

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко

# **ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ**

## **СИЛОВАЯ ПЕРЕДАЧА ТРАКТОРА И АВТОМОБИЛЯ**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
в сфере высшего образования Республики Беларусь  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений образования, обеспечивающих  
получение общего высшего образования  
по специальностям 6-05-0811-01 Производство продукции  
растительного происхождения,  
6-05-0811-05 Защита растений и карантин*

Горки  
Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия  
2026

УДК 621.43(075.8)

ББК 39.34я7

К27

*Рекомендовано методической комиссией  
агротехнологического факультета 29.12.2025 (протокол № 4)  
и Научно-методическим советом  
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии  
30.12.2025 (протокол № 4)*

Авторы:

доктор технических наук, профессор *А. Н. Карташевич*;  
кандидат технических наук, доцент *А. В. Гордеенко*

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент *В. А. Дремук*;  
кандидат технических наук *П. Ю. Мальшикин*

**Карташевич, А. Н.**

К27

Тракторы и автомобили. Силовая передача трактора и автомобиля : учебно-методическое пособие / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко. – Горки : Беларус. гос. с.-х. акад., 2026. – 86 с. ISBN 978-985-882-790-8.

Приведена классификация, систематизированы основы устройства и работы основных узлов и механизмов силовой передачи трактора и автомобиля.

Для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение высшего образования по специальностям 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения, 6-05-0811-05 Защита растений и карантин.

УДК 621.43(075.8)

ББК 39.34я7

**ISBN 978-985-882-790-8**

© Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия, 2026

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие конструкций тракторов направлено на повышение производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА) и улучшение условий труда механизатора. Решение этих задач связано с совершенствованием конструкций всех механизмов, узлов и агрегатов трактора, а следовательно, с подготовкой высококвалифицированных кадров для сельскохозяйственной отрасли Республики Беларусь.

Большая часть колесных и гусеничных тракторов работает на базе единого принципа, так как унифицированные конструктивные элементы и узлы позволяют этой сельскохозяйственной технике передвигаться по дорогам и выполнять поставленные перед ней задачи. Трансмиссия тракторов и автомобилей относится к обязательному составному механизму транспортных средств, при помощи которого энергия от двигателя внутреннего сгорания передается на ведущие колеса (или звездочки), а также на агрегируемые машины (в случае тракторов).

В пособии рассмотрены общие принципы работы основных узлов и механизмов силовой передачи трактора и автомобиля, что позволяет обучающемуся быстро осваивать устройство любой модели отечественного или зарубежного трактора.

В данном издании имеется большое количество принципиальных схем узлов силовых передач мобильных транспортных средств и их подробное описание. Такой подход в изложении материала позволяет в первую очередь освоить схему работы механизма и затем образно представить его конструктивное решение.

Учебно-методическое пособие рассчитано на студентов вузов, обучающихся по специальностям 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения, 6-05-0811-05 Защита растений и карантин. Кроме того, оно может быть использовано студентами других специальностей, изучающих конструкцию тракторов и автомобилей.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧЕ ТРАКТОРА И АВТОМОБИЛЯ

Сопротивление движению тракторного агрегата и автомобиля изменяется непрерывно и в широких пределах. Это объясняется колебаниями удельного сопротивления почвы, загрузки рабочих органов машин, сопротивлений качению колес и сцепления их с грунтом или дорогой, возникающими на пути движения, подъемами и уклонами и т. д. Соответственно требуется изменять крутящий момент, подводимый к ведущим колесам (звездочкам) как для преодоления возросших сопротивлений, так и для более полного использования мощности двигателя, получения высокой производительности при наименьшем расходе топлива.

Силловая передача (трансмиссия) в целом представляет собой комплекс устройств для передачи и преобразования энергии от ее источника к потребителям:

- ведущим колесам движителя, обеспечивающим движение трактора либо автомобиля с разными необходимыми скоростями и силами тяги;
- валам отбора мощности (ВОМ) на привод рабочих органов агрегируемых машин, или для работы трактора на стационаре;
- приводу насосов гидравлических систем трансмиссий и навесных машин.

Источником энергии на тракторе являются современные тракторные ДВС с частотой вращения коленчатого вала в среднем около  $2\ 000\ \text{мин}^{-1}$ , а скорости движения тракторов при выполнении различных технологических операций лежат в пределах  $0,05\ \dots\ 11,1\ \text{м/с}$  ( $0,2\ \dots\ 40\ \text{км/ч}$ ). При существующих размерах ведущих колес тракторов (колесных и гусеничных) частоты их вращения лежат в пределах  $0,5\ \dots\ 120\ \text{мин}^{-1}$ . Перепад частот вращения валов между источником энергии (ДВС) и его главным потребителем (ведущими колесами) слишком велик. Так как характеристика ДВС не в состоянии обеспечить реализацию этого необходимого перепада частот вращения валов, то между двигателем и ведущими колесами трактора устанавливают обычно промежуточные преобразователи частот с постоянными и переменными передаточными числами.

