

Министерство образования и науки Самарской области
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области
«Кинель-Черкасский сельскохозяйственный техникум»

Специальность: 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

Курс 2 Группа 24

Занятие № 38

Дата 17.03.2020

Профессиональный модуль: ПМ 01 Подготовка машин, механизмов, установок, приспособлений к работе, комплектование сборочных единиц. МДК 01.01. Назначение и общее устройство тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин.

Тема: Классификация коробок передач и требования к ним. Устройство и работа коробок передач основных типов.

Задание

Изучить представленный ниже материал и ответить на контрольные вопросы письменно.

Ответ прислать на электронную почту kosterindr@mail.ru

Общие сведения о коробках передач

Коробка передач предназначена для изменения передаваемого крутящего момента, скорости движения трактора (автомобиля), направления вращения ведущих колес и для разъединения работающего двигателя и трансмиссии при длительных остановках.

Различных значений крутящего момента и частоты вращения ведущих колес или звездочек достигают изменением передаточного числа трансмиссии с помощью коробки передач, понижающего редуктора, ходоуменьшителя и увеличителя крутящего момента. Эти сборочные единицы изменяют передаточное число за счет механических устройств (зубчатых колес, планетарных механизмов) ступенчато, т. е. через определенные интервалы. Бесступенчато регулировать угловую скорость можно с помощью гидравлической передачи (гидротрансформатора).

На многих тракторах и автомобилях устанавливают более простые в изготовлении и надежные в эксплуатации, менее сложные в обслуживании механические коробки передач.

Рассмотрим принцип работы простейшей механической коробки передач. Ведущий вал **9** (рис. 1), называемый *первичным*, получает вращение от вала муфты сцепления. Ведомый вал **8**, называемый *вторичным*, соединен с механизмами заднего ведущего моста и передает им вращение от первичного вала через зацепляющиеся зубчатые колеса.

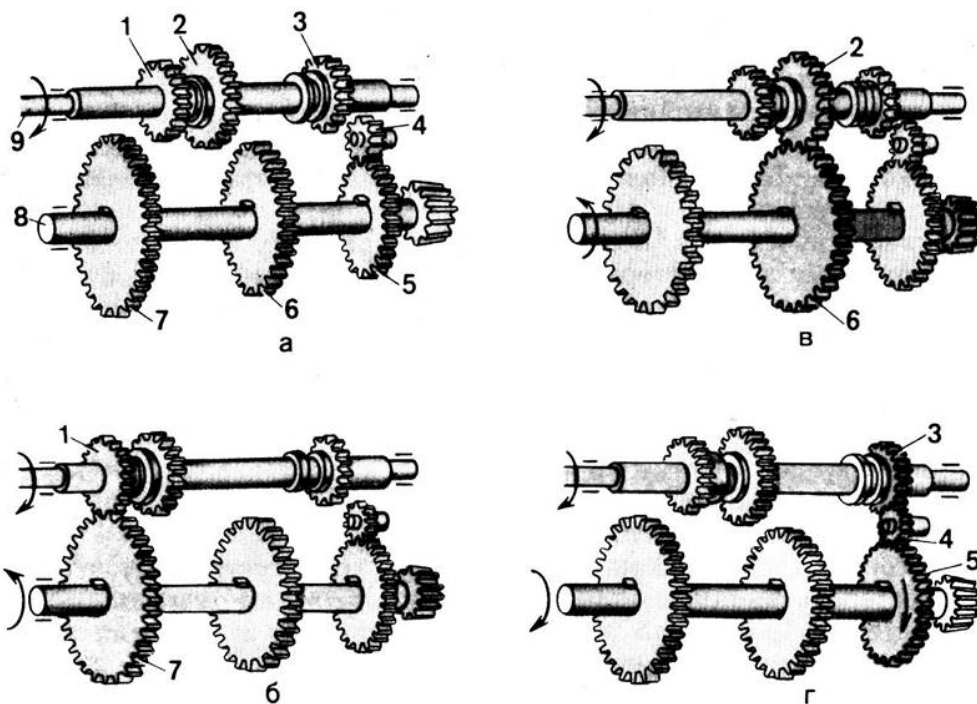


Схема простейшей коробки передач

Рис. 1 — Схема простейшей коробки передач:

А — нейтральное положение зубчатых колес; б, в и г — положения зубчатых колес при включении передач соответственно первой, второй и заднего хода; 1, 2 и 3 — зубчатые колеса первичного вала; 4 — промежуточное зубчатое колесо; 5, 6 и 7 — зубчатые колеса вторичного вала; 8 — вторичный вал; 9 — первичный вал.

