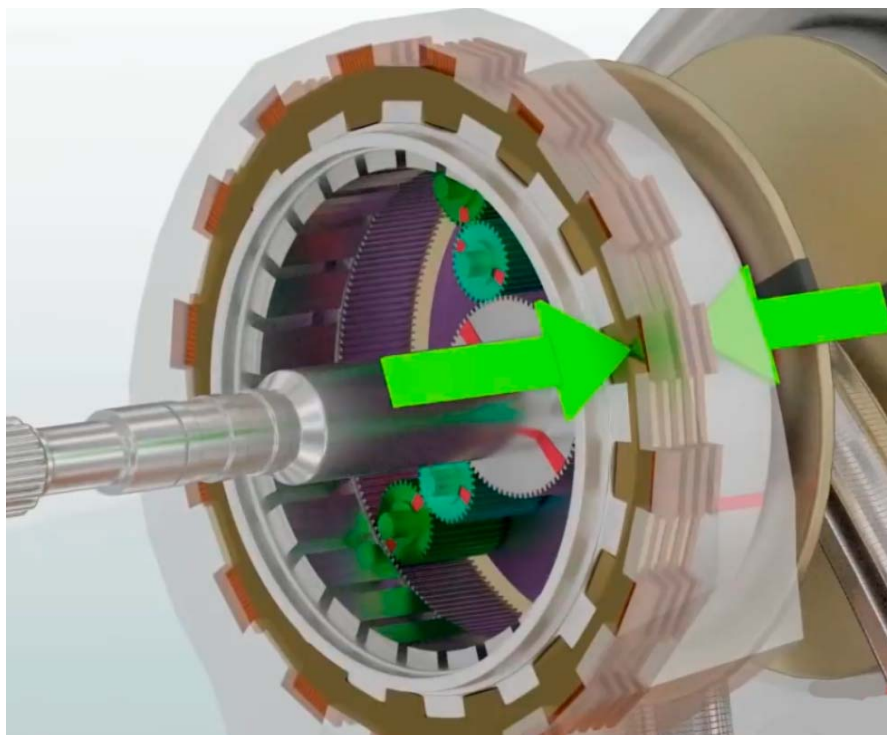


Рисунок 62 – механизм включения заднего хода.

В отличие от остальных типов трансмиссии, вариатор предоставляет широкий выбор передаточного числа не только для переднего, но и для заднего хода, хотя в автомобилях эта опция не запрограммирована.

### **1.5.5. Устройство и принцип работы коробки передач с вариатором VT2.**

Основные узлы и механизмы коробки передач с вариатором показаны на рисунке 63.

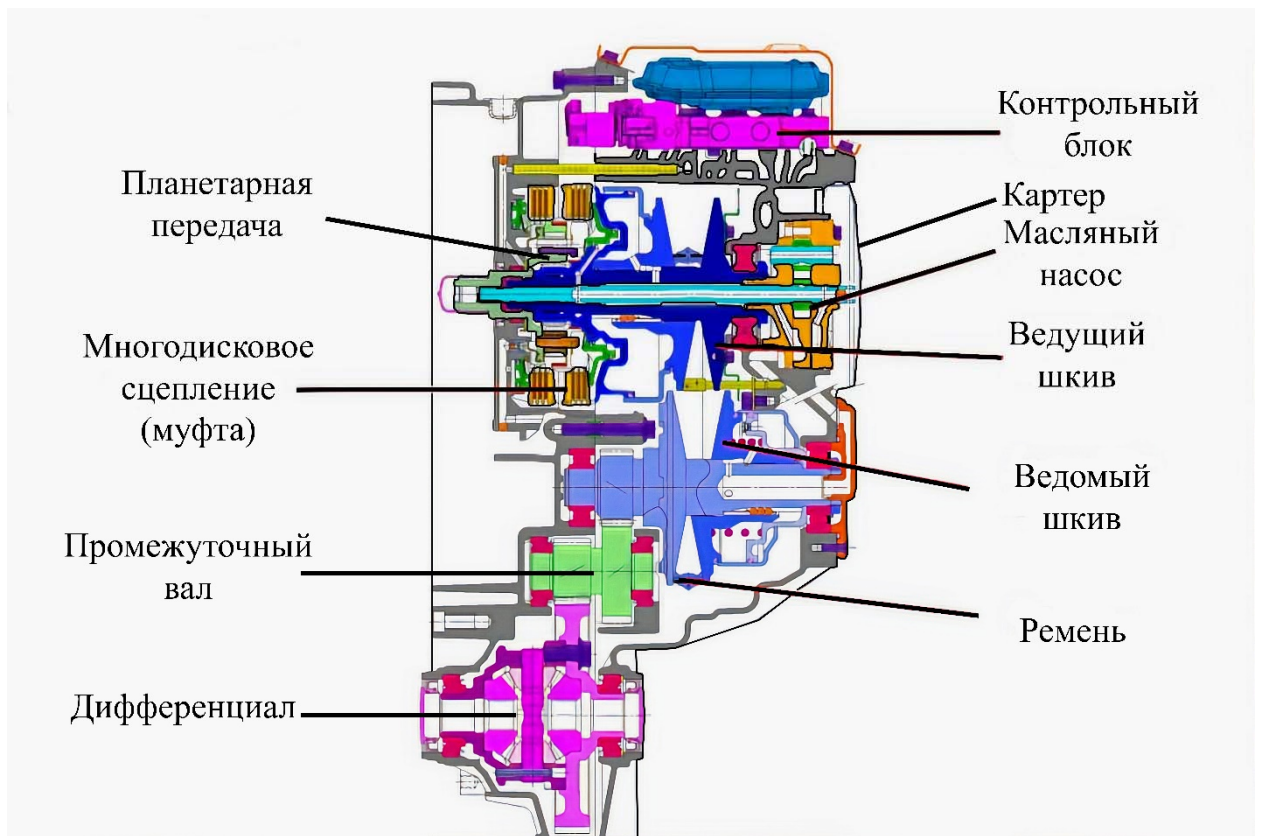


Рисунок 63 – схема вариатора VT2.

Базовой деталью коробки передач является картер. (рисунок 64).

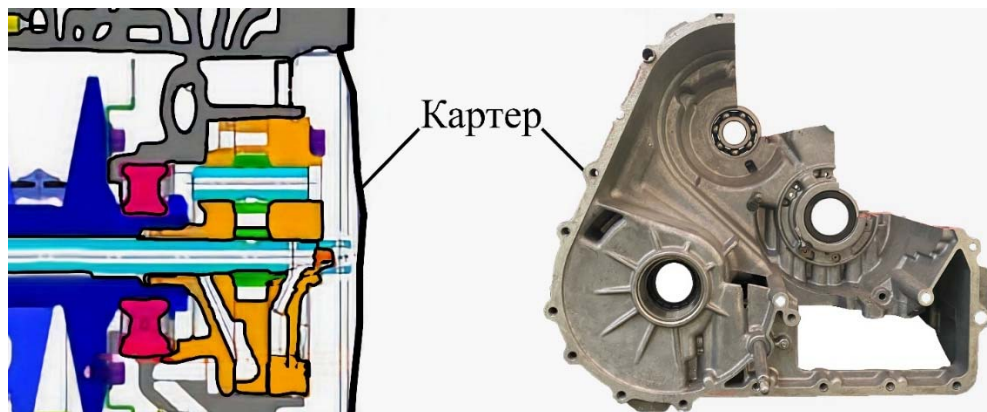


Рисунок 64 – общий вид картера вариатора VT2.

В нём располагаются:

- планетарная передача;
- многодисковое сцепление и тормоз;
- ведущий шкив;
- ведомый шкив;
- промежуточный вал;
- главная передача с дифференциалом;
- масляный насос.

Планетарная передача обеспечивает передачу крутящего момента как в прямом, так и в обратном направлении (рисунок 65).

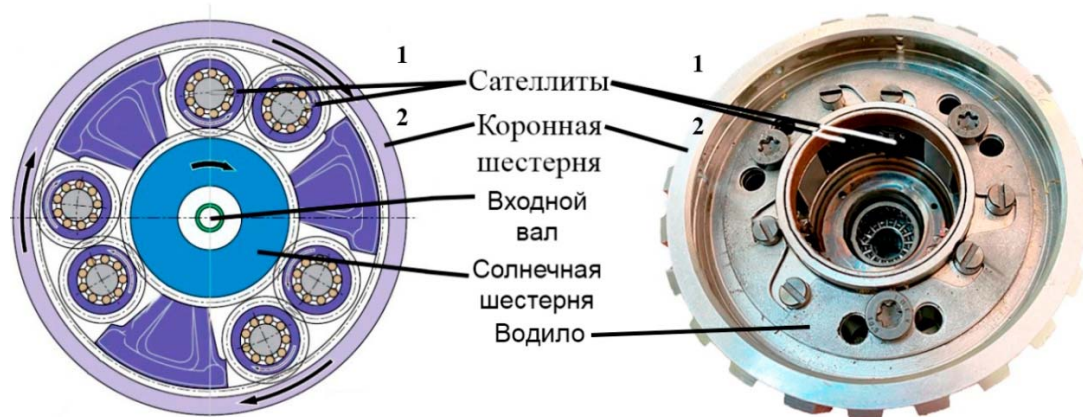


Рисунок 65 – планетарная передача.

