

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

Е. Л. Савич
А. С. Гурский

АВТОМОБИЛИ. КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Пособие

для студентов специальностей

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)» по направлению 1-37 01 06-01 «Техническая
эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего
и личного пользования)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

Минск
БНТУ
2020

УДК 629.33.02–585(075.8)

ББК 34.446я7

С13

Рецензенты:

В. Е. Тарасенко, И. В. Матвиенко

Савич, Е. Л.

Автомобили. Коробки передач современных легковых автомобилей : пособие для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» по направлению 1-37 01 06-01 «Техническая эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего и личного пользования)» и 1-37 01 07 «Автосервис» / Е. Л. Савич, А. С. Гурский. – Минск : БНТУ, 2020. – 45 с.

ISBN 978-985-583-542-5.

В данном пособии изложены методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Автомобили», на которых изучаются конструкции и принцип действия двух-, трех- и четырехвальных механических коробок передач, автоматических роботизированных коробок передач с двойным сцеплением, раздаточных коробок передач и межосевого дифференциала легковых автомобилей с использованием специальных учебных стендов.

УДК 629.33.02–585(075.8)

ББК 34.446я7

ISBN 978-985-583-542-5

© Савич Е. Л., Гурский А. С., 2020

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1

Механические коробки передач легковых автомобилей	4
1.1. Устройство и принцип действия механических коробок передач легковых автомобилей	4
1.2. Конструкции механических коробок передач легковых автомобилей	9

Лабораторная работа № 2

Автоматические роботизированные коробки передач с двойным сцеплением легковых автомобилей	20
2.1. Устройство и принцип действия автоматических роботизированных коробок передач с двойным сцеплением легковых автомобилей	20
2.2. Автоматические роботизированные коробки передач с двойным мокрым сцеплением	21
2.3. Автоматические роботизированные коробки передач с двойным сухим сцеплением	33

Лабораторная работа № 3

Раздаточная коробка и межосевой дифференциал	38
3.1. Устройство и принцип действия раздаточной коробки	38
3.2. Раздаточные коробки легковых автомобилей	39
3.3. Раздаточная коробка с самоблокирующимся межосевым дифференциалом	40

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	45
--	-----------

Лабораторная работа № 1

Механические коробки передач легковых автомобилей

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия механических коробок передач без электронного управления.

Организация рабочего места: на рабочем месте должны находиться механические коробки передач без электронного управления различных производителей, набор ключей и специальных инструментов.

1.1. Устройство и принцип действия механических коробок передач легковых автомобилей

Мощностные топливно-экономические показатели двигателя существенно зависят от режима работы автомобиля. В процессе движения нагрузка на двигатель зависит от скорости и ускорения автомобиля, количества пассажиров и массы перевозимого груза, качества дорожного покрытия и других факторов. В процессе эксплуатации автомобиля условия движения все время меняются, поэтому в трансмиссии целесообразно иметь некоторое устройство, способное изменять ее передаточное число и таким образом, в случае необходимости преодоления повышенных сопротивлений движению, повышать крутящий момент на ведущих колесах. Эту функцию и выполняет коробка передач, обычно представляющая собой переключаемый зубчатый редуктор.

Вторым назначением коробки передач является реверсирование (изменение направления) крутящего момента для обеспечения движения автомобиля задним ходом. И, наконец, третья функция коробки передач – обеспечение долговременного разобхения двигателя и движителя, что часто требуется, например, при прогреве двигателя или использовании его на неподвижном автомобиле для привода дополнительного оборудования.

Современные автомобили могут оснащаться одним из четырех видов КПП – механической, автоматической, роботизированной или вариаторной.

Различают следующие механические ступенчатые коробки передач:

– по кинематической схеме – с неподвижными осями валов и планетарные;

- по расположению валов относительно продольной оси автомобиля – с продольным и поперечным расположением валов;
- по наличию делителя и демультипликатора;
- по способу переключения передач – со скользящими зубчатыми муфтами (каретками), синхронизаторами, фрикционными муфтами.

Коробки передач также подразделяют по числу передач переднего хода – двух-, трех- и многоступенчатые.

По количеству валов коробки передач подразделяются на двухвальные, трехвальные, четырехвальные и многовальные.

Двухвальные коробки передач применяются на переднеприводных легковых автомобилях малого класса и заднеприводных легковых автомобилях с задним расположением двигателя. Число передач таких коробок составляет 4...6. Высшая передача в двухвальных коробках часто бывает повышающей, а большинство передач синхронизировано.

Трехвальные и четырехвальные коробки передач устанавливаются на заднеприводных легковых автомобилях с передним расположением двигателя, на грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности и на автобусах. Число передач в этих коробках составляет не менее четырех для легковых и грузовых автомобилей малой грузоподъемности и от четырех до шести – для грузовых автомобилей средней грузоподъемности.

Четырехвальные коробки передач могут использоваться на легковых автомобилях с передним приводом.

Многовальные коробки передач применяются на грузовых автомобилях большой грузоподъемности с целью увеличения числа передач. Чем больше число передач в коробке передач, тем лучше используется мощность двигателя и выше тягово-скоростные свойства и топливная экономичность автомобиля. Однако при этом усложняется конструкция коробки передач и затрудняется выбор передачи, оптимальной для данных условий движения. В многовальных коробках передач число передач может быть от 8 до 24. В связи с этим многовальные многоступенчатые коробки передач наибольшее применение получили на автомобилях-тягачах, работающих с прицепами и полуприцепами.

Механизмы переключения передач подразделяются на непосредственные, дистанционные (тяговые и тросовые), электронноуправляемые. Непосредственные механизмы имеют прямую связь с рыча-

гом переключения передач, дистанционные – передают усилие переключения через дополнительную деталь, электронноуправляемые – осуществляют переключение передач через электродвигатель.

Современные автомобили оснащаются, как правило, *дистанционными приводами*. На рис. 1.1 показан пример дистанционного тягового привода легкового автомобиля.

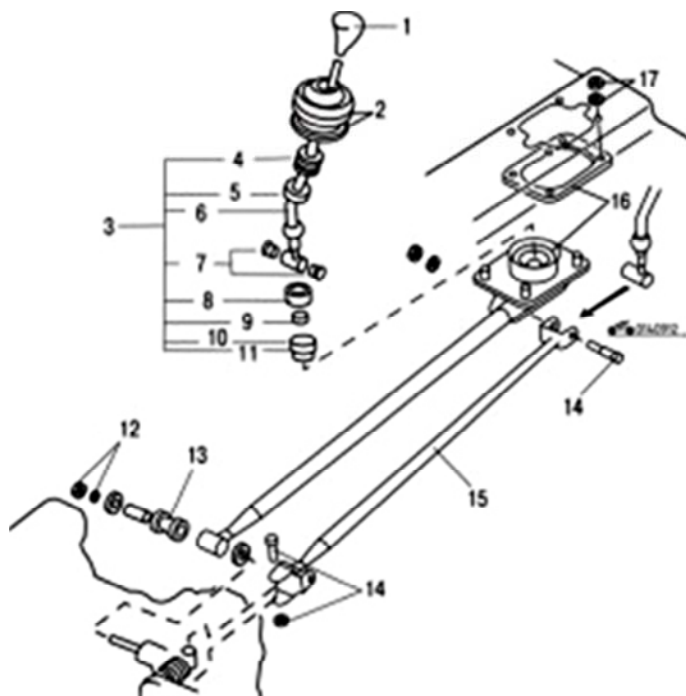


Рис. 1.1. Тяговый дистанционный привод:

- 1 – рукоятка рычага переключения передач; 2 – чехол;
- 3 – детали рычага переключения; 4 – пружина; 5 – верхнее шаровое седло;
- 6 – рычаг переключения передач; 7 – втулка; 8 – нижнее шаровое седло;
- 9 – держатель; 10 – пластина; 11 – чехол; 12 – гайка и шайба;
- 13 – втулка; 14 – болты и гайки; 15 – тяга переключения;
- 16 – тяга удлинения и узел подвески; 17 – гайки крепления узла подвески

Рукоятка переключения передач 1 установлена на шаровом седле 5. К рычагу 6 при помощи пальца присоединена тяга привода переключения передач 15. К тяге при помощи шарнира присоединен

шток выбора передач. Он соединен, в свою очередь, с рычагом штока выбора передач, установленным внутри картера сцепления 4. Рычаг 5 соединяется с рычагом механизма выбора передач. Положение этого рычага крепится фиксатором.

Двигатель, соединенный через сцепление с коробкой передач при помощи реактивной тяги 18, соединяется с втулкой 17 опоры рычага. Во втулке реактивная тяга перемещается свободно. Шаровая опора рычага 19 крепится к реактивной тяге 18, благодаря чему осевое перемещение двигателя не передается на механизм выбора передач.

При работе коробки передач шестерни валов вращаются с разной частотой. В момент переключения передач зуб одной шестерни может удариться в зуб другой шестерни, что приводит к изнашиванию шестерен, затруднению включения передач, шуму при переключении передач. Чтобы уравнять частоты вращения шестерен и закрепить свободно установленные на валах шестерни в коробках передач применяют синхронизаторы.

Синхронизатор включает в себя три элемента:

- выравнивающий угловые скорости (конусные кольца);
- блокирующий включение (блокирующие пальцы);
- включающий передачи (зубчатая муфта).

Простейший конусный синхронизатор (рис. 1.2) представляет собой бронзовое блокирующее кольцо 11, расположенное на валу между зубчатым венцом шестерни соответствующей передачи, позициями 1 и 5 и наружным кольцом муфты включения. Кольцо имеет внутреннюю коническую поверхность, обращенную в сторону шестерни, и зубчатый венец, обращенный в сторону муфты. На конической поверхности выполнена резьба, предназначенная для прорезания масляной пленки.

Материал блокирующего кольца отличается износостойкостью и высоким коэффициентом трения. Оно соединено со скользящей муфтой при помощи сухарей 9 таким образом, что ее перемещение вдоль вала вызывает перемещение соответствующего блокирующего кольца в том же направлении.

При включении передачи вилка переключения начинает сдвигать муфту в сторону соответствующей шестерни (рис. 1.2, в). Для включения передачи муфта должна перейти на зубчатый венец шестерни, зафиксировав ее на валу, но в данный момент это невозможно, так как окружные скорости шестерни и муфты с блокирую-

щим кольцом неравны, при этом венец блокирующего кольца удерживает муфту от контакта с зубчатым венцом шестерни, предотвращая их повышенный износ.