На одном валу (в данном примере вторичном) зубчатые колеса 5, 6 и 7 закреплены неподвижно, а на другом валу (первичном) шестерни 1, 2 и 3 можно перемещать вдоль оси по шлицам и поочередно вводить их в зацепление с соответствующими зубчатыми колесами вторичного вала. Шестерни, перемещаемые по валу, называют **каретками**. Когда ни одна из шестерен первичного вала не находится в зацеплении с зубчатыми колесами вторичного вала, как показано на рисунке 1, а, вращение на вторичный вал не передается, трактор (автомобиль) неподвижен или движется накатом. Такое положение называют **нейтральным**.

Для включения первой передачи перемещают каретку с шестернями 1 и 2 по первичному валу влево и вводят в зацепление шестерню 1 с зубчатым колесом 7, как показано на рисунке 1, б.

Для включения второй передачи перемещают эту же каретку вправо по первичному валу и вводят в зацепление шестерню 2 с зубчатым колесом 6 (рис. 1, в). Так как число зубьев шестерни 2 больше числа зубьев шестерни 1, а число зубьев колеса 6 меньше числа зубьев колеса 7, то передаточное число при зацеплении зубчатых колес 2 и 6 меньше передаточного числа при зацеплении зубчатых колес 1 и 7 и вторичный вал на второй передаче будет вращаться быстрее. Пропорционально повысится и скорость движения трактора или автомобиля.

Задний ход обеспечивают изменением направления вращения вторичного вала. Для этого каретку с шестернями 1 и 2 выводят из зацепления, перемещают каретку с шестерней 3 вправо и вводят ее в зацепление с

промежуточным зубчатым колесом **4**, которое находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом **5** вторичного вала (рис. 1, г).

Чем больше число передач (ступеней), тем полнее можно использовать мощность двигателя, добиться экономичной и производительной работы трактора или автомобиля.

Классификация

Механические ступенчатые коробки передач классифицируют по следующим основным признакам:

По типу зубчатых передач — с неподвижными осями валов и планетарные, **По расположению валов относительно оси трактора** — с продольным и поперечным расположением,

По числу валов — двух, трех — и четырехвалльные;

По числу передач переднего хода — трех, четырех-, пятиступенчатые и т. д.;

По принципу переключения передач — с подвижными зубчатыми колесами (каретками) и с неподвижными зубчатыми колесами постоянного зацепления, соединяемыми с валом при включении передачи специальными муфтами;

По числу перемещаемых кареток — двух-, трех-, четырехходовые и т. д.;

По конструктивному оформлению — в отдельном съемном и в общем корпусе с другими механизмами;

По назначению — основная, раздаточная, понижающий или повышающий редуктор, ходоуменьшитель.

Согласно этой классификации на рисунке 1 изображена основная двухвальная двухступенчатая двухходовая коробка передач с неподвижными осями валов и подвижными зубчатыми колесами, выполненная в отдельном корпусе.

Число передач в тракторных коробках колеблется от 5 до 24, что обеспечивает изменение скорости движения от 0,1 до 35 км/ч. Такое число передач обусловлено большим разнообразием условий работы и выполняемых технологических процессов, стремлением достичь максимальной производительности при экономном расходовании топлива.

Автомобильные коробки, как правило, имеют от 3 до 5 передач. Меньшее число передач по сравнению с тракторными коробками объясняется узкоцелевым назначением автомобиля, различиями в использовании и регулировании мощности двигателя.

Передачи тракторов можно разделить на три группы: **основные** (рабочие), **транспортные**, **замедленные**.

Основные передачи обеспечивают скорости движения 5...15 км/ч. На этих скоростях выполняют технологические операции при возделывании и уборке основных сельскохозяйственных культур. Число основных передач в зависимости от типа трактора составляет 4...7.