Под передаточным числом преобразователя понимается отношение частоты вращения или угловой скорости ведущего вала к частоте вращения или угловой скорости ведомого вала. Пропорционально переда-

точным числам преобразователей меняется и величина передаваемого крутящего момента от двигателя к ведущим колесам трактора. Чем больше передаточное число трансмиссии, тем больше крутящий момент на ведущих колесах трактора, тем больше его тяговое усилие, но тем меньше скорость его движения.

Передаточное число изменяется с помощью передач, по типу которых классифицируются трансмиссии.

*Ступенчатые трансмиссии* состоят из зубчатых колес различных типов. В этой трансмиссии при переходе от одного режима работы к другому вращающий момент меняется через интервалы, кратные передаточным числам, поэтому она получила название ступенчатой. При наличии ступенчатой трансмиссии на некоторых режимах невозможно полностью использовать мощность двигателя.

*Бесступенчатые трансмиссии* выгодно отличаются от ступенчатых тем, что обеспечивают непрерывность и автоматичность процесса изменения вращающего момента (в заданном интервале передаточных чисел), вследствие чего работа МТА всегда может иметь наибольшую производительность и экономичность. Вместе с тем им свойственны некоторые недостатки: сложность конструкции, более низкий КПД. Различают фрикционные (механические), электрические и гидравлические бесступенчатые трансмиссии. Гидравлические передачи делят на гидродинамические и гидрообъемные.

*Комбинированные трансмиссии* представляют собой сочетание одной из бесступенчатых передач со ступенчатой передачей, имеющей вспомогательное значение. Это позволяет расширить диапазон изменения вращающего момента на двигателях и одновременно сохранить основные преимущества бесступенчатой передачи. Комбинированная трансмиссия, у которой в качестве одной из сборочных единиц применяются гидродинамическую передачу, называется гидромеханической.

Существуют трансмиссии с механическими, гидравлическими и электрическими передачами (рис. 1.1).

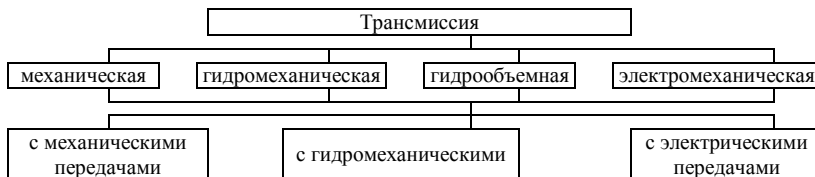


Рис. 1.1. Классификация трансмиссий

В механических трансмиссиях изменение передаточного числа может быть как ступенчатым, так и бесступенчатым, а в гидравлических и электрических – всегда бесступенчатым. Однако в чистом виде две последние передачи обычно не применяются. Наряду с электрическими и гидравлическими агрегатами в трансмиссии автомобилей и тракторов, как правило, имеются дополнительные коробки передач, зубчатые редукторы, включенные последовательно или параллельно с бесступенчатыми передачами. Поэтому существующие автотракторные трансмиссии делят на механические, гидромеханические, гидрообъемные и электромеханические.

Электрические передачи находят применение в основном на машинах большой мощности. При малых мощностях они получают перегруженными и имеют низкий КПД. Применяются электромеханические трансмиссии постоянного и переменного тока. Электрическая передача преобразует крутящий момент бесступенчато. Кроме свойства бесступенчатости, плавно изменять крутящий момент электромеханические трансмиссии обладают рядом преимуществ при использовании их на многоприводных автомобилях высокой грузоподъемности и проходимости: свободный выбор колесной формулы и простота общей компоновки; более простая возможность привода прицепных звеньев (сравнительно с механической передачей); упрощенная механическая часть привода, меньшая масса трансмиссии на единицу массы машины для автомобилей с двигателем мощностью более 700...800 кВт.

Несмотря на ряд преимуществ, электропередача пока не получила широкого распространения на автомобилях и тракторах сельскохозяйственного назначения из-за следующих недостатков: больших масс агрегатов трансмиссии, превышающих массы механических и гидромеханических трансмиссий (8...15 кг/кВт); сравнительно низкого КПД; большого расхода дорогостоящих цветных металлов; высокой стоимости изготовления; относительно больших величин неподрессоренных масс.

В последнее время ведутся работы по разработке и внедрению гибридных силовых установок (рис. 1.2), суть которых состоит в том, что на автомобиле установлен двигатель внутреннего сгорания, который заряжает тяговые литий-ионные аккумуляторные батареи.

Привод колес осуществляется электродвигателем, получающим энергию от заряженных аккумуляторов. Возможно также использование электродвигателей, установленных в колесах (мотор-колесо). Су-

существует кинематическая схема гибридной силовой установки, в которой привод колес производится как при помощи ДВС, так и параллельно при помощи электродвигателя, с различной интенсивностью, в зависимости от степени разрядки тяговых батарей. Преимуществом таких силовых установок является минимальная токсичность выбросов ДВС, экономия топлива, возможность зарядки тяговых батарей при торможениях (рекуперация) и полное отключение ДВС при полностью заряженных тяговых батареях. Недостатки гибридной силовой установки аналогичны электрическим трансмиссиям.