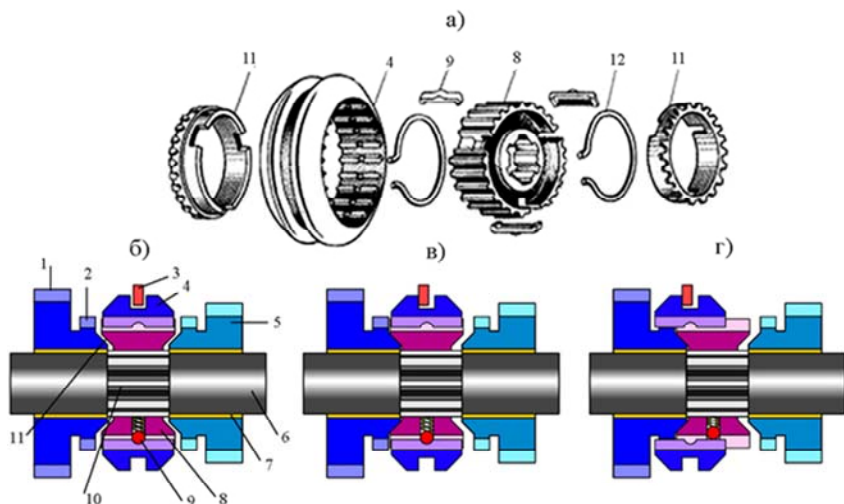


Рис. 1.2. Синхронизатор и схема его работы:

1 – шестерня пониженной передачи; 2 – шлицевой венец шестерни;
 3 – вилка механизма переключения передач; 4 – наружное кольцо муфты;
 5 – шестерня повышенной передачи; 6 – вал; 7 – втулка; 8 – шлицевая часть муфты с блокирующим конусным кольцом; 9 – подпружиненный сухарь;
 10 – шлицы вала; 11 – блокирующее кольцо; 12 – пружина; а – устройство синхронизатора; б – нейтральное положение; в – начало переключения, момент выравнивания окружных скоростей муфты (вращающейся вместе с валом) и шестерни (свободно установленной на валу) за счет трения конических поверхностей друг о друга; г – окружные скорости выравнены, передача включена, шестерня и муфта вращаются совместно с валом

Через сухари 9 движение муфты передается блокирующему кольцу 11, которое тоже начинает смещаться по валу в сторону шестерни, на которой имеется коническая поверхность, ответная конической поверхности блокирующего кольца. Своей конической поверхностью блокирующее кольцо вступает во взаимодействие с конической поверхностью шестерни 1 или 5, при этом в момент их соприкосновения резьба на конической поверхности блокирующего кольца прорезает масляную пленку на конусе шестерни, провоцируя

трение металла о металл. Сила трения между блокирующим кольцом, вращающимся с той же скоростью, что и наружное кольцо муфты, и конусом шестерни выравнивает их угловые скорости, проворачивая блокирующее кольцо 11 в такое положение, что зубья его венца, скользящей муфты и венца шестерни передачи встают в один ряд, после чего муфта может легко перейти на зубчатый венец шестерни, фиксируя ее на валу и тем самым включая передачу (рис. 1.2, з).

1.2. Конструкции механических коробок передач легковых автомобилей

В качестве примера рассмотрим двухвальную пятискоростную механическую коробку передач Mazda 626 (рис. 1.3).

Рассматриваемая коробка передач имеет 2 вала: первичный 1 и вторичный 9. На первичном валу установлены шестерни 2, 21 и 22 (ведущая шестерня заднего хода). На этом валу свободно установлены шестерни 14, 16, 17, 20.

На вторичном валу жестко закреплены шестерни 8, 10, 11, 12; ведущая шестерня главной передачи (на рис. не показана). На этом же валу свободно установлены ведомая шестерня 2-й передачи 7 и ведомая шестерня 1-й передачи 3.

Порядок переключения передач. При включении 1-ой передачи рычаг переключения поворачиваем влево и тянем к себе. Положение шестерен показано на рис. 1.3.

Муфта синхронизатора 5 сдвигается вправо и ее внутренний венчик заходит в зацепление с наружным венчиком ведомой шестерни 3. Вращение передается с ведущей шестерни первичного вала 2 на ведомую шестерню 1-й передачи 3 и затем на шестерню главной передачи 24.

При нейтральной передаче все муфты синхронизаторов будут выключены. Вращение от ведущего (первичного вала) не будет передаваться на шестерни, т. к. они хотя бы на одном валу (первичном или вторичном) посажены свободно.

При включении 2-й передачи рычаг переключения поворачиваем влево и толкаем от себя. Положение шестерен показано на рис. 1.4.

Вилка 4 при этом перемещает муфту 5 синхронизатора влево, блокируя свободно посаженную шестерню 7 с вторичным валом 9. Вращение от первичного вала через выполненную вместе с ним ве-

дущую шестерню 21 передается на шестерню 7 и затем на шестерню главной передачи.

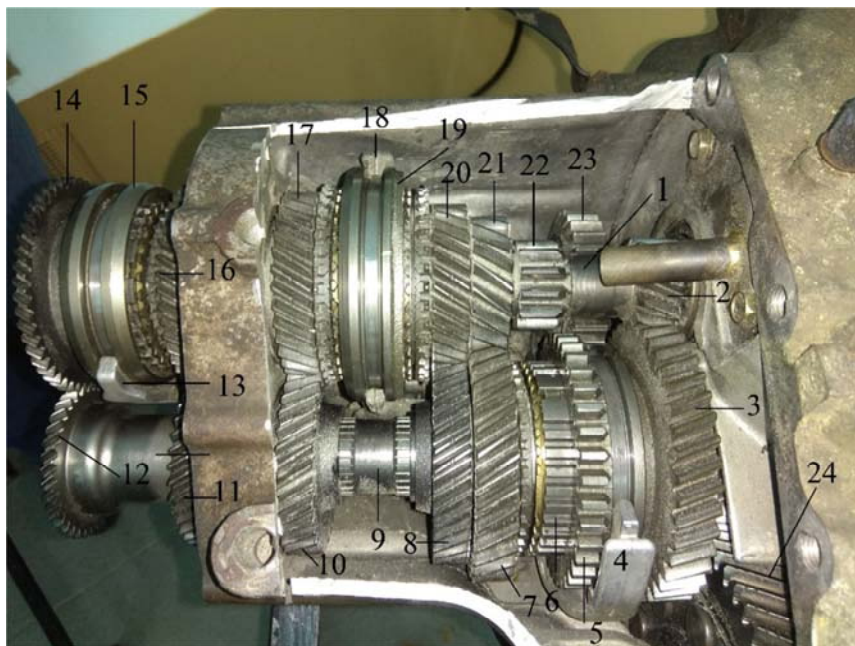


Рис. 1.3. Пятиступенчатая механическая коробка передач (1-я передача):
 1 – первичный вал; 2 – ведущая шестерня (1-й передачи) первичного вала;
 3 – ведомая шестерня 1-й передачи; 4 – вилка включения 1-й и 2-й передач;
 5 – муфта синхронизатора 1-й и 2-й передач; 6 – ступица синхронизатора
 1-й и 2-й передач; 7 – ведомая шестерня 2-й передачи; 8 – ведомая шестерня
 2-й передачи; 9 – вторичный вал; 10 – ведомая шестерня 4-й передачи;
 11 – ведомая шестерня 5-й передачи; 12 – жестко посаженная шестерня
 синхронизации включения задней передачи; 13 – вилка переключения
 5-й передачи и заднего хода; 14 – свободно посаженная шестерня
 синхронизации включения задней передачи синхронизации включения задней
 передачи; 15 – муфта синхронизатора 5-й передачи и заднего хода;
 16 – ведущая шестерня 5-й передачи; 17 – ведущая шестерня 4-й передачи;
 18 – вилка включения 3-ей и 4-ой передач; 19 – муфта синхронизатора
 3-й передачи и 4-й передачи; 20 – ведущая шестерня 2-й передачи;
 21 – ведущая шестерня 2-й передачи; 22 – ведущая шестерня заднего хода;
 23 – промежуточная шестерня заднего хода;
 24 – ведущая шестерня главной передачи



Рис. 1.4. Включение 2-ой передачи

При включении 3-й передачи рычаг переключения тянем прямо на себя. Положение шестерен показано на рис. 1.5.

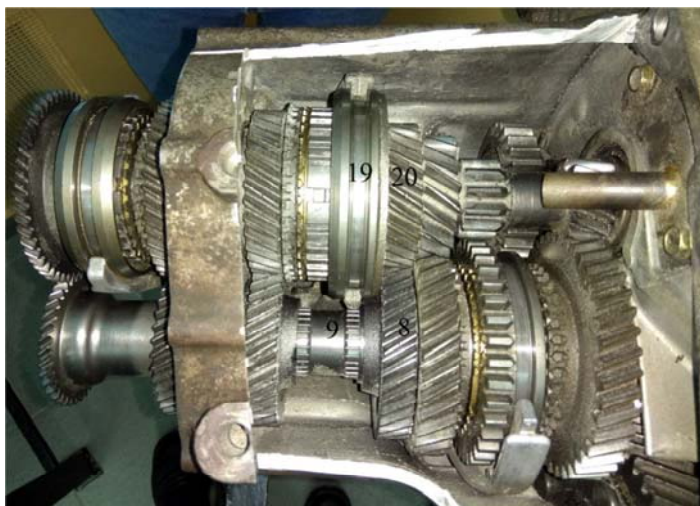


Рис. 1.5. Включение 3-ой передачи

Муфта синхронизатора *19* перемещается вправо, блокируя шестерню *20* на первичном валу. Вращение передается с первичного вала на заблокированную шестерню *20*, ведомую шестерню *8*, жестко установленную на вторичном валу *9*, и затем на шестерню главной передачи.

При включении 4-й передачи рычаг переключения толкаем прямо от себя. Положение шестерен показано на рис. 1.6.

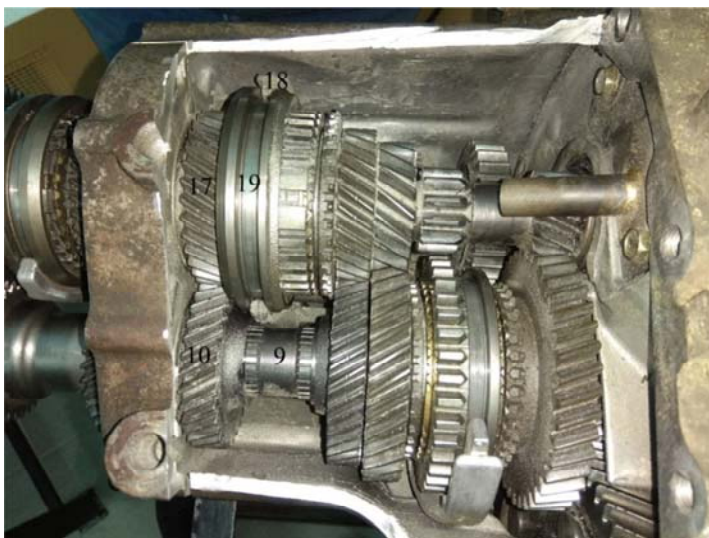


Рис. 1.6. Включение 4-ой передачи

Вилка *18* при этом передвигает муфту *19* влево и жестко соединяет шестерню *17* относительно первичного вала *1*. Вращение от первичного вала передается на шестерню *17*, шестерню *10*, жестко установленную на вторичном валу *9*, затем на шестерню главной передачи.