Транспортные передачи служат при использовании тракторов в качестве транспортных средств, а также для холостых переездов. Число транспортных передач у колесных тракторов составляет 3...4, у гусеничных — 1...2.

Замедленные передачи необходимы для выполнения некоторых технологических процессов со скоростями движения около 0,1 км/ч (работа с рассадопосадочными, лесопосадочными, мелиоративными и другими машинами). Таких передач может быть 2...4.

Передачи автомобилей делят на две группы: **высшие** и **низшие**.

Высшие передачи используют при движении автомобиля в хороших дорожных условиях. Как правило, последняя передача бывает прямой, когда частоты вращения первичного и вторичного валов одинаковы, т. е. передаточное число равно единице, или ускоряющей, если передаточное число меньше единицы.

Низшие передачи служат для трогания автомобиля с места, преодоления подъемов и тяжелых участков дороги.

Передачи заднего хода (у автомобилей одна, у тракторов от 1 до 8) необходимы для маневрирования трактором или автомобилем, а в тракторах и для работы задним ходом с некоторыми машинами (волокушами, землеройными машинами и др.).

Кинематические схемы коробок передач

Принцип работы коробок передач и порядок включения зубчатых колес при той или иной передаче легко проследить по кинематическим схемам.

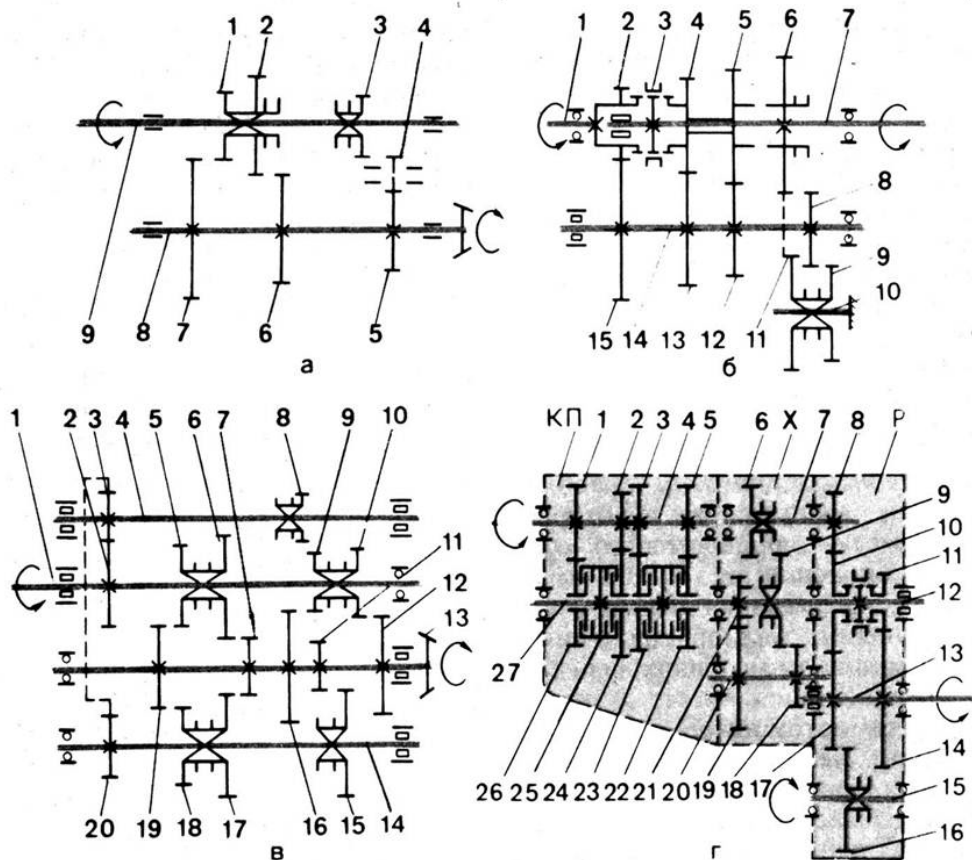
Кинематическая схема простейшей двухвальной коробки передач, изображенной на рисунке 1, представлена на рисунке 2а с теми же номерами позиций.