Водило представляет собой корпус, в котором на осях установлены 3 пары сателлитов. Первый сателлит входит в зацепление с солнечной шестерней, а второй – с коронной. Коронная шестерня вращается относительно водила на подшипнике.

Развиваемый двигателем крутящий момент передается через входной вал на водило планетарной передачи при помощи шлицевого соединения (рисунок 66).



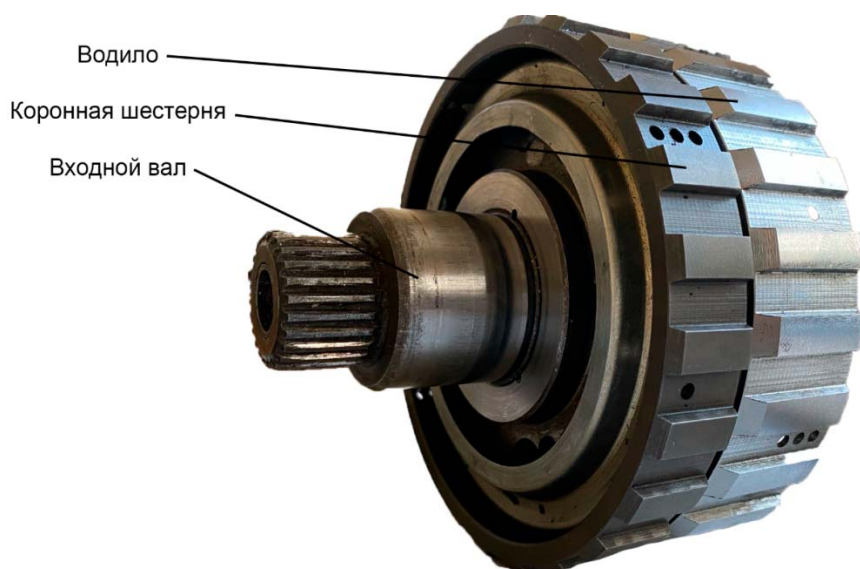


Рисунок 66 – планетарная передача сбоку.

Водило через муфту имеет возможность соединяться с неподвижным шкивом ведущего блока (рисунок 67).

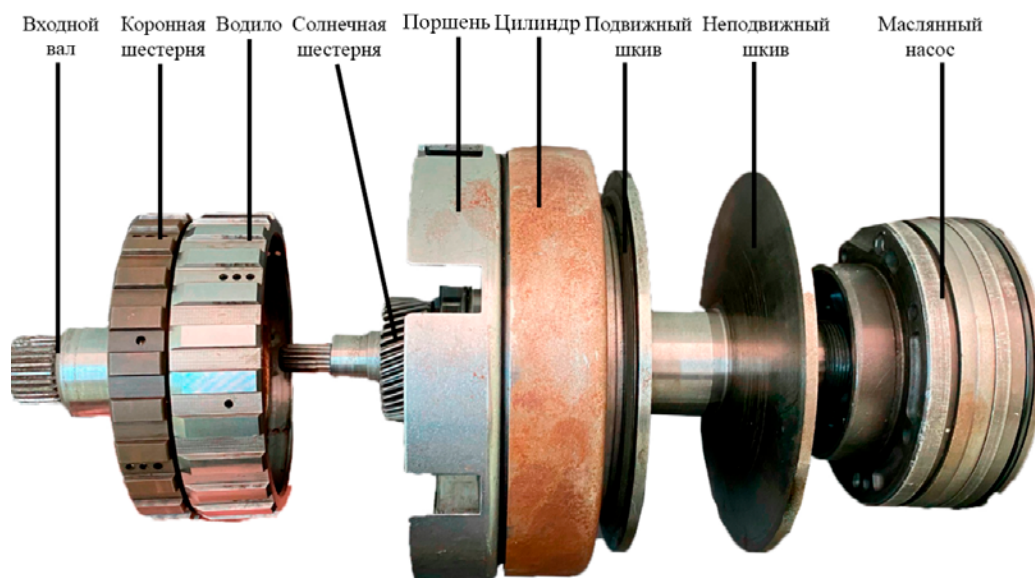


Рисунок 67 – устройство ведущего блока шкивов.

При включении многодисковой муфты переднего хода водило соединяется с ведущим блоком, и крутящий момент от двигателя передается непосредственно на ведущий шкив, который вращается в том же направлении, что и коленчатый вал. Такой режим называется режимом переднего хода.

Включение тормоза приводит к блокировке коронной шестерни планетарной передачи. При этом крутящий момент передается с водила на оси сателлитов № 1, так как являются единым узлом. Сателлиты № 1, обкатываясь вокруг неподвижной коронной шестерни, приводят во вращение сателлиты № 2, в результате чего солнечная шестерня вращается в обратном направлении. Так как солнечная шестерня соединена с ведущим блоком шкивов при помощи шлицов - автомобиль движется в обратном направлении. Такой режим называется режимом заднего хода.

В трансмиссии используется многодисковое сцепление для соединения водила и ведущего блока шкивов и многодисковое сцепление для блокировки коронной шестерни (работает как тормоз) (рисунок 68).

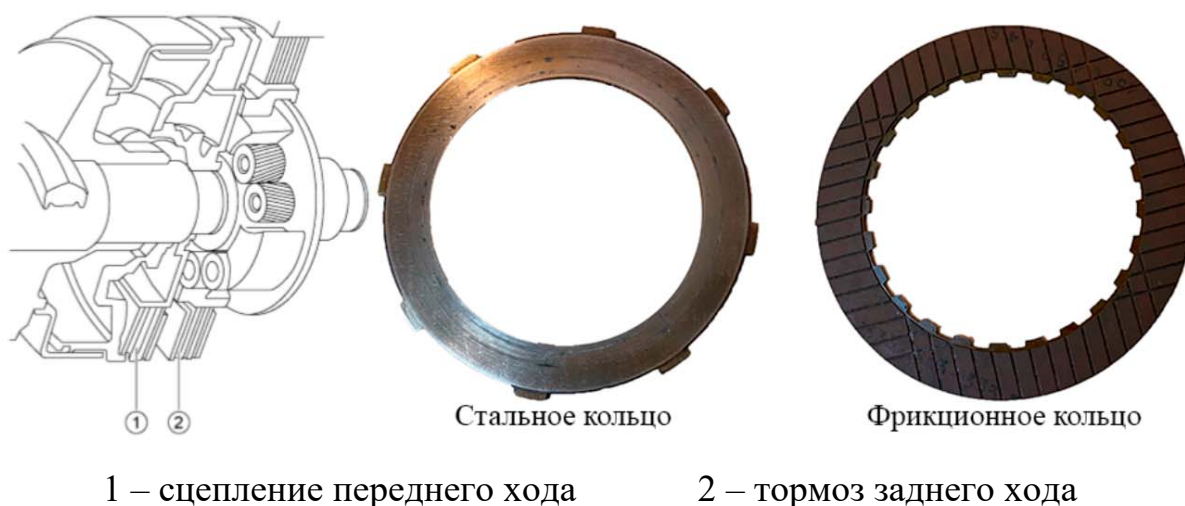


Рисунок 68 – устройство многодискового сцепления.

Каждое сцепление состоит из трех фрикционных дисков, образующих 6 поверхностей трения, между которыми стоят стальные диски (рисунок 68).

Для предотвращения перегрева диски сцепления охлаждаются непосредственно трансмиссионным маслом.



Основу вариатора составляет стальной приводной ремень, проходящий между двух шкивов. Расстояние между центрами обоих шкивов составляет 155 мм. Каждый шкив состоит из двух половинок (рисунок 69).

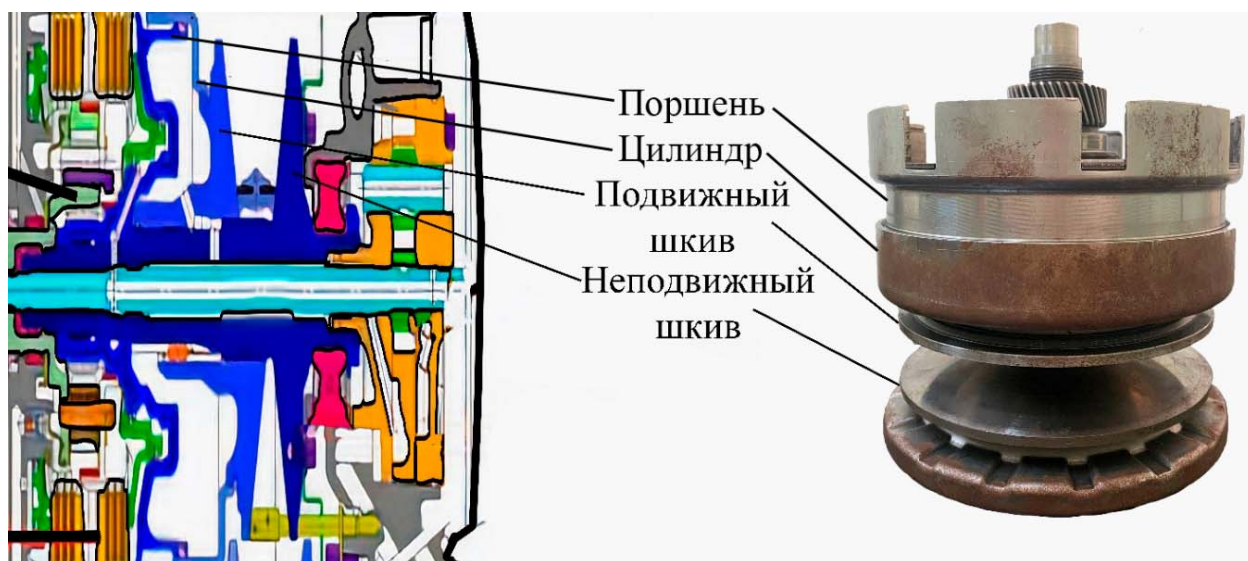


Рисунок 69 – устройство ведущего блока шкивов.