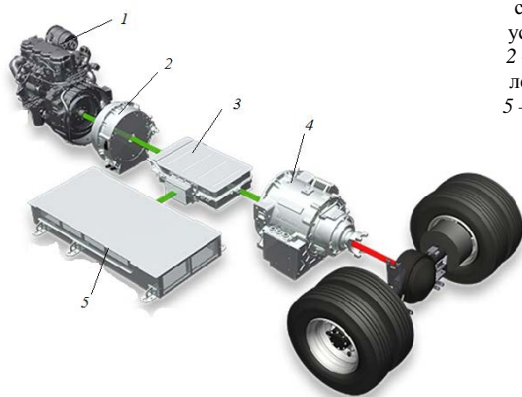


Рис. 1.2. Схема трансмиссии с гибридной силовой установкой: 1 – двигатель; 2 – генератор; 3 – контроллер; 4 – электродвигатель; 5 – аккумуляторная батарея

Наибольшее распространение на современных отечественных и зарубежных автомобилях и тракторах, предназначенных для сельского хозяйства, получили механические, гидромеханические и гидрообъемные трансмиссии.

Механические трансмиссии отличает простота конструкции, надежность, высокий КПД (0,9...0,95), низкая стоимость. Удельная масса таких трансмиссий составляет 3...6 кг/кВт, что значительно ниже, чем у других типов передач. Недостатками механической трансмиссии являются: ступенчатое регулирование передаточного числа, разрыв силового потока и ударные нагрузки при переключении передач, трудность управления, сложность компоновки на многоприводных автомобилях. Тем не менее перечисленные положительные качества механических трансмиссий обуславливают их повсеместное применение на современных сельскохозяйственных тракторах и автомобилях.

Перечень агрегатов и компоновочные схемы механических трансмиссий машин с различными колесными формулами и типом двигателя приведены на рис. 1.3.

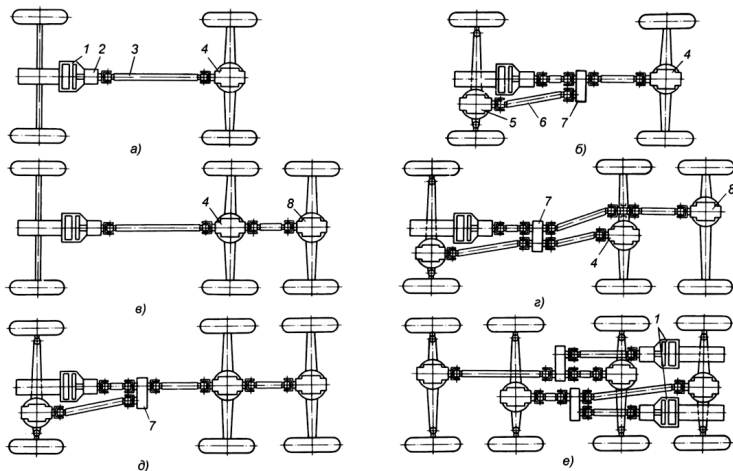


Рис. 1.3. Схемы механических трансмиссий тракторов и автомобилей с различной колесной формулой: а – 4×2; б – 4×4; в – 6×4; г – 6×6; д – 8×8; 1 – сцепление; 2 – коробка передач; 3 и 6 – карданные валы; 4 и 8 – задние ведущие мосты; 5 – передний ведущий мост; 7 – раздаточная коробка

По традиционной схеме (рис. 1.3, а) мощность двигателя на ведущие колеса трактора разделяется после коробки 2 перемены передач (КПП), что обуславливает наличие одной центральной передачи, размещаемой, как правило, в корпусе заднего моста трактора 4 (гусеничного или колесного с задними ведущими колесами). Такая схема относительно проста, хорошо компоуется, обладает достаточно высоким механическим КПД и приемлемыми показателями материалоемкости.

В настоящее время наибольшее распространение получили тракторы с двумя мостами, а автомобили с двумя или тремя мостами с механическими трансмиссиями. При наличии двух мостов ведущими могут быть оба или один из них, при наличии трех мостов — ведущими могут быть все три или два задних. Число ведущих мостов характеризуется колесной формулой по общему числу колес и числу ведущих, например 4×2; 4×4; 6×4; 6×6 и т. д. Первая цифра обозначает общее число колес, вторая — число ведущих колес.

Бортовая трансмиссия по устройству значительно сложнее, поэтому ее применение ограничено.

Схема трансмиссии гусеничного трактора «Беларус-2103» представлена на рис. 1.4.

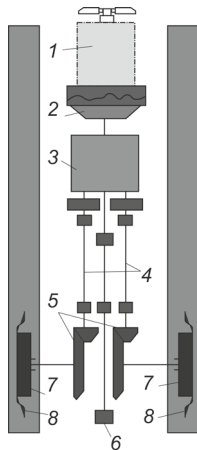


Рис. 1.4. Схема трансмиссии гусеничного трактора Беларус-2103: 1 – дизель; 2 – муфта сцепления; 3 – коробка перемены передач; 4 – карданная передача; 5 – коническая пара шестерен; 6 – редуктор ВОМ; 7 – редуктор конечной передачи; 8 – ведущая звездочка

Трансмиссия гусеничного трактора состоит из муфты сцепления 2, коробки передач 3, двух карданных передач 4 и заднего ведущего моста, в котором находятся две шестеренчатые конические пары передач 5 и две конечные передачи 7, вращающие ведущие звездочки 8.