Кинематическая схема коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 показана на рисунке 2, б. В коробке установлено три вала: первичный **1**, вторичный **7** и промежуточный **14**. На заднем конце первичного вала имеется два зубчатых венца: один венец **2** находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом **15** промежуточного вала, а другой может соединяться с муфтой **3** синхронизатора. На вторичном валу установлены ступица синхронизатора и зубчатое колесо **6** первой передачи, которые связаны с валом шлицевым соединением, а в средней части вала свободно вращается зубчатое колесо с венцами **4** и **5** соответственно третьей и второй передач. Промежуточный вал выполнен в виде блока четырех зубчатых колес **8, 12, 13** и **15**. На оси **10** вращается передвигной блок с зубчатыми венцами **9** и **11** для включения передачи заднего хода.

Особенность коробки передач — постоянное зацепление зубчатых колес **2** и **15**, **4** и **13**, **5** и **12**, а также наличие синхронизаторов для включения третьей и четвертой передач.

Включение зубчатых колес на различных передачах происходит следующим образом. Первая передача: перемещают по шлицам вала зубчатое колесо **6** и вводят его в зацепление с зубчатым колесом **8**; вращение от первичного к вторичному валу передается через зубчатые колеса **2—15, 8—6**. Вторая передача: перемещают зубчатое колесо **6** вперед и соединяют ступицы колес **5** и **6** между собой зубчатой муфтой; вращение через зубчатые колеса **2—15, 12—5** передается на вторичный вал. Третья передача: перемещают муфту **3** синхронизатора назад и соединяют зубчатое колесо **4** с

валом 7; вращение будут передавать зубчатые колеса 2—15, 13—4. Четвертая передача (прямая): перемещают муфту 3 Синхронизатора вперед и соединяют первичный и вторичный валы между собой. Передачу заднего хода включают перемещением блока с зубчатыми венцами 9 и 11 вперед; вращение на вторичный вал будет передаваться через колеса 2—15, 8—9, 11—6.



Кинематические схемы коробок передач

Рис. 2 — Кинематические схемы коробок передач:

А — простейшая двухвальная коробка передач (обозначение позиций см. рис. 1); **Б** — коробка передач автомобиля ГАЗ-53-12: 1 — первичный вал; 2 — зубчатый венец первичного вала; 3 — муфта синхронизатора; 4 — зубчатый венец третьей передачи; 5 — зубчатый венец второй передачи; 6 — зубчатое колесо первой передачи; 7 — вторичный вал; 8, 12, 13 и 15 — зубчатые колеса промежуточного вала; 9 и 11 — зубчатые венцы блока передачи заднего хода; 10 — ось; 14 — промежуточный вал; **В** — коробка передач трактора ДТ-75МВ: 1 — первичный вал; 2, 3 и 20 — зубчатые колеса постоянного зацепления; 4 и 14 — промежуточные валы; 5 и 6 — зубчатые венцы третьей и четвертой передач; 7, 11, 12, 16 и 19 — зубчатые колеса вторичного вала; 8 — зубчатое колесо заднего хода; 9 и 10 — зубчатые венцы первой и второй передач; 13 — вторичный вал; 15 — зубчатое колесо седьмой передачи; 17 и 18 — зубчатые венцы шестой и пятой передач; **Г** — коробка передач трактора Т-150К: КП — основной редуктор; X — ходоуменьшитель; P — раздаточная коробка; 1, 2, 3 и 5 — ведущие шестерни первичного вала; 4 — первичный вал; 6 — зубчатое колесо заднего хода; 7 — вал; 8 — зубчатое колесо; 9, 18, 19 и 21 — зубчатые колеса ходоуменьшителя; 10, 11, 14 и 17 — зубчатые колеса раздаточной

коробки; 12 и 13 — валы раздаточной коробки; 15 и 16 — вал и зубчатое колесо привода переднего ведущего моста; 20 — вал ходоуменьшителя; 22, 23, 24 и 26 — зубчатые колеса вторичного вала; 25 — гидроподжимная муфта; 27 — вторичный вал.

Кинематическая схема коробки передач трактора ДТ-75МВ изображена на рисунке 2в. Коробка передач имеет четыре вала: первичный 1, вторичный 13, два промежуточных 4 и 14. Все валы шлицованы. Коробка четырехходовая: на первичном валу по шлицам перемещаются два блока зубчатых колес 5—6 и 9—10, на промежуточном валу — блок зубчатых колес 17—18 и зубчатое колесо 15. Зубчатые колёса 2, 3 и 20 находятся между собой в постоянном зацеплении.