Одна половинка шкива неподвижна в осевом направлении, а вторая может перемещаться, при этом она свободно вращается относительно цилиндра и неподвижной половинки шкива. Угол конусной поверхности шкива составляет  $11^\circ$ .

Подвижный шкив соединен с гидравлическим цилиндром (рисунок 70).



Поршень

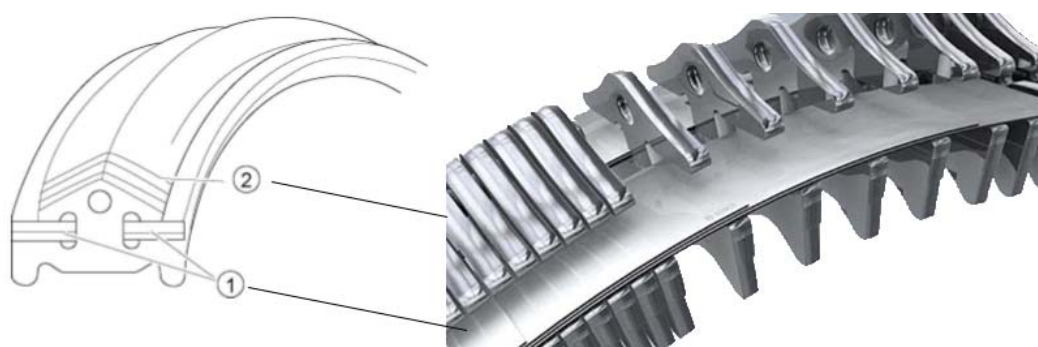
Цилиндр

Рисунок 70 – устройство поршня и цилиндра.

Изменение передаточного отношения обеспечивается изменением давления в цилиндре, которое регулируется системой управления.

Величина крутящего момента и скорость вращения ведомого шкива зависит от положения стального ремня. Размеры обоих шкивов подобраны таким образом, чтобы обеспечивалось необходимое передаточное число в диапазоне от 2,416:1 до 0,443:1.

Стальной ремень состоит из 450 отдельных клиновидных пластин, соединенных вместе 24 стальными лентами. С каждой стороны пластин располагается по 12 лент (рисунок 71).



1. Стальная лента

2. Стальная пластина

Рисунок 71 – устройство стального ремня.

На ведомом шкиве установлены две половинки. Одна изготовлена заодно с валом, другая – может перемещаться в осевом направлении. Для обеспечения натяжения ремня в полость цилиндра подается давление масла, которое прижимает подвижную половинку шкива к неподвижной. Кроме того, прижатие обеспечивается пружиной (рисунок 72).

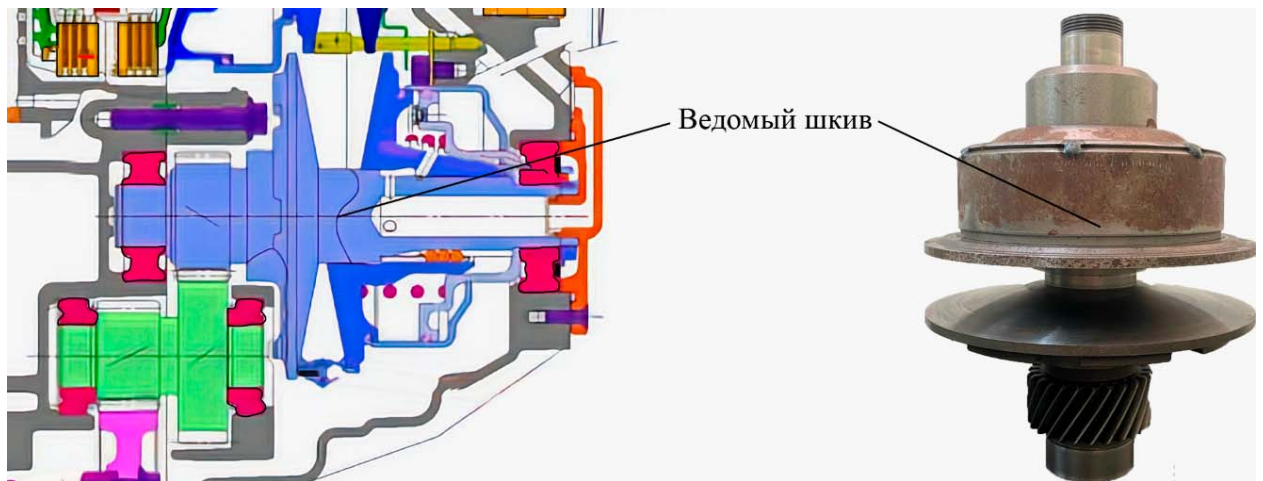


Рисунок 72 – ведомый вал.

Промежуточный вал (вал-шестерня) предназначен для уменьшения частоты вращения главной передачи и обеспечивает вращение приводного вала в требуемом направлении при включении сцепления или тормоза (рисунок 72).

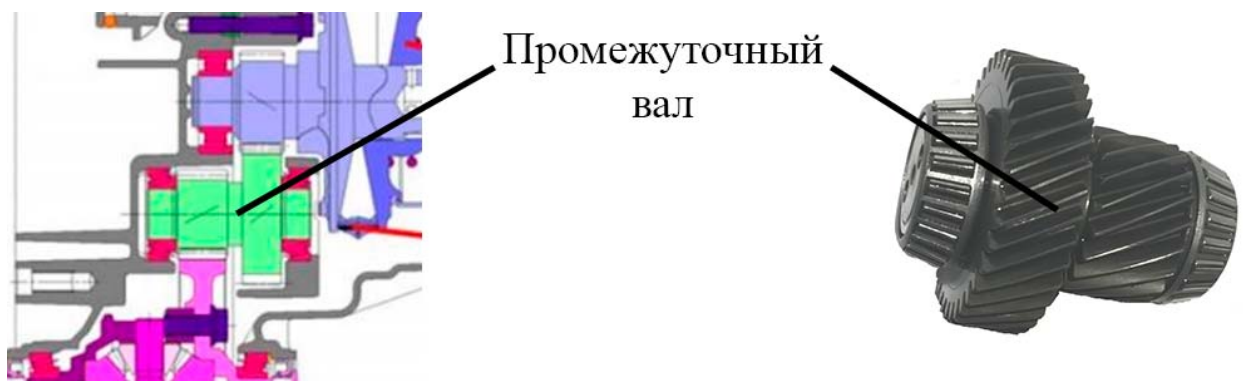


Рисунок 73 – промежуточный вал.

Уменьшение частоты вращения от ведомого шкива к приводному валу в значительной степени улучшает эксплуатационные характеристики автомобиля. Промежуточный вал опирается на два конических роликовых подшипника: один из них располагается в крышке картера, а второй – в крышке промежуточного вала.

В состав главной передачи входят ведущая, ведомая шестерни и дифференциал (рисунок 74).

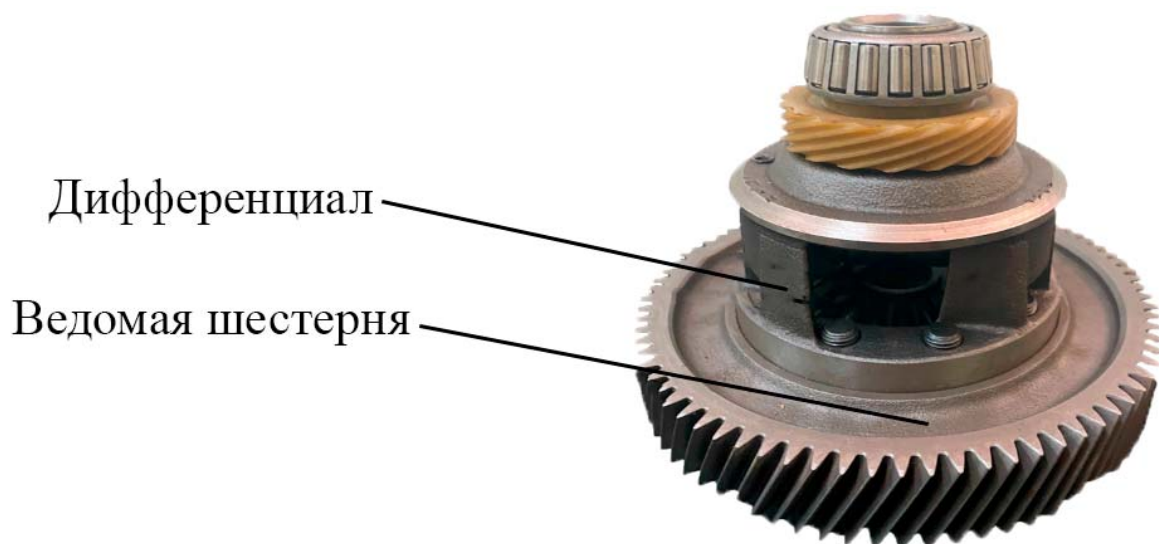


Рисунок 74 – устройство главной передачи.