Механизмы 4, 5 и 7, расположенные справа по ходу трактора, передают правой гусеничной цепи, а такие же механизмы, расположенные слева, приводят в движение левую гусеничную цепь трактора.

В гидравлических передачах энергия двигателя передается через бесступенчатый гидравлический преобразователь замкнутым потоком рабочей жидкости. Если при этом используется кинетическая энергия жидкости, то такие передачи называются гидродинамическими, давление жидкости в них до 0,3...0,8 МПа при скорости потока 20...30 м/с.

Комбинированную (гидромеханическую) трансмиссию применяют на ряде моделей автомобилей (БелАЗ-540, ЗиЛ-4104). Гидромеханическая трансмиссия вместо муфты сцепления включает в себя гидротрансформатор, в функции которого входит не только соединение и разъединение трансмиссии с двигателем, но и бесступенчатое изменение крутящего момента в зависимости от встречающегося сопротивления. Некоторые гидромеханические трансмиссии снабжены коробками передач с шестернями постоянного зацепления и переключением передач с помощью быстродействующих многодисковых гидроуправля-

емых фрикционных муфт сцепления, установленных на валах в корпусе коробки передач. Такими трансмиссиями снабжены тракторы Т-220, Т-330 и Т-500.

Так, в гидромеханической силовой передаче, состоящей из гидродинамического преобразователя крутящего момента (гидротрансформатора), преобразование крутящего момента осуществляется кинетической энергией жидкости, циркулирующей в замкнутом контуре, и работающего в сочетании с ним шестеренчатого редуктора. Гидротрансформатор в определенном узком интервале осуществляет автоматическое бесступенчатое изменение передаточного числа силовой передачи и в соответствии с величиной внешних сопротивлений движению и позволяет плавно производить разгон автомобиля или трактора без прекращения подвода мощности к ведущим колесам при переключении передач. Таким образом, применение гидромеханической силовой передачи оказывает существенное влияние на динамику автомобиля или трактора.

В простейшем случае гидротрансформатор (рис. 1.5) состоит из центробежного насоса 2, вращаемого коленчатым валом двигателя, турбины 1, соединенной механическим приводом с ведущими колесами или звездочками и реактора 3 – одно или несколько колес с лопатками, установленными на муфте свободного хода 4. Все три колеса гидротрансформатора – насосное, турбинное и реакторное – образуют замкнутую полость, т. е. круг циркуляции, в котором происходит непрерывное движение жидкости от насоса к турбине, из турбины на лопатки реактора, а оттуда обратно в насос.

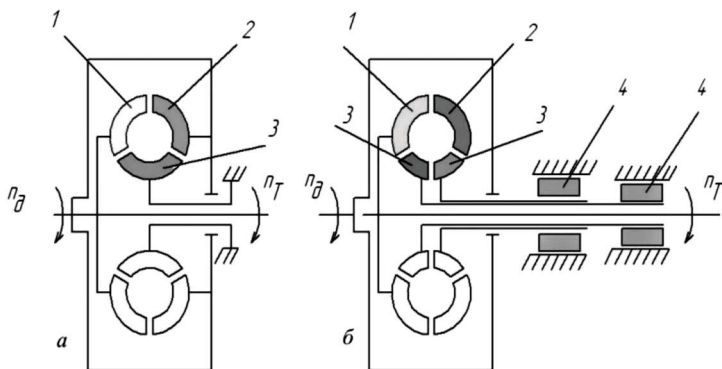


Рис. 1.5. Принципиальная схема гидротрансформатора:  
*а* – простейшего; *б* – комплексного блокируемого; 1 – турбинное колесо;  
 2 – насосное колесо; 3 – реактор; 4 – муфты свободного хода

При вращении насосного колеса в режиме преобразования крутящего момента, когда последний на ведущих элементах движителя отличается от развиваемого двигателем, рабочая жидкость под действием центробежной силы перемещается вдоль его лопаток и, попав на лопатки турбинного колеса, приводит его во вращение. Из турбины жидкость попадает на лопатки реактора. Реактор неподвижен – его вращению противодействуют ролики муфты свободного хода. В реакторе вращательное движение жидкости меняет свое направление на противоположное и передает насосному колесу крутящий момент, дополнительный к крутящему моменту двигателя. Этим воздействием реактора на поток жидкости достигается преобразующее действие гидротрансформатора, и крутящий момент на валу турбинного колеса возрастает, достигая суммы моментов насосного колеса и реактора.

При малых нагрузках момент сопротивления вращению турбины снижается, а частота вращения возрастает. Жидкость поступает на лопатки реактора под измененным углом, и создаваемый им момент уменьшается, а следовательно, снижаются моменты на валах насосного и турбинного колес. Когда падение нагрузки достигает определенного предела, выходящий из турбинного колеса поток жидкости будет действовать на лопатки реактора в направлении вращения насосного и турбинного колес, поэтому ролики муфты свободного хода расклиниваются и реактор начинает свободно вращаться на подшипниках: гидротрансформатор переходит в режим работы гидромуфты.

Преобразование крутящего момента гидротрансформатора оценивается коэффициентом трансформации, который представляет отношение крутящего момента турбины к крутящему моменту насоса.