Коробка обеспечивает семь передач вперед, из которых первые четыре основные, и одну заднего хода. Различные передачи достигаются включением в зацепление следующих зубчатых колес: I передача – 9-16; II – 10-12; III – 5-19; IV – 6-7; V – 2-3, 3-20, 18-19; VI – 2-3, 3-20, 17-7; VII – 2-3, 3-20, 15-11; передача заднего хода 2-3, 8-16.

Условия работы и материалы деталей коробок передач

Коробки передач тракторов и автомобилей передают значительные крутящие моменты при высоких скоростях вращения валов, поэтому основные детали коробок передач (валы, зубчатые колеса, подшипники качения) подвергаются действию высоких нагрузок переменного характера. При передаче крутящего момента зубчатыми колесами возникают большие окружные и распорные силы, а в зоне контакта зубьев — высокие температуры.

На срок службы и бесшумность работы зубчатых колес и подшипников существенно влияют жесткость и соосность валов, так как прогибы и перекосы валов нарушают правильность зацепления зубьев и нормальный контакт рабочих элементов подшипников.

Для изготовления зубчатых колес коробок передач применяют легированную сталь различных марок. Зубья после нарезания подвергают термической или химико-термической обработке, что повышает несущую способность и надежность зубчатых передач.

Зубчатые колеса коробок передач легковых и грузовых автомобилей небольшой и средней грузоподъемности изготавливают из среднеуглеродистых сталей (40Х, 40ХНМ, 35ХГТ и др.) и подвергают цианированию с последующей закалкой на мартенсит или закалке токами (высокой частоты).

Для изготовления зубчатых колес тракторных и тяжело нагруженных автомобильных коробок передач применяют малоуглеродистые легированные стали (20Х, 18ХГТ, 12ХНЗА, 20ХНЗА, 25ХГТ и др.).

Цементация и последующая закалка с низким отпусканием обеспечивают высокую твердость (HRC 58...60) и высокую несущую способность.

Несущая способность и надежность зубчатых передач во многом зависят также от качества применяемого смазочного масла.

Основные детали коробок передач

Для бесшумного и безударного переключения передач, повышения надежности и увеличения срока службы в коробках передач применяют

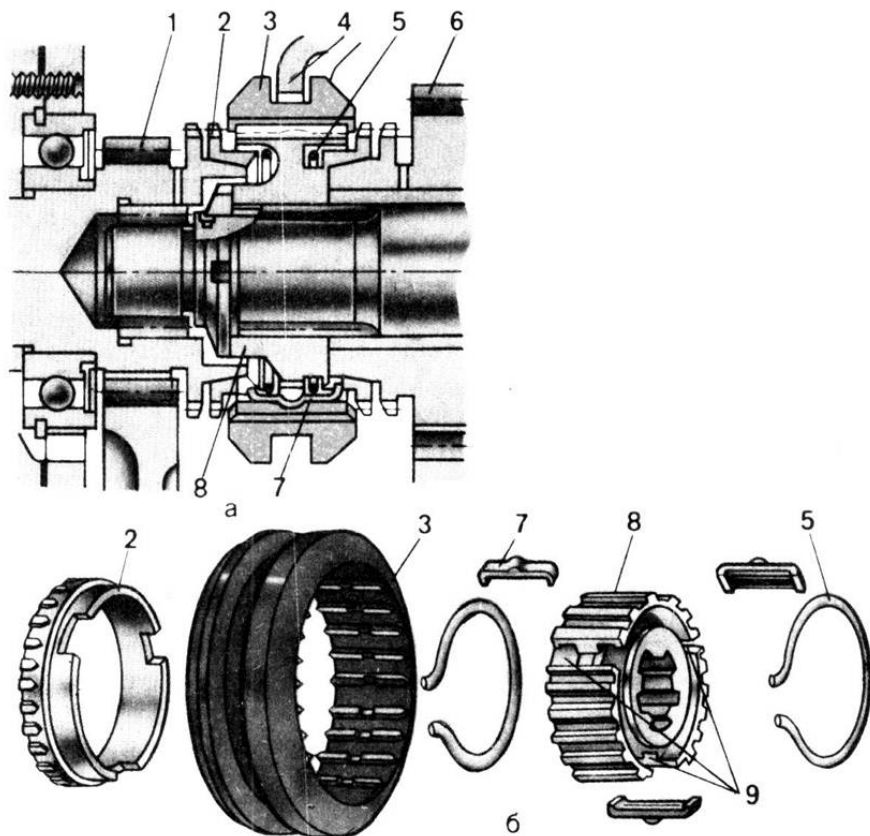
зубчатые колеса постоянного зацепления. Например, зубчатые колеса 2-15, 4-13, 5-12 (см. рис. 2, б) в коробке передач автомобиля ГАЗ-53-12 — 1-26, 2-24, 3-23, 5-22 (рис. 2, г) в коробке передач трактора Т-150К. При этом одно зубчатое колесо жестко связано с валом, а другое вращается свободно. При переключении передачи свободно вращаемое зубчатое колесо необходимо жестко соединить с валом. Для этого используют **зубчатые муфты, синхронизаторы**.