При включении 5-й передачи рычаг переключения поворачиваем вправо и тянем к себе. Положение шестерен показано на рис. 1.7.

Вилка *13* при этом передвигает муфту *15* вправо и жестко соединяет шестерню *16* относительно первичного вала *1*. Вращение от первичного вала передается на шестерню *16*, жестко установленную на первичном валу, шестерню *11*, жестко установленную на вторичном валу, затем на шестерню главной передачи.



Рис. 1.7. Включение 5-ой передачи

При включении передачи заднего хода рычаг переключения вправо от себя. Положение шестерен показано на рис. 1.8.



Рис. 1.8. Включение передачи заднего хода

Вилка 13 при этом передвигает муфту 15 влево. За счет подтормаживания синхронизирующим кольцом вращения вала происходит уравнивание частоты вращения первичного и вторичного валов. Одновременно вилка 4 перемещает ступицу синхронизатора 5 с наружным венчиком. При этом промежуточная шестерня заднего хода 23 перемещается влево и входит в зацепление с ведущей шестерней заднего хода 22 и зубьями, муфты синхронизатора 5.

Вращение от первичного вала через жестко установленную на нем шестерню заднего хода 22 передается на промежуточную шестерню заднего хода 23 и, через зубья муфты синхронизатора 5, на вторичный вал 9, ведущую шестерню главной передачи и на ведомую шестерню главной передачи. Вал 9 при этом вращается в обратную сторону.

Тенденции к повышению мощности двигателей требуют разработки новых решений трансмиссий автомобилей. Одним из видов таких решений является переход на шестиступенчатые коробки передач, что позволяет снизить разрывы между передаточными числами соседних передач. Рабочие частоты вращения коленчатого вала двигателя при этом снижаются и как следствие уменьшается расход топлива, повышаются также комфорт и разгонная динамика автомобиля.

Из разработок трехвальных механических передач в качестве примера приводится шестиступенчатая трехвальная механическая коробка передач автомобиля Touareg (рис. 1.9). Эта коробка отличается плотным рядом передаточных отношений, обеспечивающим существенное повышение крутящего момента при движении по пересеченной местности и спортивный характер движения по дорогам с твердым покрытием.

Передача мощности на ведущий вал главной передачи осуществляется через три вала с шестернями: первичный, вторичный и промежуточный.

Ведомый диск сцепления установлен непосредственно на шлицах первичного вала. Передачи с 1-й по 4-ую являются понижающими, 5-я – прямая и 6-я – повышающая.

Первичный вал вращается в радиальном шарикоподшипнике, установленном в картере сцепления. Между первичным и вторичным валами установлен подвижный в осевом направлении роликоподшипник с цилиндрическими роликами. Он расположен в расточке первичного вала. На первичном валу установлена ведущая шестерня постоянной передачи 3.

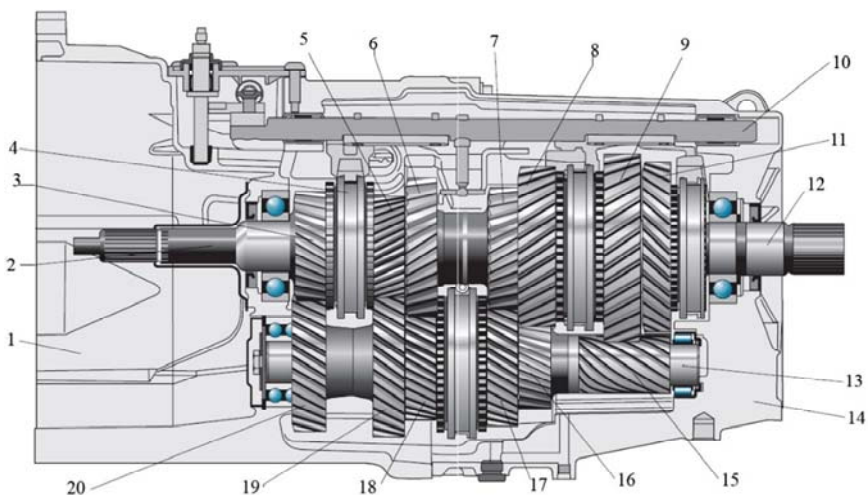


Рис. 1.9. Механическая шестиступенчатая коробка передач автомобиля Touareg:

- 1 – картер сцепления; 2 – первичный вал; 3 – ведущая шестерня (постоянной передачи) на первичном валу; 4 – муфта синхронизатора; 5 – включаемая шестерня шестой передачи; 6 – вращающаяся вместе с валом шестерня третьей передачи; 7 – вращающаяся вместе с валом шестерня четвертой передачи; 8 – включаемая шестерня второй передачи; 9 – включаемая шестерня первой передачи; 10 – центральный шток переключения передач; 11 – включаемая шестерня передачи заднего хода; 12 – вторичный вал; 13 – промежуточный вал; 14 – задняя часть коробки передач; 15 – вращающаяся вместе с валом шестерня первой передачи и передачи заднего хода; 16 – вращающаяся вместе с валом шестерня второй передачи; 17 – включаемая шестерня четвертой передачи; 18 – включаемая шестерня третьей передачи; 19 – вращающаяся вместе с валом шестерня шестой передачи; 20 – ведомая шестерня постоянной передачи

Вторичный вал вращается в радиальном шарикоподшипнике, установленном неподвижно в картере задней части коробки передач, и в подвижном в осевом направлении роликоподшипнике, расположенном в первичном валу. На вторичном валу установлены шестерни третьей 6 и четвертой передач 7. Включаемые шестерни первой 9, второй 8, шестой передач 5 и передачи заднего хода 11 установлены на нем на игольчатые подшипники. Их называют также свободно вращающимися шестернями. Эти шестерни находятся в постоянном зацеплении с соответствующими им шестернями, которые вращаются вместе с валами. При включении той или иной

передачи они соединяются с вторичным валом посредством соответствующих муфт синхронизаторов и могут передавать на него крутящий момент.

Ступицы муфт синхронизаторов первой и второй передач, пятой и шестой передач, а также передачи заднего хода установлены неподвижно на шлицах вторичного вала.

Промежуточный вал установлен на одном неподвижном и одном подвижном в осевом направлении подшипниках. Двухрядный шарикоподшипник установлен в картере сцепления, а роликоподшипник с цилиндрическими роликами – в картере задней части коробки передач. Шестерни первой 15 и второй передач 16 установлены на вторичном валу.

Шестерни третьей 18 и четвертой передач 17 установлены на промежуточном валу на игольчатых подшипниках. Шестерня шестой передачи 19, а также шестерня постоянной передачи 20 закреплены на шлицах промежуточного вала. Эти шестерни вращаются вместе с промежуточным валом.

Ступица муфты синхронизатора третьей и четвертой передач установлена на промежуточном валу также неподвижно.

Для включения передачи крутящего момента в коробке передач применяются синхронизаторы.

При переключении передачи сцепление отжато, т. е. коленчатый вал двигателя и первичный вал КПП разъединены, следовательно, промежуточный вал с зафиксированными на нем шестернями, а также соответствующие им шестерни вторичного вала вращаются свободно, независимо от скорости вращения коленчатого вала двигателя и колес автомобиля.

Вилка штока переключения передач, находясь в постоянном зацеплении с наружным кольцом 3 синхронизированной муфты, передвигаясь в направлении шестерни соответствующей передачи через наружное кольцо, двигает внутренними шлицами сухарь 4, который прижимает коническое блокирующее кольцо 2 к конической поверхности соответствующего зубчатого колеса, создавая повышенное трение в зоне контакта, что приводит к выравниванию угловых скоростей зубчатого колеса и синхронизированной муфты. Наружное кольцо муфты заходит на шлицевой венец 1 шестерни. Таким образом валы КПП оказываются соединены и вращаются с частотой, пропорциональной передаточному отношению выбранной передачи.

Особое внимание уделяется компактности коробок передач и их способности вписаться в отводимое для них пространство. Примером удачной в данном отношении конструкции является коробка передач модели 0A5 Фольксваген (рис. 1.10).

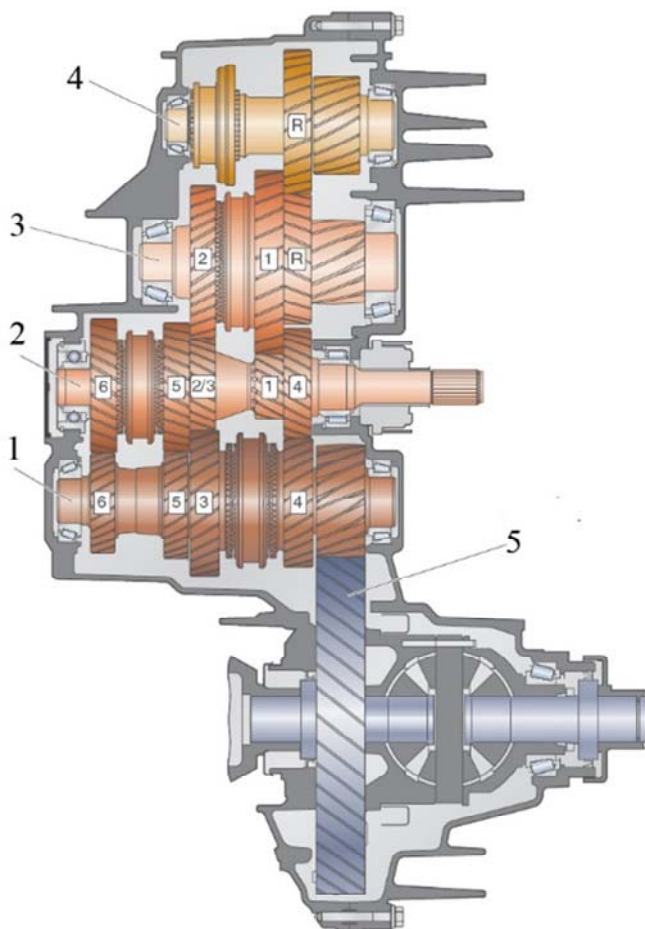


Рис. 1.10. Четырехвальная шестиступенчатая коробка передач (номерами обозначены шестерни соответствующих передач):
 1 – второй вторичный вал; 2 – первичный вал; 3 – первый вторичный вал;
 4 – третий вторичный вал; 5 – шестерня главной передачи;
 R – шестерни передачи заднего хода

Эта коробка отличается малой длиной, благодаря чему она легко вписывается в затесненное подкапотное пространство автомобилей с поперечным размещением силовых агрегатов в передней части кузова. Существенное снижение длины коробки передач достигается в результате применения четырехвальной конструкции, позволяющей разместить шестерни в ограниченном по длине пространстве.