Гидротрансформатор устанавливают вместо сцепления 1 (см. рис. 1.3, а–в). Крутящий момент от гидротрансформатора передается к механической коробке передач 2 с автоматическим или полуавтоматическим управлением. Такую трансмиссию часто называют гидромеханической передачей.

*Гидрообъемная трансмиссия* представляет собой бесступенчатую силовую передачу, в которой крутящий момент двигателя к ведущим колесам автомобиля передается гидравлическим потоком жидкости рис. 1.6.

Двигатель внутреннего сгорания приводит в действие гидронасос, соединенный трубопроводами с гидродвигателями, валы которых связаны с ведущими колесами автомобиля. При работе двигателя гидродинамический напор жидкости, создаваемый гидронасосом, в гидро-

двигателях ведущих колес преобразуется в механическую работу. Ведущие колеса с гидродвигателями, установленными в них, называются гидромотор-колесами. Рабочее давление в гидравлической системе в зависимости от конструкции гидроагрегатов составляет 10...50 МПа.

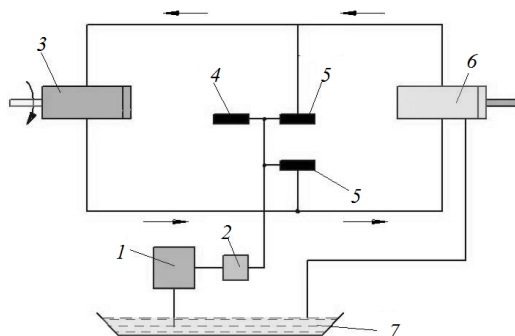


Рис. 1.6. Схема гидрообъемного преобразователя:

1 – насос для подпитки системы; 2 – фильтр; 3 – насос переменной производительности; 4 – сливной клапан; 5 – клапаны; 6 – гидромотор; 7 – бак

При вращении коленчатого вала двигателя через кривошип и шатун перемещается поршень гидронасоса. Жидкость из гидронасоса через трубопровод подается в цилиндр гидродвигателя, перемещает поршень и через шатун и кривошип приводит во вращение ведущее колесо.

Основными рабочими элементами гидрообъемного преобразователя служат насос 3 (рис. 1.6) и гидромотор 6, соединенные между собой трубопроводами. Насос 3 связан с коленчатым валом двигателя, а гидромотор непосредственно или через промежуточную передачу – с ведущими колесами. Рабочая жидкость, заполняющая систему, циркулирует (показано стрелками) в замкнутом контуре: насос – трубопроводы – гидромотор.

Поступившее в гидромотор масло приводит во вращение выходной вал и создает момент, необходимый для привода ведущих колес.

Насос 1, фильтр 2, клапаны 5 и бак 7 обеспечивают постоянную циркуляцию масла в замкнутом контуре и образуют систему питания. Благодаря сливному клапану 4 поддерживается постоянство рабочего давления в системе.

В настоящее время увеличивается переход на массовый выпуск тракторов с гидрообъемной трансмиссией, и прежде всего садово-огородных, предназначенных для работы с активными рабочими орга-

нами сельскохозяйственных машин. В трансмиссиях микротракторов уже более 15 лет используются как простейшие схемы гидрообъемных трансмиссий с нерегулируемыми гидромашинами и дроссельным регулированием скорости, так и современные передачи с объемным регулированием.

## **2. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ**

Сцепления тракторов и автомобилей служат для передачи крутящего момента двигателя, временного отсоединения двигателя от трансмиссии и плавного их соединения. Такая необходимость возникает при трогании с места, переключении передач, кратковременной остановке машины, а также при получении малых (ползучих) скоростей. Сцепления устанавливаются между двигателем и коробкой передач.

Конструкция сцеплений должна обеспечивать следующие основные требования:

- надежно передавать крутящий момент двигателя ведущему валу трансмиссии;
- обеспечивать полное (чистое) включение и выключение сцепления;
- ведомая часть сцепления должна обладать небольшим моментом инерции, чтобы максимально снижать ударные нагрузки на зубья шестерен;
- поддерживать допустимый тепловой режим работы во избежание перегрева и обгорания поверхностей трения;
- надежно предохранять детали трансмиссии от перегрузок; обеспечивать гашение высокочастотных крутильных колебаний, вызываемых работой двигателя; быть легким и удобным в управлении.

По способу передачи крутящего момента сцепления делятся на фрикционные, гидравлические и электрические. В практике современного сельскохозяйственного автотракторостроения распространение получили первые два типа сцеплений. Электрические муфты не получили распространения, так как из-за остаточного магнетизма в них трудно обеспечить чистоту выключения. Механические дисковые сцепления тракторов и автомобилей делятся по некоторым основным признакам (рис. 2.1).

*По роду трения* дисковые сцепления делятся на «сухие» и «мокрые». Диски первых работают в сухих корпусах без смазки, а диски «мокрых» сцеплений работают в масле. Они сложнее, но имеют боль-

ший моторесурс. Для тракторов с мощностью двигателя до 100 кВт целесообразно применять «сухие» сцепления, а свыше 100 кВт «мокрые».