Зубчатые муфты с синхронизаторами (синхронизаторы) широко применяют в коробках передач автомобилей, в которых переключение передач происходит при движении накатом. Как правило, синхронизаторами оснащают зубчатые колеса передач, переключаемых наиболее часто.

Зубчатые колеса первой передачи и заднего хода синхронизаторов не имеют. На автомобиле ГАЗ-53-12 синхронизаторы установлены для включения третьей и четвертой передач, на автомобилях ЗИЛ-130, КамАЗ — второй, третьей, четвертой и пятой передач.

Синхронизаторы предназначены для выравнивания угловых скоростей зубчатого колеса включаемой передачи и вторичного вала, что обеспечивает безударное и бесшумное введение шлицев зубчатой муфты в шлицевой венец зубчатого колеса.

Синхронизатор коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 устроен следующим образом. На шлицах вторичного вала неподвижно закреплена ступица 8 (рис. 3, а, б) синхронизатора, имеющая также и наружные шлицы, между которыми прорезаны три равномерно расположенных по окружности паза 9. Внутри пазов помещаются штампованные сухари 7 с выступом посередине. На наружные шлицы ступицы надета муфта 3. Сухари прижаты к шлицам муфты двумя пружинными кольцами 5, отогнутые концы которых заведены в паз одного из сухарей. Центральные выступы сухарей входят в кольцевую проточку на внутренней стороне муфты и фиксируют ее в нейтральном положении.



Синхронизатор (а) коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 и его детали
 Рис. 3 — Синхронизатор (а) коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 и его детали (б):

1 — зубчатое колесо первичного вала; 2 — блокирующее кольцо; 3 — муфта; 4 — вилка; 5 — пружинное кольцо; 6 — зубчатое колесо третьей передачи; 7 — сухарь; 8 — ступица; 9 — пазы в ступице.

С обеих сторон ступицы установлены латунные блокирующие кольца 2. На торцах колец, обращенных к ступице, выполнены три паза, куда входят концы сухарей. При этом ширина паза больше ширины сухаря на половину шага шлицев. Внутренняя поверхность колец выполнена на конус, соответствующий конусности ступиц зубчатых колес 1 и 6. На конусной поверхности колец нарезана мелкая резьба, предназначенная для разрыва масляной пленки и увеличения коэффициента трения при соприкосновении двух конусных поверхностей. На блокирующих кольцах нарезаны шлицы таких же размеров, что и наружные шлицы ступиц зубчатых колес. На торцовой поверхности шлицевых венцов имеются скосы, выполненные под определенным углом.

При включении, например, четвертой передачи вилкой 4 начинают перемещать муфту 3 влево, продвигая вместе с ней и сухари 7. Сухари торцами нажимают на блокирующее кольцо и надвигают его на конус ступицы зубчатого колеса 1. Под действием силы трения кольцо поворачивается на некоторый угол вместе с первичным валом до упора боковых стенок пазов кольца в сухари и устанавливается в положении «Блокировка».