Конструкция дифференциала аналогична используемой в механической коробке передач.

Выводы по первому разделу: в результате изучения теоретической части студенты должны получить представление о разновидностях коробок передач, их конструкции и принципе работы, основных преимуществах, различных схем переключения передач и т.д. Кроме того, в разделе подробно рассмотрена конструкция и принцип работы коробки передач с вариатором VT2.

## 2. Визуализация технологического процесса сборки коробки передач с вариатором VT2.

Для разработки технологической карты сборки коробки передач VT2 необходимо:

- просмотреть видеоролик со звуком;
- заполнить технологическую карту, повторно просматривая видеоролик без звука.

В видеоролике представлена последовательность действий и нормативные значения параметров.

Инструктивная карта сборки коробки передач представлена в виде фотографий и описания порядка действий:

- закрепить вал ведущего шкива в тисках (рисунок 75);



Рисунок 75 – ведущий шкив.



- установить на вал подвижный шкив с цилиндром (рисунок 76);



Рисунок 76 – установка подвижного шкива с цилиндром.

- установить на вал поршень подвижного шкива (рисунок 77);



Рисунок 77 – установка поршня подвижного шкива.

- установить на вал поршень сцепления (рисунок 78);





Рисунок 78 – поршень сцепления.

- закрутить гайку ведущего шкива (рисунок 79);

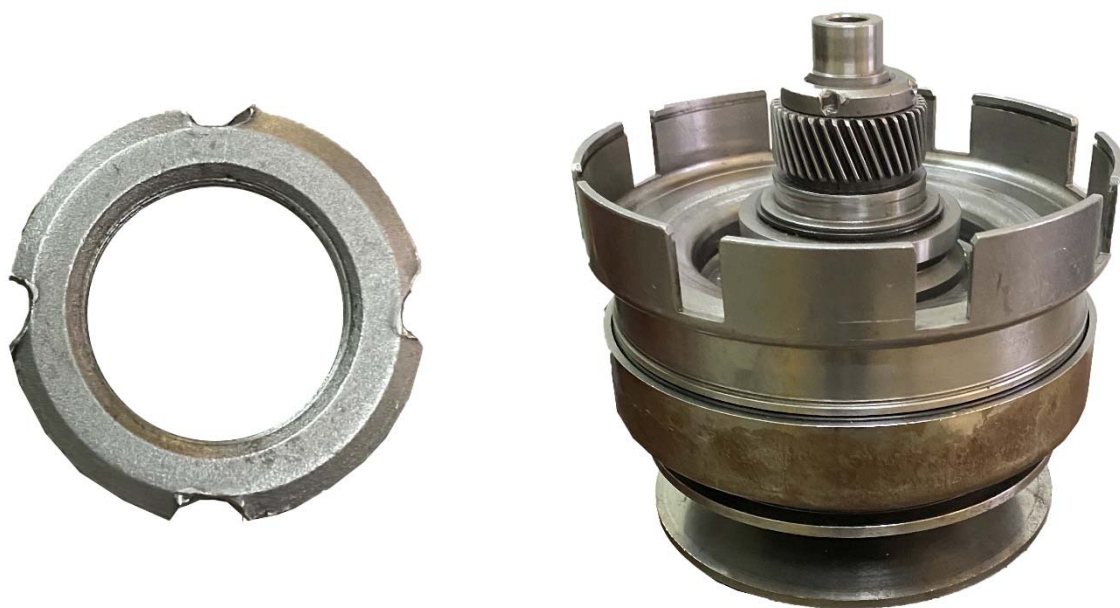


Рисунок 79 – установка гайки ведущего шкива.

- попеременно установить стальные и фрикционные кольца (рисунок 80);



Рисунок 80 – стальное и фрикционное кольца.



Рисунок 81 – установка сцепления ведущего вала.

- установить стопорное кольцо фрикционных дисков (рисунок 82);



Рисунок 82 – стопорное кольцо фрикционных дисков.

- установить и закрепить картер КП на кантователь (рисунок 83);

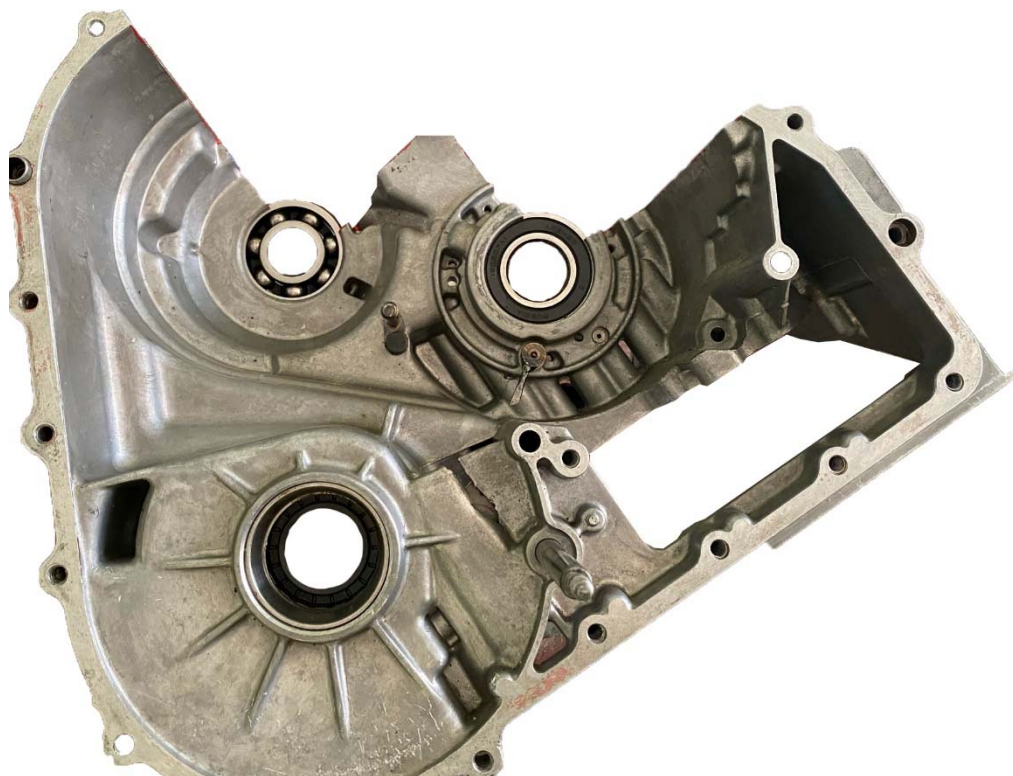


Рисунок 83 – картер КП на кантователе.

- одеть ремень на шкивы и установить в картер КП шкивы с ремнем (рисунок 84);

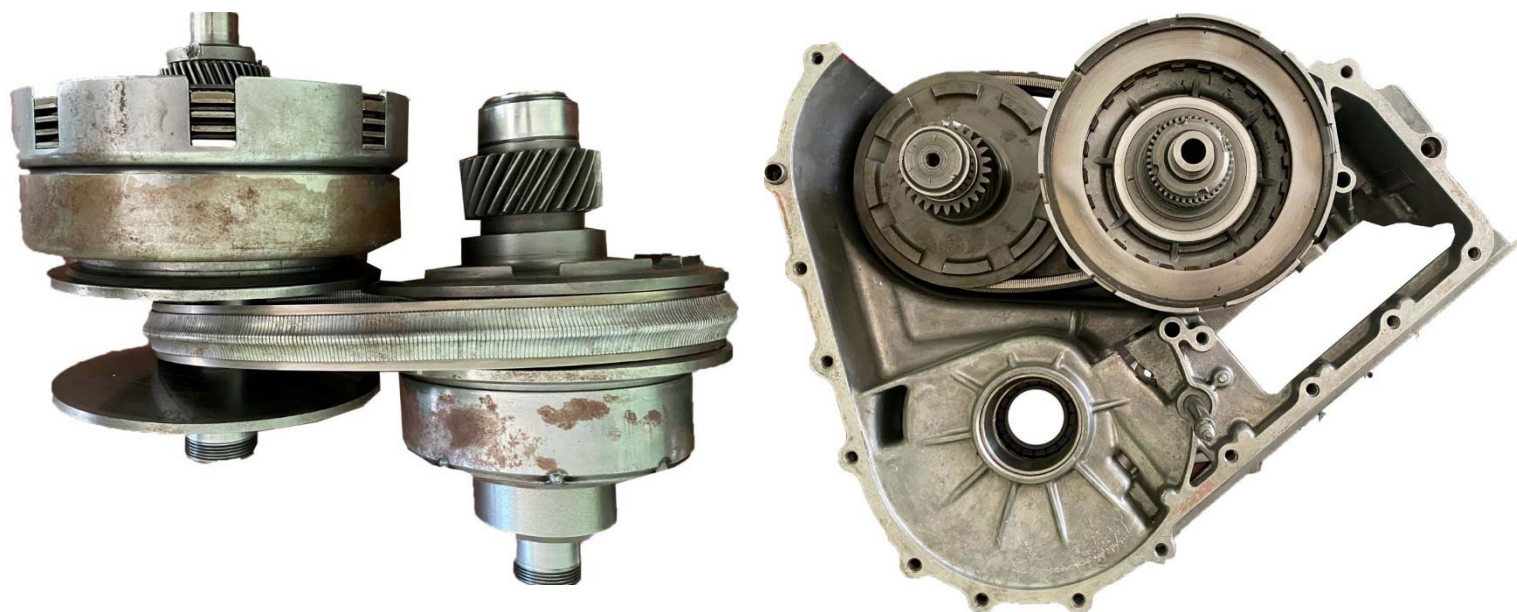


Рисунок 84 – установка шкивов в картер.