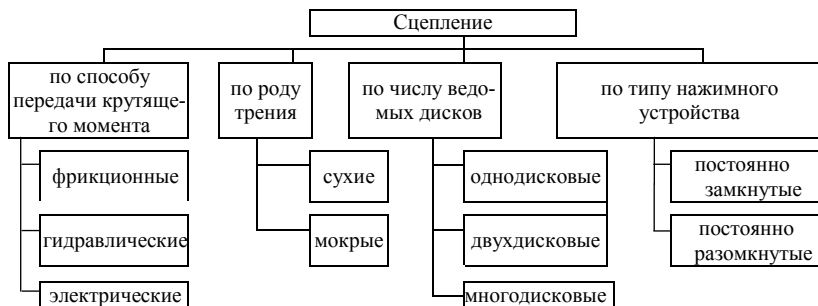


Рис. 2.1. Классификация автотракторных сцеплений

По числу ведомых дисков сцепления разделяются на однодисковые, двухдисковые и многодисковые. На сухих муфтах применяют не более двух дисков, а на мокрых – не более пяти. Это объясняется неравномерностью распределения давления по поверхности дисков.

По типу нажимного устройства различают сцепления постоянно замкнутые, если нажимной механизм пружинного типа, и непостоянно замкнутые, когда нажимной механизм рычажно-пружинного типа. В первых давление создается пружинами, постоянно прижимающими диски друг к другу. В рычажнопружинных сцеплениях давление на диски создается нажимным механизмом и сохраняется за счет сил упругих деформаций рычажной системы механизма включения.

Выбор сцепления определяется типом и назначением машины в целом и условиями ее эксплуатации. Важным фактором надежности работы сцепления является тепловой режим. Для отвода и рассеивания тепла применяют массивные ведущие диски, вентиляционные отверстия, оребрение поверхностей, предохранение трущихся деталей от попадания абразива.

На сельскохозяйственных тракторах и автомобилях применяют постоянно замкнутые сцепления (рис. 2.2).

Сцепление (рис. 2.2, а) устанавливают на маховике 1 (традиционная компоновка). К ведущей части сцепления относится маховик, кожух 12 и соединенный с ними нажимной диск 3. Ведомая часть состоит из ведомого диска 2 и вала 5. Ведомый и нажимной диски прижима-

ются к маховику пружинами 4, упирающимися в кожух 11. Пружины (от 9 до 19 штук) создают нажимное усилие 8...10 кН. При отпущенной педали сцепления пружины прижимают поверхности трения друг к другу, поэтому сцепление называется постоянно замкнутым. Диски разъединяются механизмом управления. В него входят педаль сцепления, тяга 9, вилка выключения сцепления 10, выжимная муфта 8 с подшипником, выжимные рычаги 7, закрепленные шарнирно на стойках, и тяги 6, соединенные с нажимным диском. При нажатии на педаль выжимная муфта поворачивает рычаги 7 и нажимной диск 3 отводится от маховика, преодолевая силу нажимных пружин и сцепление выключается (не передает крутящий момент).

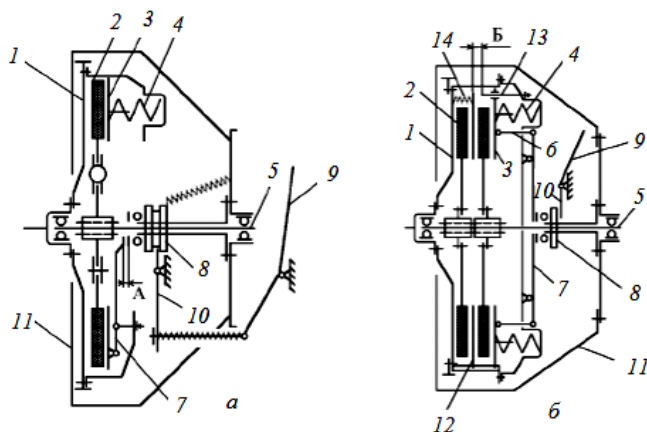


Рис. 2.2. Схемы муфт сцепления: *a* – однодисковые; *б* – двухдисковые;  $A = 2...4$  мм;  $B = 1...2$  мм; 1 – маховик; 2 – ведомый диск; 3 – нажимной диск; 4 – нажимная пружина; 5 – ведомый вал; 6 – оттяжной палец; 7 – оттяжной рычаг; 8 – выжимная муфта с подшипником; 9 – тяга педали сцепления; 10 – вилка выключения сцепления; 11 – кожух; 12 – промежуточный диск; 13 – регулировочный болт промежуточного диска; 14 – отжимная пружина промежуточного диска

Однодисковые муфты отличаются высокой «чистотой» выключения (зазор между поверхностями дисков 0,8...1 мм). Их использование, как правило, ограничено передачей крутящего момента до  $M_k = 700...800$  Н м. Зазор  $A$  необходим для компенсации износа трущихся поверхностей. В случае их износа рычаги 7 не должны упираться в выжимную муфту 8. Это вызовет снижение сжатия нажимных

дисков и соответственно момента трения муфты, а также быстрый износ выжимного подшипника.

По числу ведомых дисков фрикционные сцепления делятся на одно- и двухдисковые (рис. 2.2, б). Двухдисковые сцепления устанавливаются на тракторах и грузовых автомобилях для передачи большого крутящего момента.