При дальнейшем перемещении муфты влево выступы сухарей 7 выходят из кольцевой проточки и, преодолевая сопротивление пружин 5, смещаются в

глубь пазов. Торцовые скосы шлицев муфты **3** попадут на торцовые скосы шлицев блокирующего кольца **2**, и усилие от муфты будет передаваться непосредственно кольцу. Так как скорости вала и зубчатого колеса разные, то на торцовых скосах шлицев возникают силы, препятствующие дальнейшему осевому перемещению муфты. Углы скосов шлицев выбраны такими, что до выравнивания угловых скоростей вала и зубчатого колеса поворот муфты относительно блокирующего кольца для дальнейшего ее продвижения независимо от приложенной к ней осевой силы невозможен.

Так как муфта сцепления выключена и первичный вал вместе с зубчатым колесом **1** вращается только по инерции, то угловая скорость его уменьшается до значения, равного значению угловой скорости вторичного вала вместе с муфтой **3**. Происходит разблокировка синхронизатора: муфта, продолжая нажимать на скосы шлицев кольца, поворачивает кольцо вместе с первичным валом на необходимый угол, и ее шлицы входят в зацепление сначала со шлицами кольца, а затем со шлицевым венцом ступицы зубчатого колеса **1**. При этом первичный и вторичный валы жестко соединяются между собой, что соответствует включению четвертой (прямой) передачи.

Приводы управления механическими коробками передач

Служат для переключения передач. Они должны обеспечивать легкость управления, невозможность одновременного включения двух передач, фиксацию включенной передачи от самовыключения, надежность в эксплуатации, а в коробках с переключением передач, требующих останова трактора, невозможность их переключения без выключения муфты сцепления.

Приводы управления делят на *механические, с управляющими элементами* и *автоматические*.

Механический привод осуществляется воздействием водителя на рычаг управления и связанный с ним механизм переключения передач.

Механический привод широко распространен на автомобилях и тракторах.

Приводы с управляющими элементами представляют собой специальные устройства с гидро — или электроприводом, воздействуя на управляющий элемент которых достигают переключения передач. К таким приводам можно отнести управление переключением передач в коробках с гидроподжимными муфтами.

Автоматический привод состоит из устройств, обеспечивающих переключение передач с гидроподжимными муфтами без участия водителя в зависимости от загрузки двигателя и скорости движения. Из-за сложности конструкции такие приводы пока применяют только на автобусах ЛиАЗ-677М.

Механический привод устроен следующим образом. Подвижные зубчатые колеса, каретки, зубчатые муфты имеют кольцевые проточки, в которые входят вилки 7 (рис. 6) переключения передач.

Вилки закреплены на переключающих валиках 4 или ползунах и передвигаются вместе с ними. Переключающие валики перемещают рычагом 1 переключения передач, нижний конец которого входит в прорезь валика. Рычаг, как правило, устанавливают на шаровой опоре 2 в крышке коробки передач. Изменение положения верхнего конца рычага приводит к перемещению его нижнего конца, а вместе с ним и к продвижению переключающих валиков с вилками и зубчатыми колесами. Для придания правильного направления перемещения рычага установлена кулиса 3, представляющая собой пластину с вырезами.

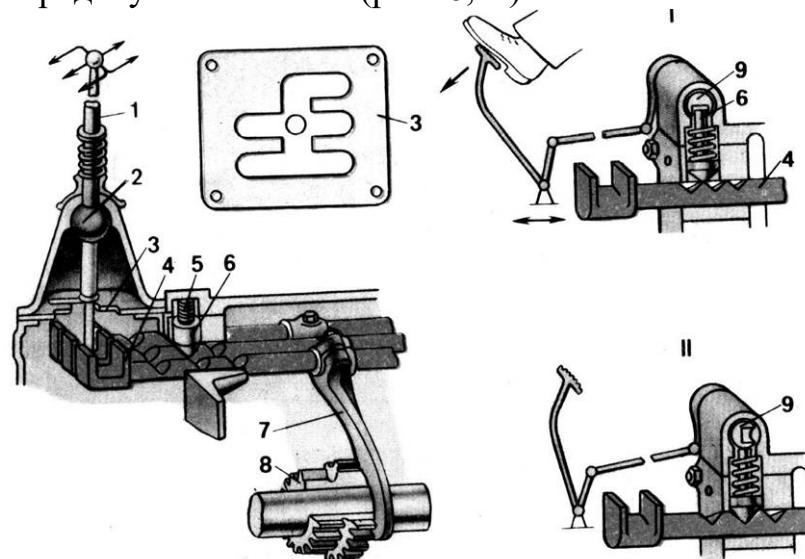
Кулиса также предохраняет механизм от одновременного передвижения двух переключающих валиков, т. е. от включения двух передач. Иногда для предотвращения включения двух передач между валиками или ползунами устанавливают неподвижные пластины.