- установить планетарную передачу на ведущий шкив (рисунок 85);



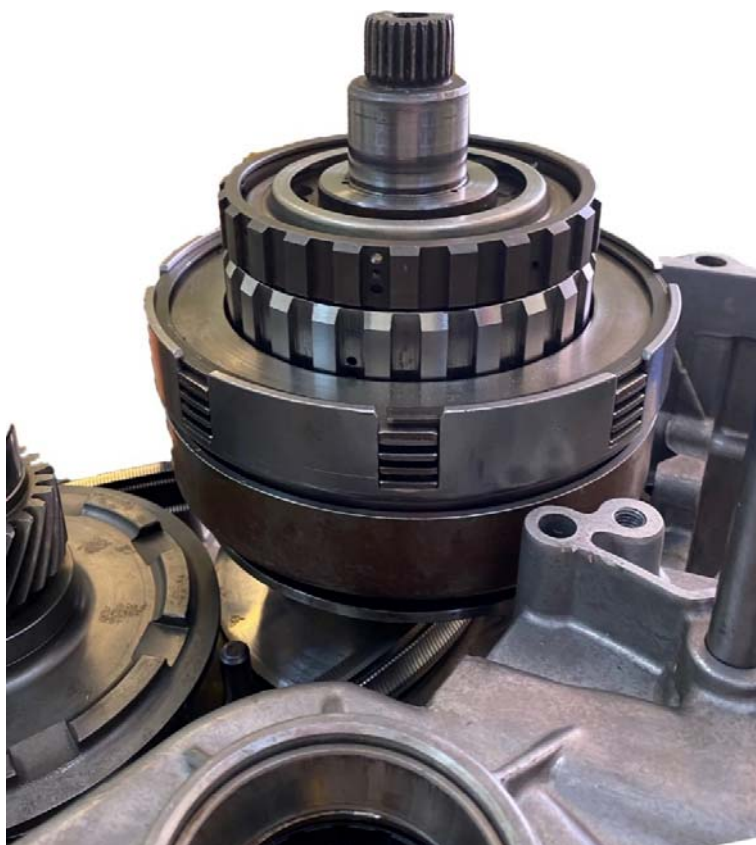


Рисунок 85 – установка планетарной передачи на ведущий шкив.

- установить крышку картера КП на верстак (рисунок 86);

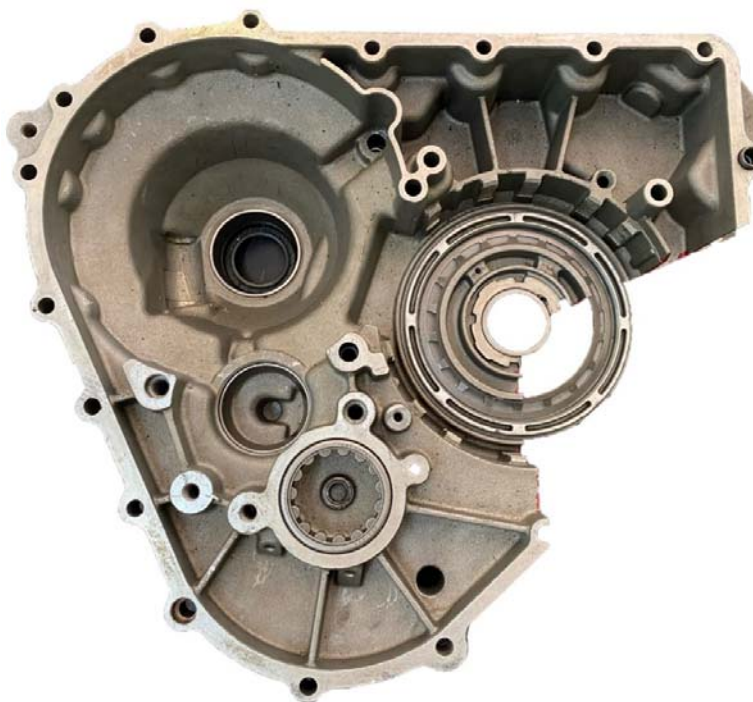


Рисунок 86 – крышка картера на верстаке.

- установить главную передачу в крышку картера (рисунок 87);

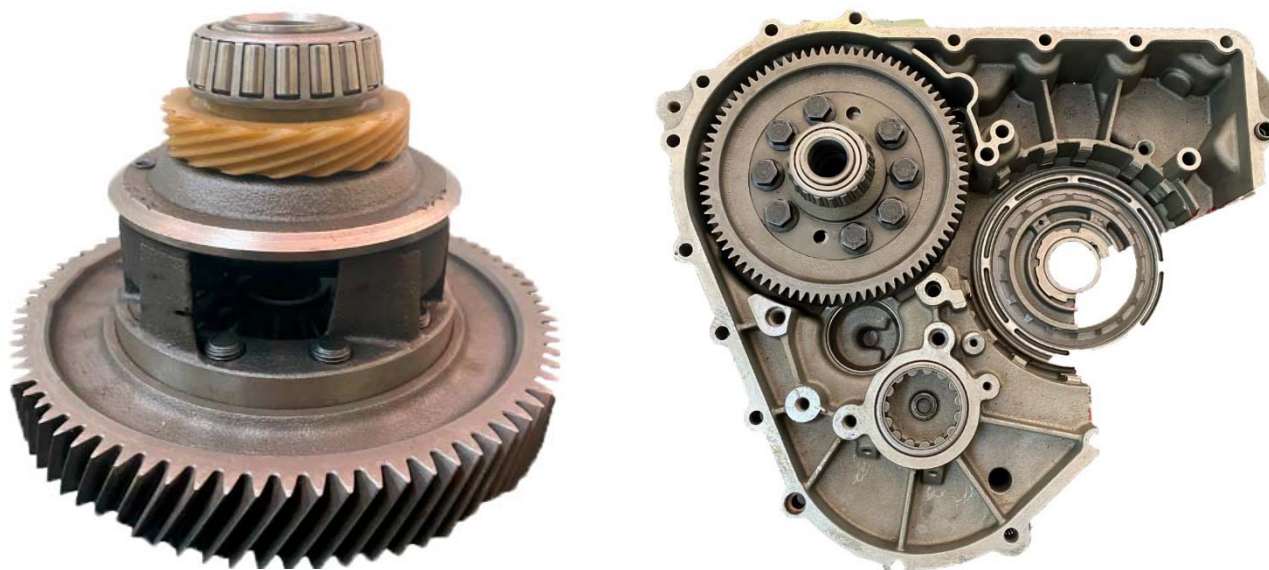


Рисунок 87 – установка главной передачи в крышку картера.

- установить кронштейн штока положения «Р» селектора выбора режима движения в крышку (рисунок 88);





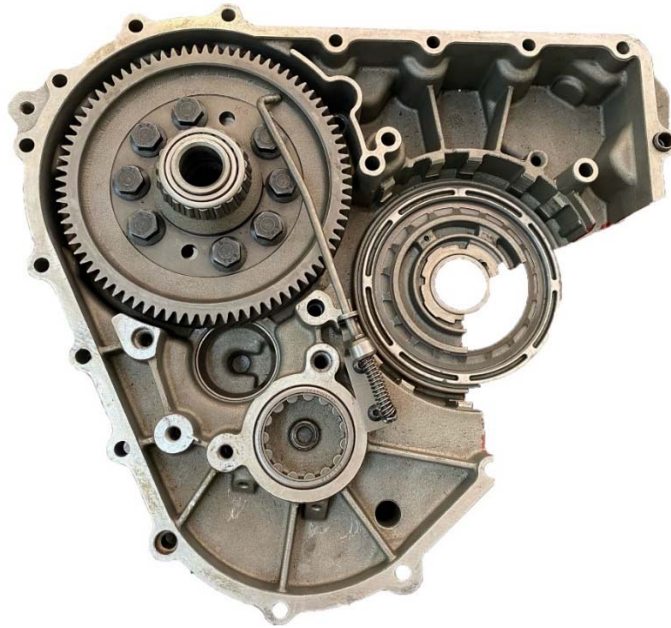


Рисунок 88 – установка кронштейна штока в крышку картера.