На первичном валу на игольчатых подшипниках установлены соединяемые с ним с помощью синхронизатора шестерни 5-й и 6-й передач. На этом же валу нарезаны ведущая шестерня 1-й передачи и шестерни 2-й и 3-й передачи, а также напрессована ведущая шестерня 4-й передачи.

На первом вторичном валу на игольчатых подшипниках установлены соединяемые с ним с помощью синхронизатора шестерни 1-й и 2-й передач, нарезана ведущая шестерня главной передачи и шестерня заднего хода, соединенная сваркой с шестерней 1-й передачи.

На втором вторичном валу на игольчатых подшипниках установлены соединяемые с ним с помощью синхронизатора шестерни

Ведомые шестерни 5-й и 6-й передач соединены с валом посредством горячей прессовой посадки, а ведущая шестерня главной передачи непосредственно нарезана на валу. Включение 3-й и 4-й передач осуществляется посредством 3-х конусного синхронизатора, ступица которого неподвижно установлена на шлицах.

На третьем вторичном валу на игольчатых подшипниках установлена соединяемая с ним с помощью синхронизатора включения заднего хода шестерня заднего хода и нарезана шестерня главной передачи.

Все передачи с первой по четвертую включаются посредством 3-х конусных синхронизаторов. 5-я и 6-я передачи включаются посредством обычного одноконусного синхронизатора. Передача заднего хода включается посредством инерционного синхронизатора с наружным кольцом.

Передача крутящего момента с первичного вала на главную передачу осуществляется через один из трех вторичных валов, концевые шестерни которых постоянно находятся в зацеплении с ведомой шестерней главной передачи.

При включенной передаче заднего хода крутящий момент передается через шестерню 1-й передачи, вращающуюся на первом вторичном валу. К шестерне 1-й передачи приварена шестерня переда-

чи заднего хода, через которую крутящий момент передается на третий вторичный вал и далее на главную передачу.

Контрольные вопросы

1. Назначение коробки передач.
2. Механизмы переключения передач.
3. Синхронизаторы: устройство и принцип действия.
4. Механизмы переключения передач; устройство и принцип действия.
5. Двухвальная коробка передач; устройство и принцип действия.

Лабораторная работа № 2

Автоматические роботизированные коробки передач с двойным сцеплением легковых автомобилей

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия механических коробок передач без электронного управления.

Организация рабочего места: на рабочем месте должны находиться механические коробки передач без электронного управления различных производителей, набор ключей и специальных инструментов.

2.1. Устройство и принцип действия автоматических роботизированных коробок передач с двойным сцеплением легковых автомобилей

В коробке передач с двойным сцеплением одновременно вводятся в зацепление две передачи (с разным передаточным отношением) за счет использования двух муфт в сочетании с системой электрогидравлического управления.

При этом одна включается в режиме движения, другая – уже предварительно отбирается при приближении следующего процесса переключения передачи при выключенном сцеплении.

В зависимости от положения педали акселератора и запроса водителя, сцепление выключает активированную до этого передачу и одновременно включает другое сцепление, чтобы включить заранее выбранную передачу.

На рис. 2.1 приведен процесс переключения передачи в механической коробке передач.

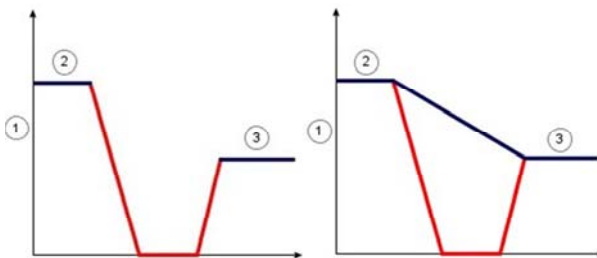


Рис. 2.1. Схема процесса переключения передач в коробках передач:
a – механической коробке; *б* – роботизированной коробке
I – крутящий момент; 2 – 1-я передача; 3 – 2-я передача

На рис. 2.1, *а* показано, что в обычной механической коробке передач при переключении передачи обычно происходит прерывание тягового усилия. В то время, как видно из рис. 2.1, *б*, переключение передачи под нагрузкой только немного уменьшает силовой поток, постоянная тяга остается заметной.

2.2. Автоматические роботизированные коробки передач с двойным мокрым сцеплением

Изучаемая роботизированная коробка передач прямого переключения PowerShift (рис. 2.2) представляет собой автоматизированную шестиступенчатую коробку передач с двумя сцеплениями и возможностью ручного переключения (выбора) передач. В зависимости от запроса на передачу, блок управления коробкой передач дает команду на включение соответствующего сцепления посредством гидромеханического привода.

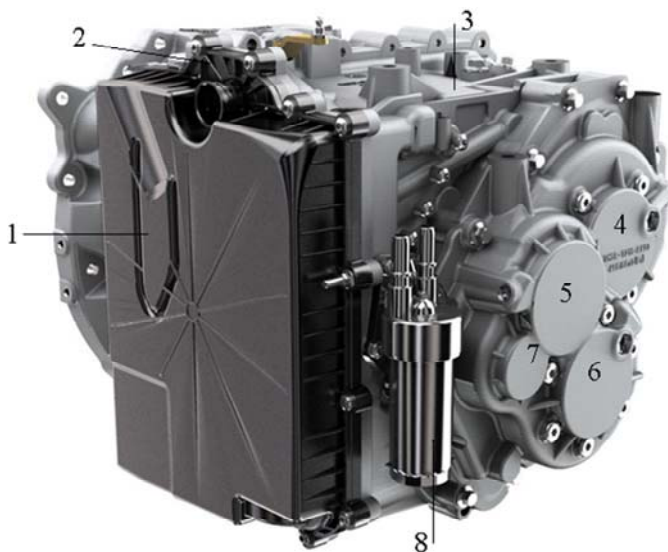


Рис. 2.2. Общий вид коробки передач POWERSHIFT:
1 – электрогидравлический блок управления; 2 – система слежения за положением вилок включения; 3 – корпус; 4 – крышка первого вторичного вала; 5 – крышка первичного вала; 6 – крышка второго вторичного вала; 7 – крышка вала шестерен заднего хода; 8 – масляный фильтр

Коробка передач DSG построена на базе шестиступенчатой трехвальной коробки. На верхнем втором вторичном валу 9 установлены шестерни задней, 5-й и 6-й передач (рис. 2.3), на первом – шестерни передач с 1-й по 4-ю. В этой коробке имеется два первичных вала. Каждый вал имеет свой пакет сцеплений. Пакет сцеплений представляет собой два пакета фрикционов, погруженных в масляную ванну. Функция отвода тепла от пар трения возложена на масло, чью циркуляцию обеспечивает масляный насос, аналогичный тем, которые устанавливаются на гидромеханических автоматических коробках передач. Охлаждение масла и его фильтрация от продуктов трения происходит в масляном фильтре и охладителе масла. Переключение передач осуществляется посредством гидроцилиндров, воздействующих на штоки. В качестве управляющего звена в конструкцию введена специальная система управления. По сути роботизированная коробка не что иное, как замена традиционной гидромеханической коробки передач, в состав которой входят звено, обеспечивающее бесступенчатое изменение крутящего момента (гидротрансформатор), и набор планетарных рядов.

На наружном первичном валу находятся шестерни четных передач – 2-й, 4-й и 6-й. Внутри наружного первичного вала проходит внутренний первичный вал, на котором находятся шестерни нечетных передач 1-й, 3-й, 5-й и заднего хода.

Синхронизаторы 1-й, 2-й, 3-й и 4-й передач расположены на выходном (первом вторичном) валу. Синхронизаторы 5-й, 6-й передач и передачи заднего хода расположены на выходном (втором вторичном) валу.

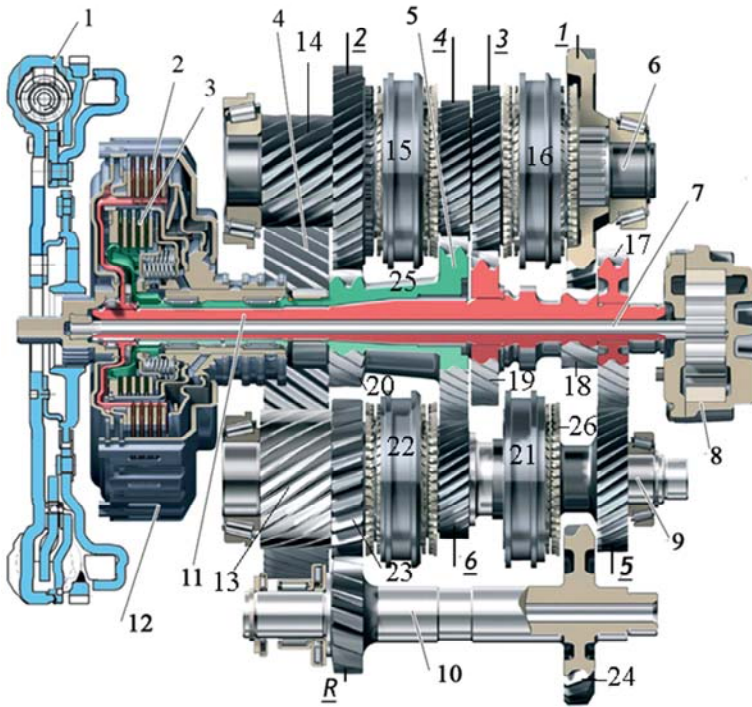


Рис. 2.3. Схема коробки передач с двойным сцеплением:

- 1 – двухмассовый маховик; 2 – многодисковая муфта сцепления нечетных передач; 3 – многодисковая муфта сцепления четных передач; 4 – цилиндрическая шестерня главной передачи; 5 – шестерня 6-й передачи наружного первичного вала; 6 – первый вторичный вал; 7 – вал масляного насоса; 8 – масляный насос; 9 – второй вторичный вал; 10 – ось шестерен заднего хода; 11 – внутренний первичный вал; 12 – корпус сцепления; 13 – шестерня второго вторичного вала привода главной передачи; 14 – шестерня первого вторичного вала привода главной передачи; 15 – синхронизатор 2-й и 4-й передач; 16 – синхронизатор 1-й и 3-й передач; 17 – шестерня 5-й передачи внутреннего первичного вала; 18 – шестерня первой передачи внутреннего первичного вала; 19 – шестерня внутреннего первичного вала третьей передачи; 20 – шестерня второй передачи наружного первичного вала; 21 – синхронизатор 5-й передачи; 22 – синхронизатор 6-й передачи и передачи заднего хода; 23 – шестерня передачи заднего хода второго вторичного вала; 24 – шестерня оси шестерен заднего хода; 25 – наружный первичный вал; 26 – венчик 5-й передачи, закрепленный на втором вторичном валу;
- 1 – шестерня первой передачи; 2 – шестерня второй передачи; 3 – шестерня третьей передачи; 4 – шестерня четвертой передачи; 5 – шестерня пятой передачи; 6 – шестерня шестой передачи; R – шестерня задней передачи

На рис. 2.4 показан общий вид роботизированной коробки.