Самопроизвольное перемещение валиков 4 (самовключение или самовыключение передач) предупреждают фиксаторы 6, которые закрепляют валики во включенном или выключенном положении. На каждом валике имеются выемки, число которых зависит от числа фиксируемых положений данного валика. При включенной или выключенной передаче фиксатор 6 входит в выемку валика 4 и удерживается в ней пружиной 5. При переключении передач усилием, приложенным к рычагу управления, валик начинает перемещаться и выталкивает фиксатор из углубления.

Перемещать валик следует до тех пор, пока фиксатор вновь не опустится в выемку.

В автомобильных коробках передач фиксаторы устанавливают в горизонтальной плоскости и располагают их между валиками. Тем самым они предотвращают самопроизвольное перемещение валиков и одновременное включение двух передач.

Включение передач при включенной или не полностью выключенной муфте сцепления может вызвать соударение и поломку зубчатых колес, выкрашивание зубьев. Чтобы избежать этого, большинство тракторных коробок передач имеет блокировочный механизм. На валике **9** блокировочного механизма, расположенном над фиксаторами **6**, профрезерован паз или сделано углубление. Валик рычагами и тягами связан с педалью муфты сцепления. Когда муфта сцепления выключена (педаль нажата), паз валика **9** (рис. 6, I) становится точно над фиксаторами и переключающие валики **4** могут перемещаться рычагом переключения передач, отжимая фиксаторы вверх. Если сцепление не выключено или выключено не полностью, то валик **9** блокировочного устройства занимает такое положение, при котором верхний конец фиксатора упирается в валик, и переключить передачу невозможно (рис. 6, II).



Механизм переключения и блокировки коробки передач

Рис. 6 — Механизм переключения и блокировки коробки передач:

I — муфта сцепления выключена; II — муфта сцепления включена; 1 — рычаг переключения передач; 2 — шаровая опора; 3 — кулиса; 4 — переключающий валик; 5 — пружина; 6 — фиксатор; 7 — вилка; 8 — каретка; 9 — валик блокировочного механизма.

Таблица 1

Неисправность	Причина	Способ устранения
Подтекание масла	Ослабли крепления корпусных деталей КПП повреждена прокладка между корпусными деталями КП	Подтянуть крепежные болты и гайки Заменить прокладку в соединениях корпусов или крышки с корпусом
Чрезмерный нагрев	Мал уровень масла Очень густое или жидкое масло	Долить масло до нормального уровня Залить свежее масло, рекомендованное заводом-изготовителем
Затруднено переключение передач	Сцепление «ведет», тормозок не останавливает первичный вал Нарушена регулировка механизма блокировки Износ шлицев и забоины на них Скосы и износ торцов зубьев шестерни	Отрегулировать сцепление и тормозок Отрегулировать механизм блокировки Разобрать КП и зачистить шлицы Заменить изношенные детали. Отрегулировать сцепление и тормозок
Самопроизвольное переключение передач или включение двух передач одновременно	Неправильно отрегулирован механизм блокировки Ослабли болты крепления вилок переключения передач Поломана пружина фиксатора механизма переключения передач Изношен фиксатор Поломана кулиса	Отрегулировать механизм блокировки Затянуть болты Заменить пружину фиксатора Заменить фиксатор Заменить кулису

Контрольные вопросы

Схема работы простейшей коробки передач.

По каким признакам классифицируют коробки передач?

Как подразделяют передачи тракторов?

На какие группы делят передачи автомобилей?

Объяснить кинематическую схему работы коробки передач автомобиля ГАЗ-53.

Как работает коробка передач трактора ДТ-75МВ?

Устройство, назначение, работа механического привода коробки передач.

Какие приводы коробками передач могут быть?

Какие могут быть основные неисправности коробок передач?