- установить стальные и фрикционные диски тормоза коронной шестерни попеременно в крышку картера (рисунок 89);



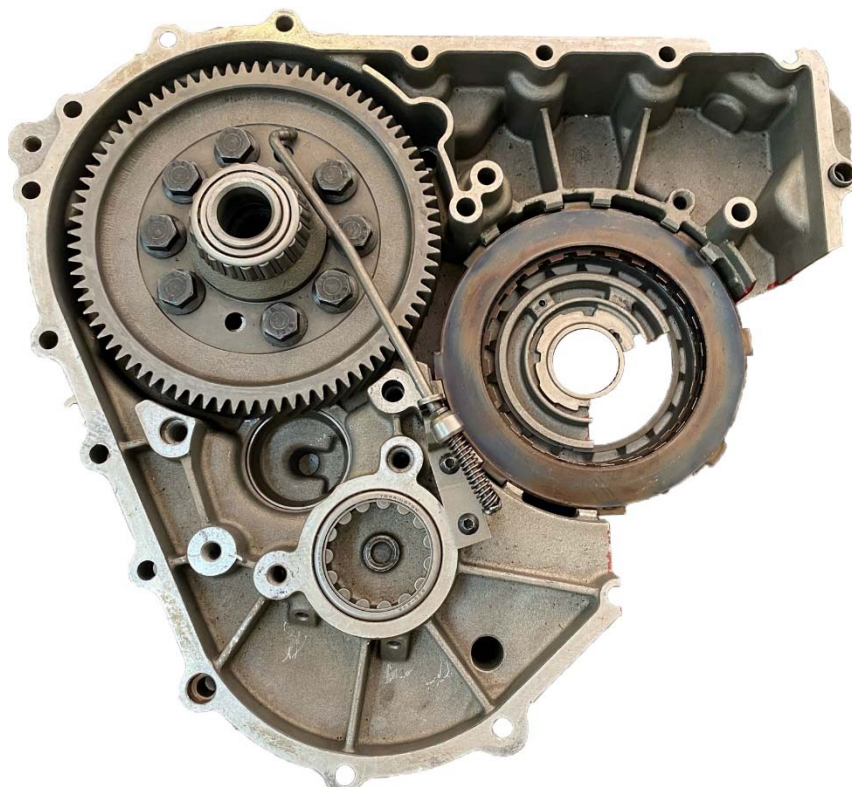


Рисунок 89 – установка стальных и фрикционных дисков тормоза в крышку картера.

- установить промежуточный вал в крышку картера (рисунок 90);

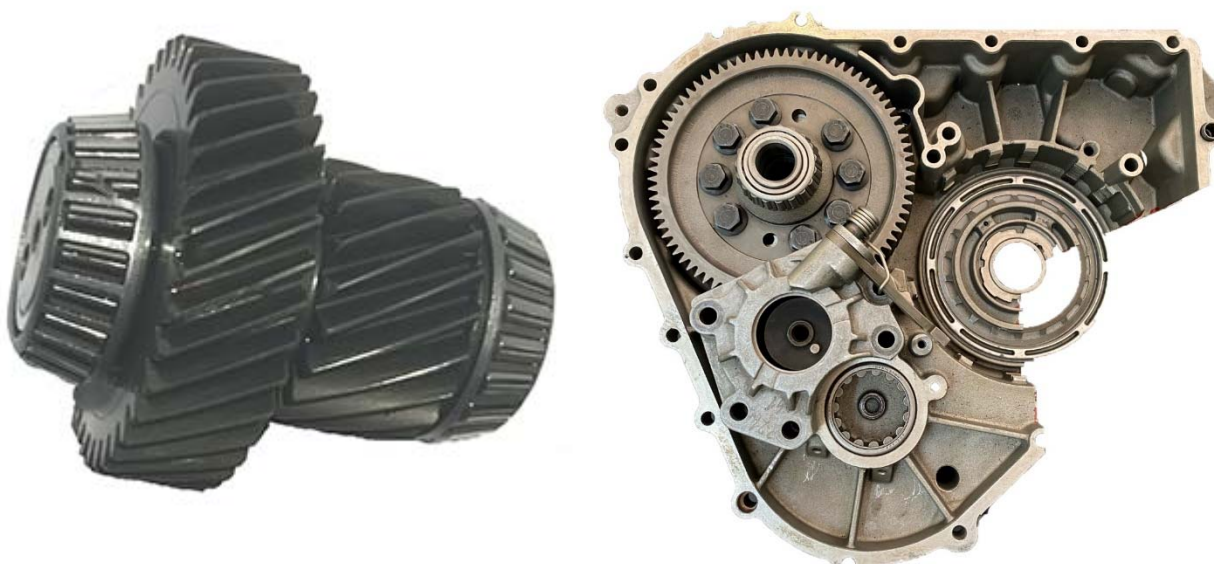


Рисунок 90 – установка промежуточного вала в крышку картера.

- установить крышку картера на картер (рисунок 91);

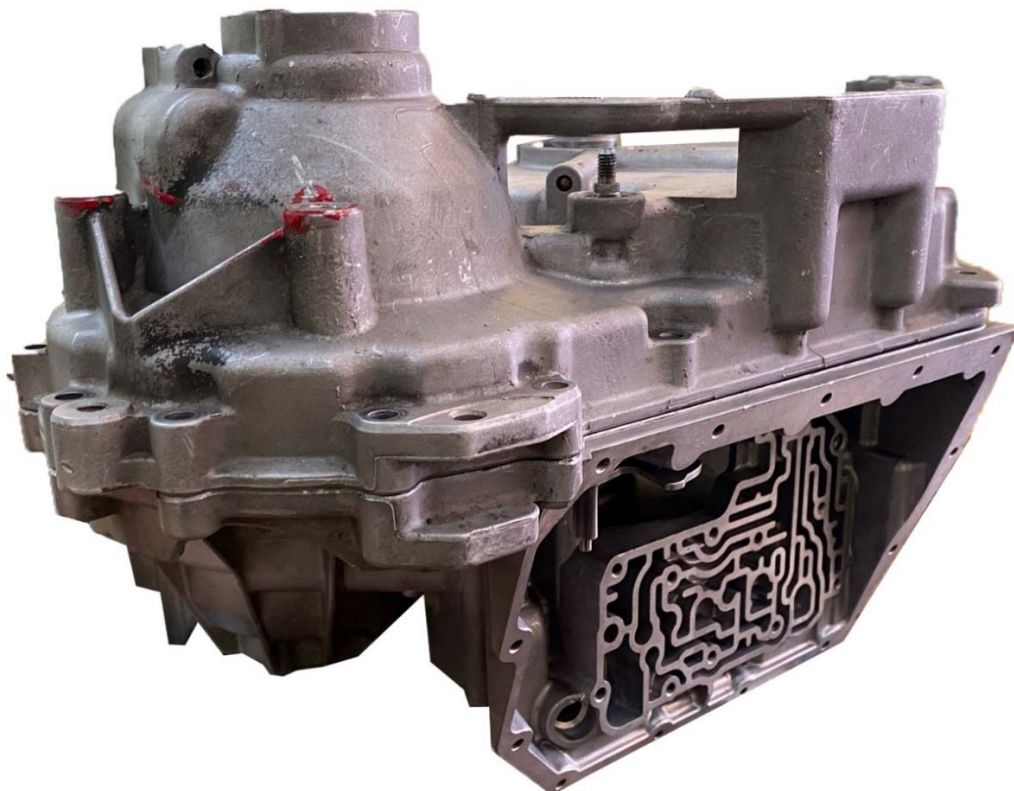


Рисунок 91 – установка крышки картера на картер.

- закрутить болты крепления крышки картера (рисунок 92);



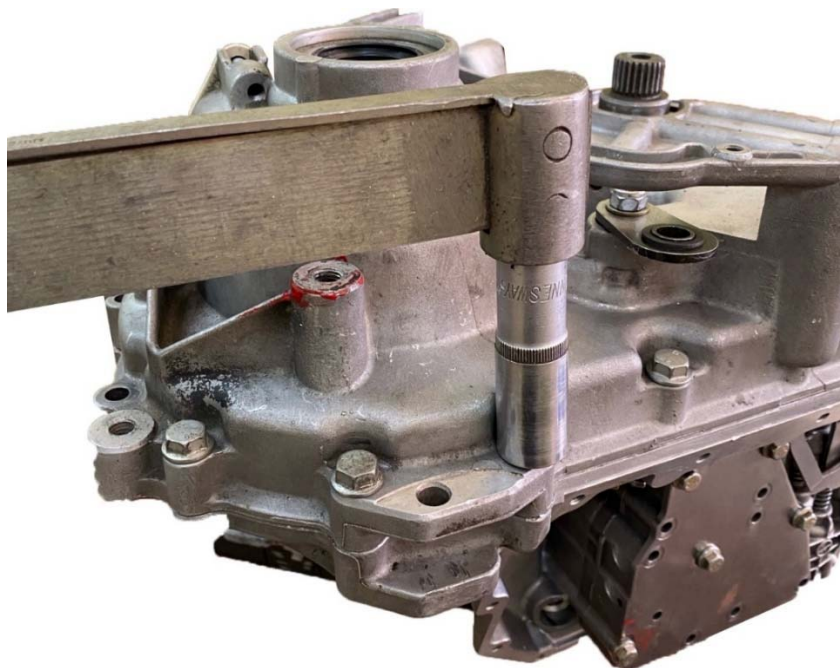


Рисунок 92 – закручивание болтов крепления крышки картера.