Принцип работы двухдискового сцепления аналогичен принципу работы однодискового сцепления. Двухдисковые сцепления обеспечивают более плавное включение, но в них труднее осуществить необходимую чистоту отключения. Возможные перекосы и заклинивание дисков 2 и 12 (рис. 2.2, б) на валу могут привести к неполному выключению сцепления. Чтобы этого не произошло, промежуточный диск 12 от маховика отжимается пружинами 14, а его перемещение вправо ограничено болтом 13. Таким образом, оба ведомых диска оказываются незажатыми и сцепление при правильной регулировке достаточно чисто разъединяет двигатель и трансмиссию.

В качестве фрикционных элементов применяются накладки на основе полиамидных, углеродных волокон и металлокерамики.

Управление сцеплением осуществляется механической (рис. 2.2) или гидравлической системой привода. Гидравлический привод имеет главный и рабочий цилиндры. Давление в главном цилиндре, создаваемое при нажатии водителем на педаль, передается по трубкам в рабочий цилиндр. Под давлением жидкости поршень рабочего цилиндра перемещается и своим штоком воздействует на вилку выключения 10.

Усилие на педали сцепления сельскохозяйственных тракторов ограничивается величиной 120 Н. Если механической или гидравлической системами невозможно получить требуемое передаточное число от педали до вилки выключения, то в приводе сцепления устанавливается усилитель. Усилители бывают механические (пружинные), гидравлические, пневматические, пневмогидравлические.

*Однодисковое сцепление с периферийным расположением пружин.*

На автомобилях ЗИЛ-431410, ЗИЛ-5301 «Бычок» (рис. 2.3), ГАЗ-3307, ГАЗ-3102, ГАЗ-3110 «Волга», автобусах ПАЗ-3205, ГАЗ-2217 «Соболь» и других устанавливают однодисковые фрикционные сцепления с периферийными нажимными пружинами. В качестве нажимного устройства в таких сцеплениях может использоваться несколько цилиндрических пружин с периферийным расположением по окружности нажимного диска.

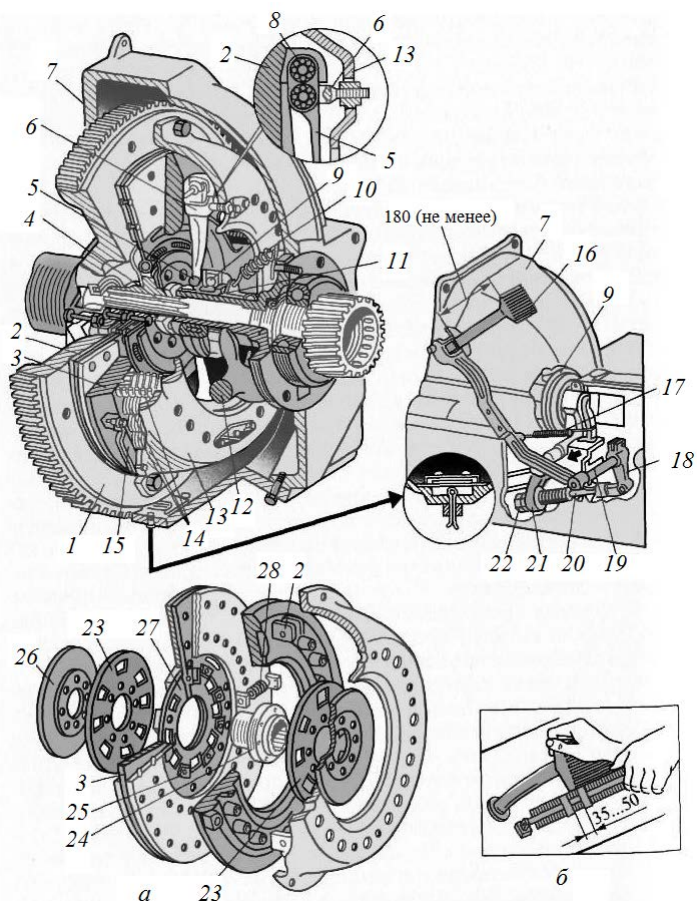


Рис. 2.3. Сцепление автомобиля ЗИЛ-431410, ЗИЛ -5301 «Бычок»: *а* – устройство; *б* – привод сцепления; 1 – маховик; 2 – нажимной диск; 3 – ведомый диск; 4 – ведущий вал; 5 – рычаги; 6 – опорные вилки; 7 – картер; 8 – игольчатые подшипники; 9 – выжимной подшипник; 10 – оттяжная пружина; 11 – муфта; 12 – вилка выключения сцепления; 13 – кожух сцепления; 14 – нажимные пружины; 15 – пластинчатые пружины; 16 – педаль сцепления; 17 – оттяжная пружина; 18 – рычаг; 19 – вал сцепления; 20 – тяга; 21 – рычаг; 22 – гайка; 23 – стальной диск; 24 – фланец ступицы ведомого диска; 25 – фрикционные пластины; 26 –маслоотражатель; 27 – стальное кольцо; 28 – пружины