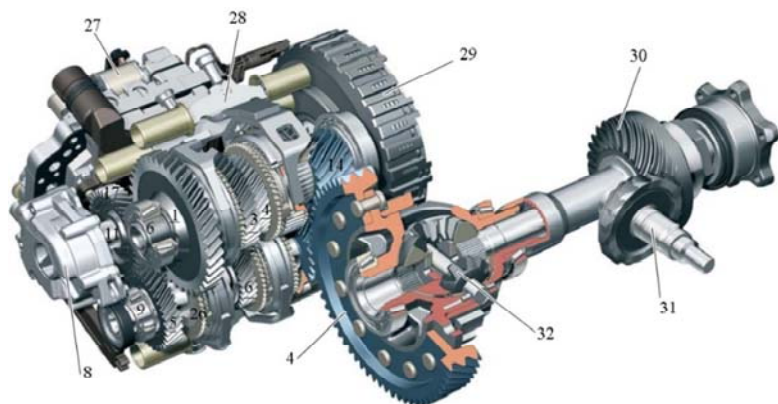


Рис. 2.4. Роботизированная коробка с угловым редуктором:
27 – система управления коробкой передач; 28 – вилка переключения передач;
29 – сдвоенное сцепление; 31 – приводной вал с фланцем карданного вала;
30 – дифференциал; остальные позиции соответствуют рис. 2.3

Коробка передач с двумя сцеплениями обеспечивает переключение передач без разрыва потока мощности. В этой коробке одновременно включены две передачи. Оба ведомых (вторичных) вала 6 и 9 связаны с цилиндрической шестерней главной передачи 4. В обычных конструкциях такое положение ведет к неминуемой аварийной поломке, но в роботизированной коробке передач этого не происходит. Работает только то зубчатое зацепление, ведущий вал которого соединен с включенным в данный момент сцеплением. Диски же другого сцепления разомкнуты и поэтому вторая пара шестерен не работает. При достижении необходимой частоты вращения коленчатого вала, электронный блок управления определяет необходимый момент переключения, при этом два гидропривода одновременно отпускают первое сцепление и замыкают второе. Работавшее до этого сцепление выключается и включается второе сцепление. Поток мощности при этом практически без разрыва передается дальше по кинематической цепочке.

Теперь активна уже вторая передача и коробка заранее вводит в зацепление шестерни следующей, третьей передачи. Как только настанет следующий необходимый момент переключения, электронный блок отдаст необходимые команды, и коробка, синхронно

манипулируя двумя сцеплениями, плавно передает крутящий момент от второй к третьей и т. д. – до шестой. Причем одновременно с шестой передачи коробка сразу может включить и пятую передачу – на тот случай, если частота вращения коленчатого вала двигателя упадет и понадобится больше тяги.

Первая передача включается перемещением синхронизатора 16 вправо. Муфта синхронизатора зацепляется с наружным венчиком шестерни 1 первой передачи. Вращение от шестерни 18 внутреннего первичного вала 11 передается на шестерню 1, первый вторичный вал 6, шестерню первого вторичного вала привода главной передачи 14 и цилиндрическую шестерню главной передачи 4.

Вторая передача включается перемещением синхронизатора 15 влево. Муфта синхронизатора зацепляется с наружным венчиком шестерни 2 второй передачи. Вращение от шестерни 20 наружного первичного вала 25 передается на шестерню 2, первый вторичный вал 6, шестерню первого вторичного вала привода главной передачи 14 и цилиндрическую шестерню главной передачи 4.

Третья передача включается перемещением синхронизатора 16 влево. Муфта синхронизатора зацепляется с наружным венчиком шестерни 3 первой передачи. Вращение от шестерни 19 внутреннего первичного вала 11 передается на шестерню 3, первый вторичный вал 6, шестерню первого вторичного вала привода главной передачи 14 и цилиндрическую шестерню главной передачи 4.

Четвертая передача включается перемещением синхронизатора 15 вправо. Муфта синхронизатора зацепляется с наружным венчиком шестерни 4 четвертой передачи. Вращение от шестерни 5 наружного первичного вала 25 передается на шестерню 4, первый вторичный вал 6, шестерню первого вторичного вала привода главной передачи 14 и цилиндрическую шестерню главной передачи 4.

Пятая передача включается перемещением синхронизатора 21 вправо. Муфта синхронизатора зацепляется с наружным венчиком 26 5-й передачи, закрепленный на втором вторичном валу. Вращение от жестко закрепленной шестерни 17 внутреннего первичного вала 11 передается на шестерню 5, второй вторичный вал 9, венчик 26, ступицу синхронизатора 21, шестерню второго вторичного вала привода главной передачи 13 и цилиндрическую шестерню главной передачи 4.

Шестая передача включается перемещением синхронизатора 22 вправо. Муфта синхронизатора зацепляется с наружным венчиком ше-

стой передачи. Вращение от шестерни 5 наружного первичного вала 25 передается на шестерню 6, шестерню второго вторичного вала привода главной передачи 13 и цилиндрическую шестерню главной передачи 4.

Передача заднего хода включается перемещением синхронизатора 22 влево. Муфта синхронизатора зацепляется с наружным венчиком шестой передачи. Вращение от внутреннего первичного вала 11 передается на шестерни 17 и 5, включенную шестерню 24, шестерню задней передачи R, ступицу синхронизатора 22, шестерню второго вторичного вала привода главной передачи 13 и цилиндрическую шестерню главной передачи 4. За счет дополнительных промежуточных шестерен, шестерня второго вторичного вала привода главной передачи 13 и цилиндрическая шестерня главной передачи 4 вращаются в обратную сторону.

Крутящий момент с коленчатого вала двигателя передается на двухмассовый маховик. Далее передача крутящего момента производится через разъемное шлицевое соединение маховика с входной ступицей коробки передач. Входная ступица жестко соединена с ведущим диском сдвоенного сцепления.

Ведущий диск сдвоенного сцепления соединен посредством корпуса многодисковой муфты 2 с главной ступицей сцепления. С этой же ступицей соединен корпус муфты 4.

Крутящий момент подводится к каждой из муфт через ее корпус. Если муфта замкнута, крутящий момент передается на ее ступицу и далее на соединенный с ней первичный вал.

Многодисковые муфты (рис. 2.5) передают крутящий момент только за счет сил трения между дисками. Многодисковая муфта 9 (рис. 2.5, б) образует внешнюю часть блока муфт сцепления. Она служит для передачи крутящего момента на первичный вал 1, обслуживающий первую, третью и пятую передачи, а также передачу заднего хода.

Замыкание муфты 9 нечетных передач производится под давлением масла, подводимого в ее гидроцилиндр 4. Перемещающийся под давлением масла поршень 5 сжимает пакет дисков муфты 9. В результате этого крутящий момент передается на диски, вращающиеся вместе с ее ступицей и соединенным с ней внутренним первичным валом 1. При размыкании муфты поршень 5 отжимается диафрагменной пружиной 13 в исходное положение.

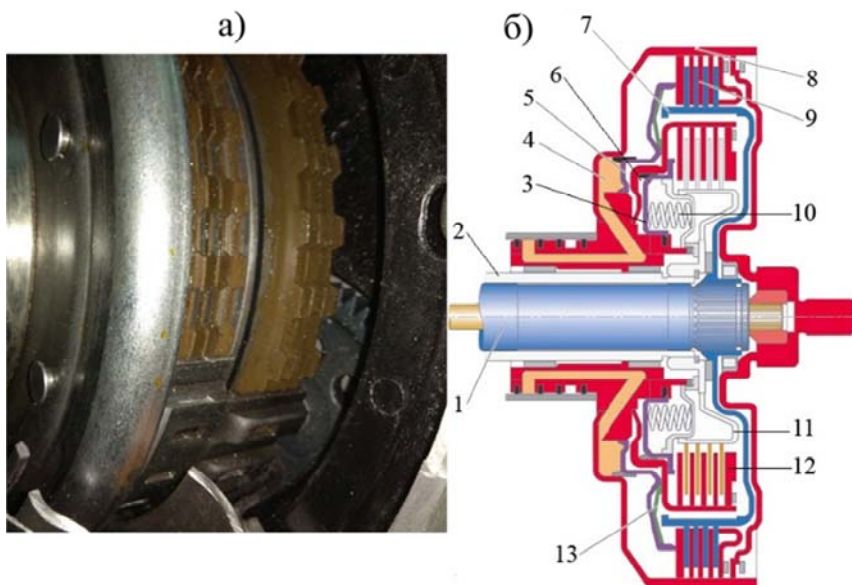


Рис. 2.5. Многодисковая муфта:

a – общий вид; *б* – разрез;

- 1* – внутренний первичный вал; *2* – наружный первичный вал;
- 3* – поршень включения многодисковой муфты четных передач;
- 4* – гидроцилиндр многодисковой муфты включения нечетных передач;
- 5* – поршень включения многодисковой муфты нечетных передач;
- 6* – гидроцилиндр многодисковой муфты включения четных передач;
- 7* – ступица муфты включения нечетных передач; *8* – корпус муфты включения нечетных передач; *9* – многодисковая муфта включения нечетных передач;
- 10* – винтовая пружина; *11* – ступица муфты включения четных передач;
- 12* – многодисковая муфта включения четных передач;
- 13* – диафрагменная пружина

Многодисковая муфта включения четных передач *12* образует внутреннюю часть блока муфт сцепления. Она служит для передачи крутящего момента на наружный первичный вал *2*, обслуживающий вторую, четвертую и шестую передачи. Замыкание муфты *12* производится под давлением масла, подводимого в ее гидроцилиндр *6*. При этом перемещающийся под давлением масла поршень *3* сжимает пакет дисков муфты *12*, обеспечивая передачу крутящего момента на наружный первичный вал *2*. При размыкании муфты поршень *3* отжимается в исходное положение винтовыми пружинами *10*.

Используемый в коробке передач синхронизатор имеет углеродное покрытие.

Двойная синхронизация используется для 1-й, 2-й, 3-й передач и передачи заднего хода. Основное преимущество двойного синхронизатора – это существенно увеличенная поверхность трения. Площадь рабочей поверхности увеличивается приблизительно на 100 %.

Одинарная синхронизация используется для 4-й, 5-й и 6-й передач.