- установить шток положения «Р» в сектор селектора выбора режима движения (рисунок 93);



Рисунок 93 – установка штока положения «Р» в сектор селектора выбора режима движения.

- установить рычаг выбора режима движения (рисунок 94);



Рисунок 94 – установка рычага выбора режима движения.

- установить гидравлический блок управления на картер (рисунок 95);

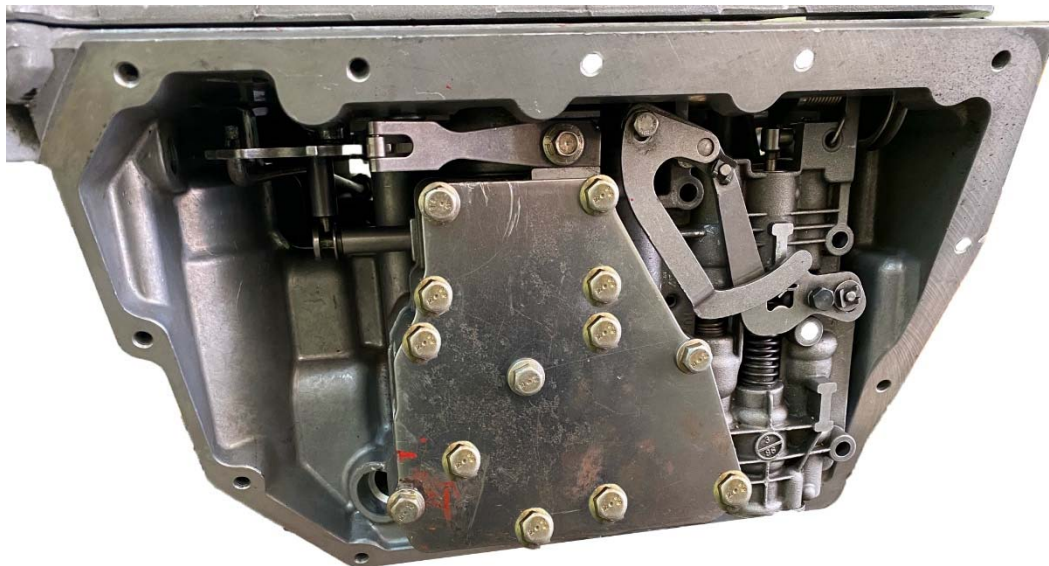


Рисунок 95 – установка гидравлического блока управления на картер.

- закрутить болты крепления гидравлического блока управления (рисунок 96).

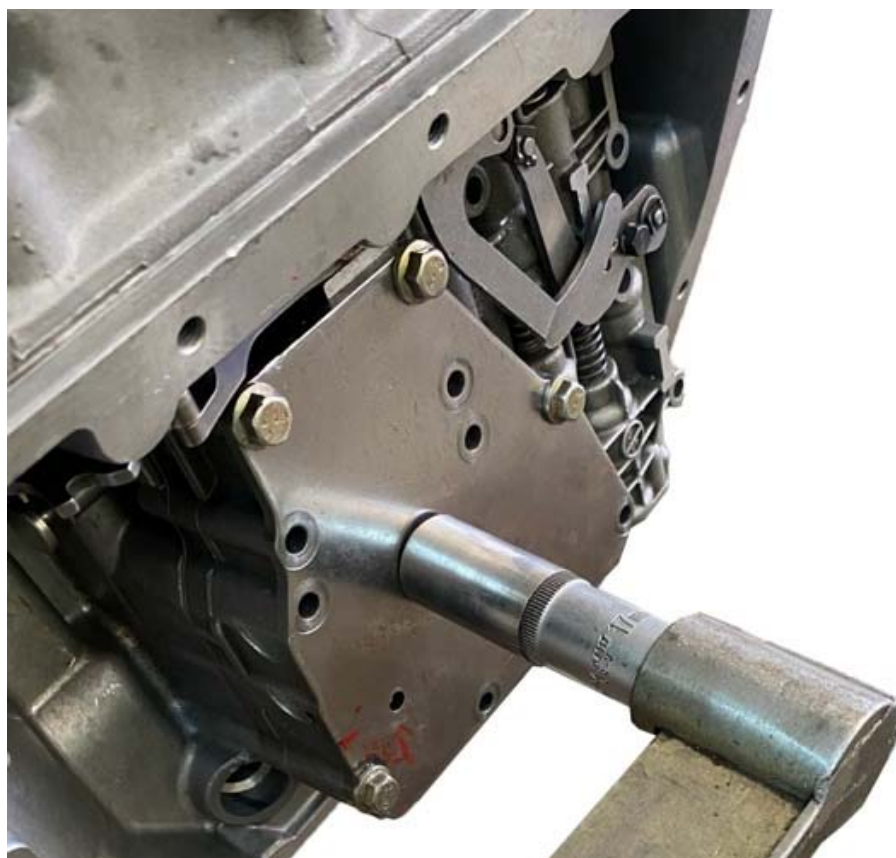


Рисунок 96 – закручивание болтов крепления гидравлического блока управления.



## Технологическая карта сборки коробки передач VT2.

Наименование и содержание работы	Кол-во точек воздействия	Приборы и инструменты	Трудоёмкость (Ч*мин)	Технические требования
1	2	3	4	5
<b>1. Сборка ведущего шкива</b>				
1.1 Закрепить вал ведущего шкива в тисках	1	Слесарные тиски	0.15	Вал должен быть установлен вертикально
1.2 Установить на вал подвижный шкив с цилиндром	1	-	0.1	-
1.3 Установить на вал поршень подвижного шкива	1	-	0.1	-
1.4 Установить на вал поршень сцепления	1	-	0.1	-
1.5 Закрутить гайку ведущего шкива	1		0.15	
1.6 Установить широкий стальной диск	1	-	0.05	Выступы диска должны войти в пазы поршня
1.7 Установить фрикционный диск	1	-	0.05	

Продолжение таблицы

1.8 Установить попеременно два стальных и два фрикционных диска	4		0.2	Выступы стальных дисков должны войти в пазы поршня, выступы фрикционных дисков должны находиться в одной плоскости
1.9 Установить стопорное кольцо фрикционных дисков	1	Плоская отвертка	0.2	-
2. Сборка коробки передач				
2.1 Установить и закрепить картер КП на кантователь	1	Кантователь коробки передач	1	Картер должен быть расположен в горизонтальном положении
2.2 Одеть ремень на шкивы	1	-	0.3	-
2.3 Установить в картер КП шкивы с ремнем	1	-	0.15	Неподвижная половинка ведущего шкива должна быть расположена снизу
2.4 Установить планетарную передачу на ведущий шкив	1	-	0.15	-

Продолжение таблицы

2.5 Установить крышку картера КП на верстак	1	Верстак	0.5	Наружная сторона крышки картера должна быть внизу
2.6 Установить главную передачу в крышку картера	1	-	0.15	Шестерня датчика скорости должна быть расположена внизу
2.7 Провернуть главную передачу для самоустановки подшипников	1	-	0.05	Угол поворота 180 °
2.8 Установить стальные и фрикционные диски тормоза коронной шестерни попеременно в крышку картера	6	-	0.3	Первым устанавливается стальной диск, далее фрикционный
2.9 Установить стопорное кольцо тормоза коронной шестерни	1	Плоская отвертка	0.2	-
2.10 Установить кронштейн штока положения «Р» селектора выбора режима движения в крышку	1	-	0.5	-

Продолжение таблицы

2.11 Прикрутить кронштейн к крышке	2	Звездочка 5	0.2	-
2.12 Установить промежуточный вал в крышку картера	1	-	0.5	-
2.13 Установить крышку промежуточного вала на подшипник вала	1	-	0.5	-
2.14 Закрутить болты крышки промежуточного вала	5	Головка 13, динамометрический ключ	3	Момент затяжки 35...50 Н*м
2.15 Установить прокладку картера	1	-	0.15	-
2.16 Установить крышку картера на картер	1	-	0.15	-
2.17 Установить шток положения «Р» в сектор селектора выбора режима движения	1	-	0.2	-
2.18 Закрутить болты крепления крышки картера к картеру	20	Головка 13, динамометрический ключ	5	Момент затяжки 35...50 Н*м
2.19 Установить рычаг выбора режима движения	1	Головка 13, динамометрический ключ	0.05	Момент затяжки 35...50 Н*м

Продолжение таблицы

2.20 Установить гидравлический блок управления на картер	1	-	0.15	Механизм управления должен быть расположен сверху
2.21 Закрутить болты крепления гидравлического блока управления	12	Головка 10, динамометрический ключ	3	Момент затяжки 5...8 Н*м
2.22 Установить прокладку крышки гидравлического блока управления	1	-	0.05	-
2.23 Установить крышку гидравлического блока управления	1	-	0.15	-
2.24 Закрутить крышку гидравлического блока управления	13	Головка 10, динамометрический ключ	3	Момент затяжки 5...8 Н*м
2.25 Установить гайку крепления ведущего шкива к картеру	1	-	0.05	-
2.26 Закрутить гайку крепления ведущего шкива к картеру	1	Головка 21	0.2	-
2.27 Установить гайку крепления ведомого шкива к картеру	1	-	0.05	-



Продолжение таблицы

2.28 Закрутить гайку крепления ведомого шкива к картеру	1	Головка 21	0.2	-
2.29 Установить гидравлический насос	1	-	0.15	-
2.30 Закрутить гидравлический насос	5	Головка 10, динамометрический ключ	1	Момент затяжки 5...8 Н*м
2.31 Установить крышку ведущего вала	1	-	0.15	-
2.32 Закрутить крышку ведущего вала	4	Головка 10, динамометрический ключ	0.5	Момент затяжки 5...8 Н*м
2.33 Установить крышку ведомого вала	1	-	0.15	-
2.34 Закрутить крышку ведомого вала	4	Головка 10, динамометрический ключ	0.5	Момент затяжки 5...8 Н*м

Выводы по второму разделу: во втором разделе разработаны инструктивная карта (для лучшего усвоения последовательности действий при сборке коробки передач с вариатором VT2), технологическая карта, в которой отражены наименование и содержание работ, количество точек воздействий, оборудование и инструмент, трудоемкость и технические требования. Кроме того, разработан видеоматериал, позволяющий лучше усваивать технологию сборки коробки передач с вариатором VT2.

## Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана лабораторная работа «Устройство и принцип работы коробки передач с вариатором» с использованием мультимедийных технологий. Был снят и смонтирован наглядный видеоролик с последовательностью выполнения сборки коробки передач с вариатором VT2. Был разработан технологический процесс, включающий детальную последовательность сборки коробки передач.

Были изучены:

- устройство и принцип работы механической, гидромеханической и роботизированной коробок передач;
- конструкция коробки передач с вариатором VT2;
- устройство и принцип работы коробки передач с вариатором VT2;
- технология сборки коробки передач с вариатором VT2.

Был получен навык работы с технологическим оборудованием и инструментом при выполнении сборки коробки передач с вариатором VT2.

В результате выполненной лабораторной работы с использованием мультимедийных технологий модифицируется учебный процесс, улучшается восприятие студентами данной им информации. В ходе выполнения лабораторной работы студент должен приобрести углубленные теоретические знания в конструкции, устройстве и принципе работы коробки передач с вариатором, а также практические навыки в разборке-сборке коробки передач VT2. Помимо этого, затронув тему коробок передач с вариатором, студент должен задаться вопросом о том, за счет чего и по каким принципам работают другие автоматические коробки передач (к примеру, роботизированная коробка переключения передач DSG и гидромеханическая). Самостоятельное изучение этих вопросов позволит будущему молодому специалисту стать высококлассным профессионалом в своем деле, как следствие, получить хорошую должность и соответствующее материальное положение.

## Список используемых источников

1. Е678 Епишкин, В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобили и автомобильный сервис») / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2018. – 199 с.
2. [Оригинальная инструкция](#) по обслуживанию и диагностике коробки передач Hansasmatic.
3. Гулиа Н. В., Клоков В. Г., Юрков С. А. Детали машин. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — С. 416. — [ISBN 5-7695-1384-5](#).
4. Проектирование технологических процессов сборки: учеб.-метод. Пособие [Текст]/Воронов Д.Ю. [и др] – Тольятти,: ТГУ,2011.-112с.
5. Автомобили ВАЗ-2121, 21213, 21214, 2131 и их модификации: «Трудоемкости работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту» / А.В. Куликов, П.Н. Христов, В.Е. Климов, В.С. Рева, В.А. Зимин. Г.А. Хлыненко. – ИТЦ «АвтоВАЗтехобслуживание», 2005 г. – 169 с.
6. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: П79 В 3 т. Т. 2 [Текст] / Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.528 с.: ил.
7. Скутнев, В. М. Эксплуатационные свойства автомобиля : учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение" [Текст]/ В. М. Скутнев. - Гриф УМО ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011. - 139 с. : ил. – Библ.: с. 130. - 33-11
8. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля. - М: ООО «Изд. «За рулем» [Текст], 2012.-336с. ISBN 878-5-903813-06-03.
9. Щипанов, А.В. Разработка технологических процессов сборки узлов и изделий: Учебно-методическое пособие для выполнения курсовых

проектов, работ и технологической части дипломных проектов по дисциплине «Технология автотракторостроения». [Текст] /Тольятти: ТГУ, 2008. – 56 с.

10. Трансмиссии автомобилей [Текст] / Цитович И.С, Каноник И.В., Ва-вуло В.А. — Мн.:Наука и техника. 1979. – 256 с.

11. Вахламов, В. К. Автомобили : конструкция и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. К. Вахламов. - М. : Академия, 2009. - 480 с. : ил. - (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 475. - ISBN 978-5- 7695-4202-2:

12. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] / В.Ф. Родионов, Б.А. Фитгерман. – М. : Машиностроение, 1973. – 490 с.

13. Румянцев С. И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей/С.И. Румянцев, А.Ф. Синельников, Ю.Л. Штоль. – Машиностроение, 1989.–270 с.

14. Березина Е.В. «Автомобили: конструкция, теория, расчет» / Е.В. Березина // учебное пособие, Изд-во «Альфа М», 2012 – 320 с. <https://new.znaniium.com/catalog/document?id=125729>

15. Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с <https://new.znaniium.com/read?id=346065>

16. Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с. <https://new.znaniium.com/read?id=83349>

17. Малкин, В. С. Техническая эксплуатация автомобилей : теорет. И практ. аспекты : учеб. пособие [Текст] / В. С. Малкин. - М. : Академия, 2007.- 288 с.

18. Дымшиц И.И. Коробки передач. [Текст] - М., Машгиз, 1960

19. Гришкевич А.И. Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник [Текст] / под общ. ред. А.И. Гришкевича.- М.: Машиностроение, 1984,-272с.

20. Reif, K. Automotive and Engine Technology [Text] / K. Reif. – Springer International Publishing, 2012. – P.92
21. Van Basshuysen, R. Modern Engine Technology from A to Z [Text]/ R. Van Basshuysen. - SAE International, 2011. – P. 373.
22. LT230T TRANSFER BOX OVERHAUL MANUAL / Publication Part No. LRL 0081ENG - 2nd Edition Published by Rover Technical Communication. 1997
23. Lizogub V. A., Russian Engineering Research [Text] / V. A. Lizogub, June 2007, Volume 27, Issue 6, p.373.
24. Pia, G. Pistons and engine testing[Text]/G.Pia.-Springer Vieweg, 2016.– P. 295
25. Родионов В. Ф., Ступенчатые коробки передач легковых автомобилей, Труды особой автомобильной лаборатории при НАМИ, вып. 11, Машгиз, 1953.
26. Хельдт П., Автомобильные сцепления и коробки передач, Машгиз, 1947.
27. Прокофьев В. Н., Автомобильные гидropередачи, Машгиз. 1948.
28. Лapidус В. И., Петров В. А., Гидравлические трансмиссии автомобилей, Машгиз, 1957.
29. The Beier Gear, Automobile Engineer, v. 44, sept. 1954.
30. Липгарт А. А., Лapidус В. И., О путях развития автоматических силовых передач автомобилей, «Вестник машиностроения» № 3, 1956.
31. The ZF-Media Gearbox, Automobile Engineer, v. 44, № 1, jan. 1954.
32. Gearboxes, Automobile Engineer, v. 44, № 11, nov. 1954.
33. Konig H. A., Konstruktionselemente und Zubehor auf der 38 IAA ATZ, № 1, jan. 1958.
34. New Semi-Automatic Truck Transmission, Automotive Industries, apr. 1, № 7, 1957.
35. New Five-Speed Transmission, Automotive Industries, march 1, № 5, 1957.

36. Manumatic transmission, Motor Industry, v. 75, III 1957.

37. Stott T. C., Problems in the design and developement of an economical automobile gear - box, The Inst. of Mech. Engrs. Proc. of the autom. division, 1953 - 1954.



Приложение А Тестирование для получения допуска

<p>1. Что решает проблему рассинхронизации частоты вращения шестерен передач в механической КП?</p> <p>А) Рассинхронизатор;          Б) Синхронизатор;          В) Сцепление;          Г) Выжимной подшипник.</p>	<p>2. Сколько сцеплений в роботизированной КП?</p> <p>А) Три;          Б) Пять;          В) Два;          Г) Одно.</p>
<p>3. Что является основой гидромеханической КП?</p> <p>А) Планетарный редуктор;          Б) Сцепление;          В) Цепь;          Г) Двойное сцепление.</p>	<p>4. Другое название коробки передач с вариатором?</p> <p>А) КП с двойным сцеплением;          Б) Гидромеханическая КП;          В) Бесступенчатая КП;          Г) 5ти ступенчатая КП.</p>
<p>5. Какие бывают пакеты фрикционов в коробке передач с вариатором?</p> <p>А) Основные и запасные;          Б) Муфта и тормоз;          В) Основной и тормоз;          Г) Сцепления и запасной.</p>	<p>6. Что находится между входным и выходным валом в гидромеханической КП?</p> <p>А) Промежуточный вал;          Б) Вторичный вал;          В) Главная передача;          Г) Металлический ремень.</p>

## Приложение Б Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие автоматические коробки передач Вы знаете?
2. За счет чего происходит переключение передач в механической КП?
3. Где, кроме автомобиля, используется КП с вариатором?
4. За что отвечает гидромuftа гидротрансформатора?
5. Принцип работы сцепления в механической КП.
6. Передача заднего хода в механической и роботизированной КП.