Учитывая то, что разница угловых скоростей при синхронизации шестерен низших передач больше, чем при синхронизации шестерен высших передач, в роботизированных коробках передач для включения низших передач используются синхронизаторы с тремя синхронизирующими кольцами (двойная синхронизация) (рис. 2.6, *a*). По сравнению с одинарной конусной системой обеспечивается существенное увеличение площади трения. Эффективность синхронизатора повышается с увеличением поверхности отвода тепла. За счет этого угловые скорости шестерен низших передач удается выравнивать значительно быстрее, поэтому при синхронизации требуется большее усилие для преодоления силы инерции этих шестерен.

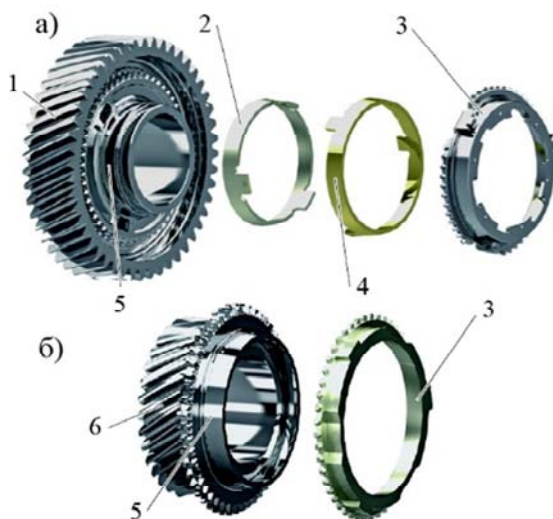


Рис. 2.6. Синхронизаторы с тремя (*a*) и одним блокирующим кольцом (*б*):
1 – шестерня включения нижней передачи; 2 – внутреннее кольцо;
3 – блокировочное кольцо синхронизатора; 4 – промежуточное кольцо;
5 – конус трения; 6 – шестерня включения высшей передачи

Для включения высших передач используются синхронизаторы с одним кольцом конусного трения (одинарная синхронизация) (рис. 2.6, б). Разница угловых скоростей шестерен данных передач менее значительна, поэтому выравнивание скоростей происходит быстрее.

Переключение передач производится посредством четырех вилок, как у обычных механических коробок передач (рис. 2.7).

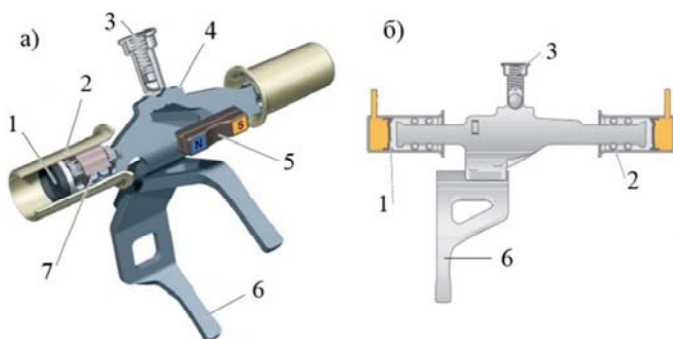


Рис. 2.7. Механизм переключения передач:

а – общий вид; *б* – схема переключения передач;

1 – поршень; 2 – гидравлический цилиндр; 3 – фиксатор;

4 – кулиса для фиксатора; 5 – магнит датчика перемещения;

6 – вилка переключения передач; 7 – роликовый подшипник

Каждая из вилок используется для включения двух передач. Однако, в роботизированной коробке передач используется гидравлический привод вилок 28 включения передач (рис. 2.4). Каждая вилка переключения снабжена отдельным датчиком, регистрирующим точное положение и ход вилки переключения.

Штоки вилок включения передач перемещаются в гидроцилиндрах на шариках. Процесс включения передачи начинается с команды блока управления на подачу масла, например, в левый гидроцилиндр привода вилки. Так как давление масла в правом гидроцилиндре отсутствует, шток вместе с вилкой перемещается вправо, увлекая за собой скользящую муфту синхронизатора. В результате производится включение передачи. После включения передачи находящийся под давлением гидроцилиндр переключается на слив. Муфта синхронизатора удерживается после этого за счет скосов на зубьях венца включенной шестерни и фиксатора, действующего на

шток вилки. В исходном нейтральном положении вилка удерживается фиксатором, установленном в картере коробки передач.

Каждая вилка оснащена постоянным магнитом. Этот магнит является задающим элементом датчика перемещения, по сигналу которого система управления определяет точное положение вилок включения передач.

Поскольку при выключенном двигателе силовое замыкание между колесами и двигателем отсутствует (обе фрикционные муфты разомкнуты), для роботизированной коробки, как и для всех АКП, требуется механизм блокировки трансмиссии на стоянке (рис. 2.8). Шестерня блокировки 5 трансмиссии соединена со вторичным валом. Привод храповика 6 осуществляется механическим способом с помощью троса от рычага переключения (селектора АКП). Кроме того, с помощью штока выбора передач и рычага механизма блокировки трансмиссии на стоянке включается датчик включенной передачи 4 (датчик положения селектора). Для этого на рычаге привода механизма блокировки трансмиссии на стоянке находится постоянный магнит, поле которого воздействует на датчик. По поступающим от датчика включенной передачи сигналам блок управления коробки передач определяет положение селектора АКП: *P*, *R*, *N*, *D* и *S*. Механизм блокировки трансмиссии на стоянке включается при установке селектора АКП в положение *P* (храповик входит в зацепление с шестерней).

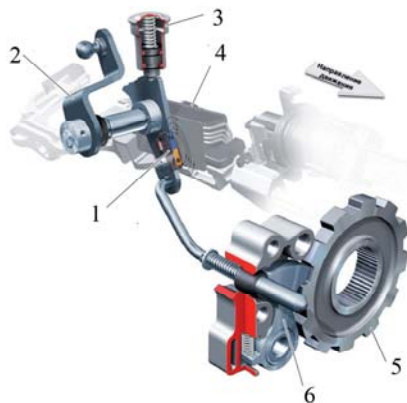


Рис. 2.8. Механизм блокировки трансмиссии на стоянке:
1 – постоянный магнит; 2 – рычаг переключения передач; 3 – стопор;
4 – датчик включенной передачи; 5 – шестерня механизма блокировки трансмиссии на стоянке; 6 – храповик

Узел переключателя передач (рис. 2.9) расположен в центральной консоли и механически соединен с коробкой передач тросом.



Рис. 2.9. Узел переключателя передач

Управление коробкой передач осуществляет специальный блок (модуль) (рис. 2.10). Принцип управления позволяет при переключении передач осуществлять плавную регулировку и настройку скорости включения и необходимого для этого усилия. Блок объединяет в едином узле электрогидравлический блок управления (исполнительные механизмы), электронный блок управления и часть датчиков.

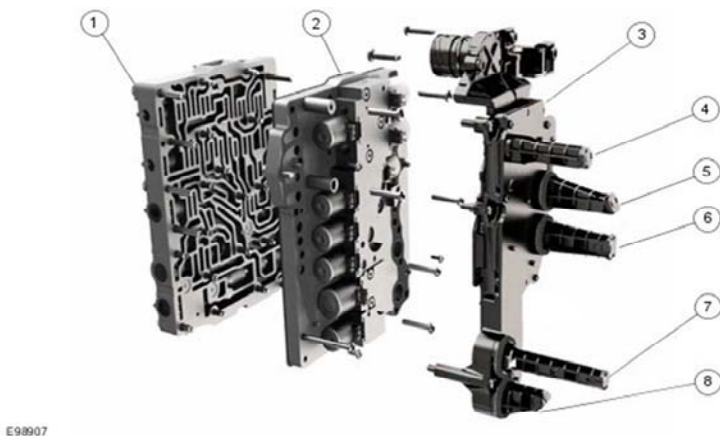


Рис. 2.10. Модуль управления коробкой передач:

1 – гидромодуль; 2 – блок клапанов; 3 – электронный блок управления; 4 – датчик положения вилки выбора 1-й и 3-й передач; 5 – датчик положения вилки выбора 2-й и 4-й передач; 6 – датчик частоты вращения первичного вала для четных передач; 7 – датчик положения вилки выбора 6-й передачи, а также датчик частоты вращения первичного вала для нечетных передач; 8 – датчик положения вилки выбора 5-й передачи и передачи заднего хода

Модуль осуществляет управление, регулирование и выполнение следующих функций:

- адаптация давления в гидравлической системе в соответствии с требованиями режима работы;
- регулирование работы двойной фрикционной муфты;
- регулирование работы системы охлаждения муфты;
- выбор момента переключения передачи;
- регулирование и управление процессом переключения передач;
- связь с другими блоками управления;
- программа аварийного режима работы;
- самодиагностика.

Гидравлическая система коробки передач включает в себя масляный насос, плавающую двойную муфту, вилки переключения, гидравлическая система управления и масляный радиатор (рис. 2.11).

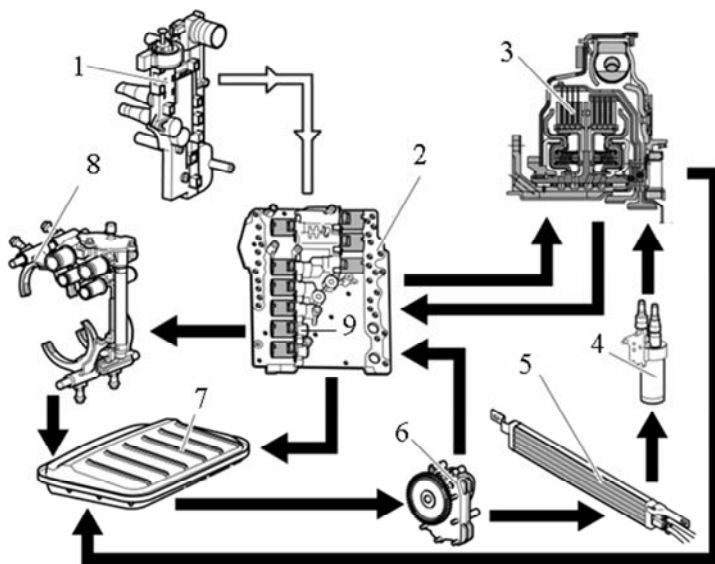


Рис. 2.11. Гидравлическая система:

- 1 – модуль управления коробки передач (TCM); 2 – гидравлическая система управления; 3 – многодисковое сцепление; 4 – масляный фильтр;
- 5 – масляный радиатор; 6 – масляный насос; 7 – поддон картера;
- 8 – механизм переключения передач;
- 9 – соленоиды с гидравлическими клапанами

Соленоиды, управляющие гидравлическими клапанами, находятся в системе управления коробки передач, которая смонтирована на переднем крае коробки передач. Соленоиды включаются модулем управления коробки передач (ТСМ).

Соленоиды управляют охлаждением и смазкой коробки передач, регулируя гидравлическое давление и поток, а также давление муфты. Избыток масла отводится обратно в маслоотстойник.

Переключения выполняются за счет того, что масляный насос создает гидравлическое давление. Гидравлические клапана, управляющие соответствующим соленоидом, передают гидравлическое давление далее на диски сцепления и на вилку переключения в зависимости от того, какой сигнал поступит от модуля управления коробки передач ТСМ.

Для лучшего распознавания модернизированная коробка передач Ford PowerShift имеет название 6DCT451:

- 6 = Шесть передач
- D = Двойная (Dual)
- C = Муфта сцепления (Clutch)
- T = Коробка передач (Transmission)
- 451 = крутящий момент (макс. 450 Нм)

Примечание: цифра 1 в числе 451 отражает только следующий уровень модернизации коробки передач – максимальное значение крутящего момента (450 Нм) осталось неизменным.

2.3. Автоматические роботизированные коробки передач с двойным сухим сцеплением

Разновидностью коробки передач с двумя сцеплениями является семиступенчатая КП со сдвоенным сцеплением OAM от Volkswagen. В отличие от предыдущей, в ней установлены сухие одинарные сцепления. Коробка передач со сдвоенным сцеплением OAM состоит из двух независимых друг от друга делительных механизмов (рис. 2.12). Каждому делительному механизму соответствует одно сцепление. Блок Mechatronik регулирует, размыкает и замыкает диски обоих сцеплений в зависимости от включаемой передачи.

Через сцепление K1, соответственно, через делительный механизм 1 и вторичный вал 1 производится включение первой, третьей, пятой и седьмой передач. Вторая, четвертая, шестая передачи и пе-

редача заднего хода включаются через сцепление K2 и, соответственно, через делительный механизм 2 и вторичные валы 2 и 3. Как и в предыдущей коробке передач, здесь могут быть включены две передачи, но замкнуто только одно сцепление, второе в этот момент разомкнуто.

Для каждой передачи предусмотрен стандартный для механической КП механизм синхронизации и переключения передач.

Сдвоенное сцепление расположено в картере сцепления. Оно состоит из объединенных двух обычных сцеплений K1 и K2 (рис. 2.12).

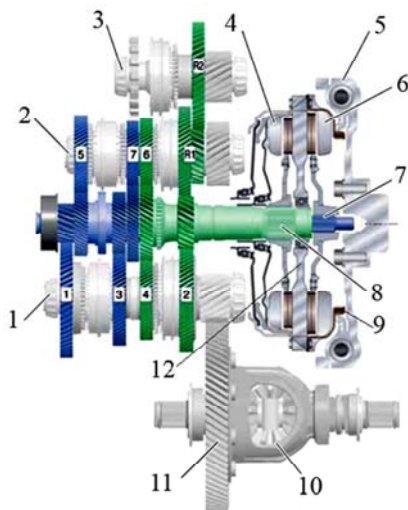


Рис. 2.12. Схема передачи крутящего момента в коробке передач с двумя сцеплениями сухого типа:

- 1 – вторичный вал 1; 2 – вторичный вал 2; 3 – вторичный вал 3; 4 – сцепление K2;
- 5 – двухмассовый маховик; 6 – сцепление K1; 7 – первичный вал 1;
- 8 – первичный вал 2; 9 – несущее кольцо; 10 – дифференциал;
- 11 – зубчатое колесо главной передачи; 12 – 1...7 – номера передач;
- R1 – промежуточная шестерня передачи заднего хода; R2 – шестерня заднего хода

Сцепление K1 передает крутящий момент через шлицы на первичный вал 1. От первичного вала 1, установленного внутри полового первичного вала 2, крутящий момент для первой и третьей передач передается на вторичный вал 1, а для пятой и седьмой передач – на вторичный вал 2.

Сцепление K2 передает крутящий момент через шлиц на полый первичный вал 2. Оттуда крутящий момент для второй и четвертой передач передается на вторичный вал 1; а для шестой передачи и передачи заднего хода – на вторичный вал 2. Через промежуточную шестерню передачи заднего хода *R1* происходит дальнейшая передача крутящего момента на шестерню передачи заднего хода *R2* вторичного вала 3. Все три вторичных вала соединены с зубчатым колесом главной передачи дифференциала.

Крутящий момент передается на ведущий диск 12 сдвоенного сцепления через несущее кольцо 9. Для этого несущее кольцо и ведущий диск прочно соединены друг с другом. Ведущий диск установлен на первичном валу 2 (поз. 8) как свободно вращающееся колесо. При задействовании одного из двух сцеплений крутящий момент передается от ведущего диска на соответствующий диск сцепления и далее на соответствующий первичный вал.

Для приведения сцепления в действие рычаг выключения сцепления прижимает выжимной подшипник 3 к диафрагменной пружине 2 (рис. 2.13).

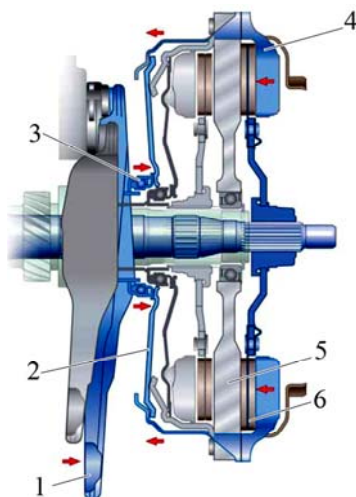


Рис. 2.13. Схема работы дисков сцепления:
 1 – рычаг выключения сцепления; 2 – диафрагменная пружина;
 3 – выжимной подшипник; 4 – нажимной диск;
 5 – ведущий диск; 6 – ведомый диск

За счет этого один из нажимных дисков прижимается к диску сцепления и к ведущему диску. Другой нажимной диск в это время не будет прижат к своему ведомому диску и крутящий момент со второго первичного вала передаваться не будет.

Сцепления К1 и К2 приводятся гидравлически. Для этого в блоке Mechatronik для каждого из сцеплений предусмотрен отдельный привод, который состоит из цилиндра 1 и поршня 5 (рис. 2.14). Поршень приводит рычаг 8 выключения сцепления. На поршне расположен постоянный магнит 3, который служит для распознавания положения поршня с помощью датчика хода сцепления.

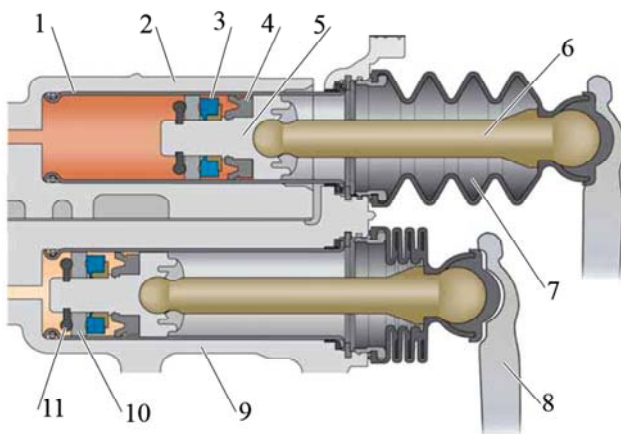


Рис. 2.14. Привод рычагов сцепления:

- 1 – цилиндр привода сцепления; 2 – привод сцепления К1; 3 – постоянный магнит;
- 4 – манжета; 5 – поршень; 6 – шток поршня; 7 – пыльник;
- 8 – рычаг выключения сцепления; 9 – привод сцепления К2;
- 10 – направляющее кольцо; 11 – опорное кольцо

В блок центрального модуля управления Mechatronik поступают сигналы от датчиков и сигналы других блоков управления, он же осуществляет контроль и проведение всех действий. Обработывая полученные сигналы и сравнивая их с программным обеспечением, блок подает сигнал на исполнительные механизмы – электромагнитные клапаны включения семи передач и привода сцепления.

Переключение соответствующих передач осуществляется аналогично, как и в коробке передач PowerShift.

Контрольные вопросы

1. Какие основные преимущества и недостатки механической коробки с электронным управлением с двойным сцеплением?
2. Устройство и принцип работы механической коробки с электронным управлением с двойным сцеплением мокрого типа.
3. Устройство и принцип работы многодисковой муфты.
4. Устройство и принцип работы сухого двойного сцепления.
5. Из каких компонентов состоит механическая коробка переключения передач с электронным управлением?
6. Какие основные отличительные особенности в КПП с электронным управлением и без него?

Лабораторная работа № 3

Раздаточная коробка и межосевой дифференциал

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия раздаточной коробки и межосевого дифференциала.

Организация рабочего места: на рабочем месте должны находиться раздаточные коробки передач, набор ключей и специальных инструментов.

3.1. Устройство и принцип действия раздаточной коробки

Раздаточной коробкой передач называется дополнительная коробка передач, распределяющая крутящий момент двигателя между ведущими мостами автомобиля. Она служит для увеличения тяговой силы на ведущих колесах и повышения проходимости автомобиля. Кроме того, она выполняет функции демультипликатора, что позволяет увеличить диапазон передаточных чисел коробки передач и эффективнее использовать автомобили в различных дорожных условиях.

Для движения автомобилей со всеми ведущими колесами в тяжелых дорожных условиях требуется, чтобы к ведущим колесам была приложена большая сила тяги. Для увеличения крутящего момента, подводимого к ведущим мостам, раздаточные коробки выполняют двухступенчатыми, совмещая дополнительную коробку (демультипликатор) с раздаточной коробкой.

Таким образом раздаточная коробка может также выполнять функции дополнительной коробки передач, дифференциала (при дифференциальном приводе), а если передаточное число ее высшей передачи больше единицы, то и главной передачи.

Межосевой дифференциал предназначен для распределения крутящего момента между осями и позволяет им вращаться с разными угловыми скоростями. Межосевой дифференциал может быть симметричным и несимметричным. Симметричный дифференциал распределяет крутящий момент между осями поровну, несимметричный – в определенном соотношении. Для полной реализации полноприводных возможностей предусматривается блокировка межосевого дифференциала. Под блокировкой межосевого дифференциала понимается полное или частичное выключение дифференциала, обеспечивающее жесткое соединение передней и задней осей между собой. Блокировка может осуществляться автоматически или вручную.

Современными механизмами автоматической блокировки межосевого дифференциала являются вискомуфта, самоблокирующийся дифференциал, многодисковая фрикционная муфта.

3.2 Раздаточные коробки легковых автомобилей

На рис. 3.1 показана раздаточная коробка легкового автомобиля повышенной проходимости с передним ведущим мостом, включаемым при движении в тяжелых дорожных условиях и выключаемым на дорогах с усовершенствованным покрытием.

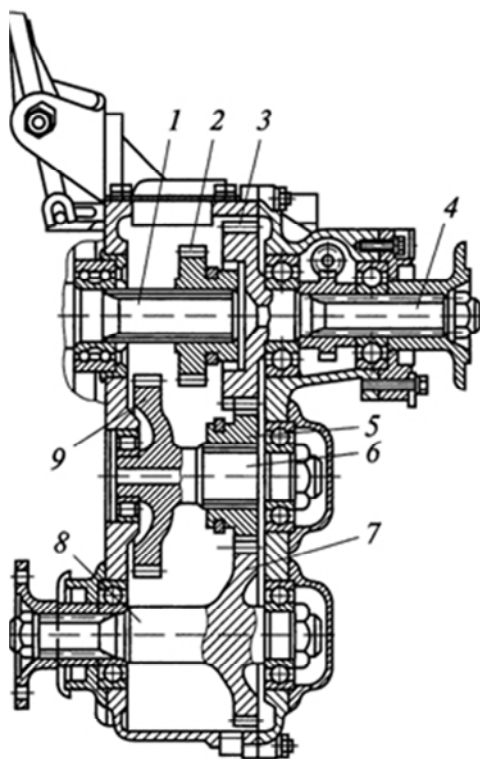


Рис. 3.1. Раздаточная коробка легкового автомобиля повышенной проходимости:
1 – ведущий вал; 2, 3, 5, 7, 9 – шестерни; 4, 8 – валы привода мостов;
6 – промежуточный вал

Раздаточная коробка двухступенчатая, с несоосными валами привода ведущих мостов и ручным управлением. Две передачи (прямая и низшая) увеличивают диапазон передаточных чисел коробки передач и тяговую силу на ведущих колесах автомобиля, повышая его проходимость.

На шлицах ведущего вала 1 установлена подвижная шестерня 2, предназначенная для включения прямой и низшей передач. При введении в зацепление шестерни 2 с шестерней 3 вала привода заднего моста, валы 1 и 4 соединяются между собой, и включается прямая передача. При зацеплении шестерни 2 с шестерней 9 промежуточного вала 6 включается низшая передача. На шлицах промежуточного вала 6 установлена подвижная шестерня 5 для включения и выключения переднего моста. При выведении шестерни 5 из зацепления с шестерней 7 вала 8 выключается передний мост автомобиля, но зацепление шестерни 7 с шестерней 3 вала 4 привода заднего моста сохраняется. Механизм включения низшей передачи и переднего моста состоит из вилок, которые входят в проточки шестерен 2 и 5 и могут перемещаться на штоках с помощью рычагов, закрепленных на ползунах, соединенных с рычагами управления.

3.3. Раздаточная коробка с самоблокирующимся межосевым дифференциалом

Раздаточная коробка 2, устанавливаемая после коробки передач 3 (рис. 3.2), представляет собой самоблокирующийся межосевой дифференциал, который распределяет крутящий момент между осями в зависимости от сцепления колес передней и задней осей с дорогой и выравнивает скорости вращения осей, не допуская пробуксовывания одной из них. При этом дифференциал может быть механическим и с электронным управлением.

Ниже рассматривается дифференциал с механической блокировкой передней оси и с электронной блокировкой задней оси.

Раздаточная коробка (рис. 3.3, 3.4) крепится непосредственно к фланцу АКП. Различная длина картера компенсирует разную конструктивную длину силового агрегата. Полный входной вал 6 передает крутящий момент в раздаточную коробку. Самоблокирующийся дифференциал 5 распределяет крутящий момент между передней и задней осями и выравнивает их скорости вращения, не допуская пробуксовки одной из осей.

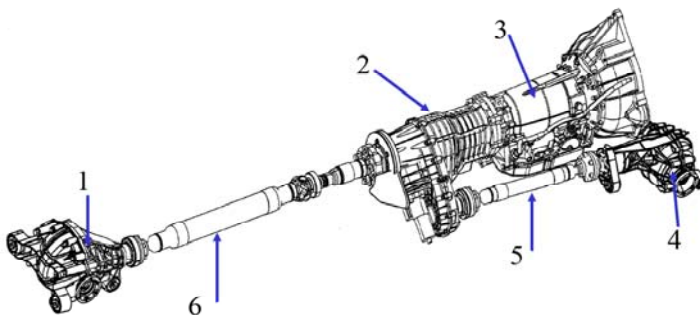


Рис. 3.2. Компоновка раздаточной коробки в трансмиссии (на примере Touareg):
 1 – задний дифференциал; 2 – раздаточная коробка;
 3 – коробка передач; 4 – передний дифференциал; 5 – передний карданный вал;
 6 – задний карданный вал

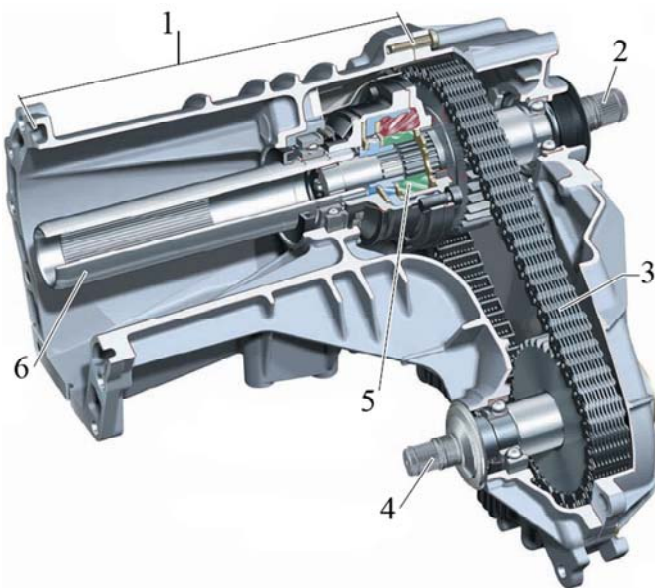


Рис. 3.3. Раздаточная коробка с самоблокирующимся дифференциалом:
 1 – длина картера; 2 – выходной вал задней оси; 3 – цепная передача;
 4 – выходной вал передней оси; 5 – самоблокирующийся межосевой
 дифференциал; 6 – полый входной вал



Рис. 3.4. Учебный стенд раздаточной коробки с самоблокирующимся дифференциалом

Крутящий момент для задней оси передается из раздаточной коробки через выходной вал 2, соосный с входным валом 6 («вставленный» во входной вал). Крутящий момент для передней оси передается на верхнюю звездочку цепной передачи 3, сидящую на выходном валу 4 передней оси.

Конструкция самоблокирующегося межосевого дифференциала (рис. 3.5) аналогична конструкции обычного планетарного ряда с водилом 4, косозубыми сателлитами 6, косозубой солнечной 5 и косозубой коронной 2 шестернями. Дополнительно в конструкцию межосевого дифференциала введены фрикционные диски 7 из никелированной стали. Эти диски и рабочее масло определяют возникающие моменты трения и тем самым коэффициент блокировки дифференциала. Моменты трения создаются в результате возникновения в зубчатых парах с косыми зубьями осевых усилий, прижимающих солнечную и коронную шестерни к фрикционным дискам.

Учитывая то, что шестерни дифференциала имеют косые зубья определенного профиля, под действием крутящего момента на ше-

стернях возникает осевая сила, воздействующая на различные фрикционные диски, и, сжимая их, создает в дисках определенный момент трения. Этот момент трения, в свою очередь, обуславливает требуемый момент блокировки.

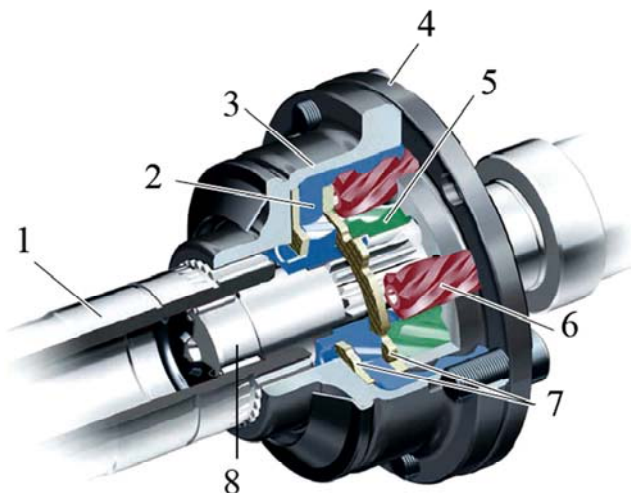


Рис 3.5. Планетарный механизм:

- 1 – полый входной вал; 2 – коронная шестерня; 3 – корпус;
- 4 – водило; 5 – солнечная шестерня; 6 – спутник;
- 7 – фрикционные диск; 8 – выходной вал задней оси

Крутящий момент от двигателя при нормальном режиме работы (без пробуксовки) передается через межосевой дифференциал на переднюю и заднюю оси в отношении 40:60 (асимметрично). Это достигается благодаря различным диаметрам солнечной 5 (привод передней оси) и коронной 2 (привод задней оси) шестерен.

Выходной момент раздаточной коробки может распределяться между передней и задней осями в разных соотношениях в пределах диапазонов блокировки дифференциала. Диапазон блокировки для передней оси составляет от 20 % до 60 % входного момента коробки. Диапазон блокировки для задней оси составляет от 40 % до 80 % входного момента коробки. За пределами диапазона блокировки заднего дифференциала включается электронная блокировка дифференциала.

Для блокировки межосевого дифференциала в настоящее время применяется электромеханический привод, аналогичный по принципу действия описанному ниже заднему межколесному дифференциалу.

Контрольные вопросы

1. Какое назначение раздаточной коробки в легковом автомобиле и какой принцип ее работы?
2. Устройство и принцип работы раздаточной коробки легкового автомобиля автоматической блокировки.
3. Каким способом осуществляется блокировка межколесного дифференциала?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Передерий, В. П. Устройство автомобиля: учебное пособие / В. П. Передерий. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. – 288 с. – (Профессиональное образование).
2. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е. Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание ; М. ИНФРА-М, 2013. – 758 с.: ил.
3. Савич, Е. Л. Устройство автомобилей : учеб. пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский, Е. А. Лагун. – Минск : РИПО, 2018. – 448 с. : ил.
4. Селифонов, В. В. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей : учебник для нач. проф. образования / В. В. Селифонов, М. К. Бирюков. – 7-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 400 с.

Учебное издание

САВИЧ Евгений Леонидович
ГУРСКИЙ Александр Станиславович

**АВТОМОБИЛИ. КОРОБКИ
ПЕРЕДАЧ СОВРЕМЕННЫХ
ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Пособие

для студентов специальностей

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)» по направлению 1-37 01 06-01 «Техническая
эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего
и личного пользования)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

Редактор *Е. О. Германович*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 07.09.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,67. Уч.-изд. л. 2,09. Тираж 100. Заказ 390.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.