Сцепление с такими пружинами отличается достаточно высоким нажимным усилием и простотой обслуживания и применяются на тракторах с мощностью двигателя до 100 л.с. Сцепления автомобилей

ЗИЛ-431410 и ЗИЛ-5301 имеют одинаковое устройство. Сцепление расположено в чугунном картере 7 (рис. 2.3, а), установленном на блоке цилиндров. Ведущая часть сцепления включает в себя маховик 1, нажимной диск 2 и кожух 13, прикрепленный к маховику болтами. К нажимному диску при помощи игольчатых подшипников крепятся рычаги 5, установленные на пальцах опорных вилок 6, закрепленных гайками в кожухе сцепления. По окружности кожуха расположены 16 нажимных пружин 14, под которые со стороны нажимного диска подложены теплоизоляционные шайбы, уменьшающие передачу теплоты к пружинам, теряющим при нагреве свои упругие свойства.

Ведомая часть сцепления состоит из ведомого диска 3, ступицы 24 и ведущего вала 4 коробки передач. С обеих сторон к ведомому диску прикреплены фрикционные накладки из медно-асбестовой плетенки или другой металлоасбестовой композиции, обладающей высокими фрикционными свойствами. Со ступицей 24 ведомый диск соединяется при помощи пружин 28, которые являются составной частью пружинно-фрикционного гасителя крутильных колебаний (демпфера).

Гаситель крутильных колебаний уменьшает крутильные колебания, возникающие из-за неравномерности вращения коленчатого вала двигателя, при резких изменениях частоты вращения валов трансмиссии, движении автомобиля по неровностям дороги, резком включении сцепления и т. д. Эффективное уменьшение (гашение) крутильных колебаний повышает долговечность механизмов трансмиссии, особенно зубчатых передач и карданных валов.

Рассмотрим устройство гасителя крутильных колебаний. К ведомому диску 3 заклепками крепится стальное кольцо 27, на котором с обеих сторон размещено восемь пар стальных фрикционных пластин 25. Два стальных диска 23 с прямоугольными окнами жестко крепятся к фланцам ступицы 24 ведомого диска вместе с маслоотражателями 26. Диски 23 конструктивно выполнены так, что они с некоторым усилием прижимаются к фрикционным пластинам 25. Восемь пружин 28 установлены в прямоугольных окнах, расположенных по окружности стальных дисков 23 и стального кольца 27. Концы пружин упираются в стальные пластины, размещенные в прямоугольных окнах.

При такой установке пружин ведомый диск 3 центрируется по наружному диаметру ступицы 24 и может поворачиваться вокруг нее на определенный угол в обе стороны, сжимая при этом пружины 28. Угол поворота ведомого диска ограничивается сжатием пружин до соприкосновения витков. При перемещении ведомого диска возникает

сила трения между стальными дисками 23 и фрикционными пластинами 25, что приводит к гашению (уменьшению) крутильных колебаний, возникающих на валах трансмиссии при резких изменениях их частоты вращения.

Гаситель крутильных колебаний способствует также более плавному нарастанию сил трения и крутящего момента во фрикционном сопряжении сцепления в момент начала движения автомобиля или при переключении передач, обеспечивая тем самым (даже при быстром отпуске педали сцепления) сравнительно легкое включение сцепления.

Управление сцеплением осуществляется при помощи механизма выключения, привод которого может быть механическим или гидравлическим. Для облегчения пользования сцеплением иногда в механический привод встраивают вакуумный или пневматический усилители (автомобиль МАЗ-5335).

*Механизм выключения сцепления* состоит из муфты 11 с выжимным подшипником 9 и четырех рычагов 5. Перемещение муфты с подшипником по направляющей осуществляетсявилкой 12 выключения сцепления, к которой муфта прижимается оттяжной пружиной 10. При этом подшипник 9 отжимается от рычагов 5 на 1,5–3,0 мм, что соответствует свободному ходу педали сцепления 35–50 мм (рис. 2.3, б). При меньшем зазоре подшипник во время работы двигателя может постоянно или периодически нажимать на рычаги, вызывая пробуксовку сцепления и увеличивая тем самым изнашивание фрикционных накладок и подшипника. При большом зазоре сцепление полностью не выключается, в результате чего появляется шум зубчатых колес в коробке передач при переключениях с одной передачи на другую. Зазор регулируют гайкой 22, изменяя рабочую длину тяги 20 с установленной на ней пружиной.

*Привод механизма выключения сцепления* механический, смонтирован на левом лонжероне рамы и соединен при помощи рычагов и тяг свилкой 12 выключения сцепления. При нажатии на педаль 16 сцепления ее вал 19 поворачивается и через рычаг 18, тягу 20 и рычаг 21 действует навилку 12, а через нее на муфту 11 и выжимной подшипник. В результате этого муфта вместе с подшипником перемещается и нажимает на внутренние концы рычагов 5, которые, опираясь средней частью на пальцы опорнойвилки 6, отводят своими наружными концами нажимной диск от ведомого.

После прекращения нажатия на педаль и при плавном ее отпуске муфта с подшипником под действием пружины 10 и педаль привода под действием оттяжной пружины 17 возвращаются в исходное

положение. В момент включения сцепления крутящий момент от маховика передается к кожуху 13, а от него через четыре пары пластинчатых пружин 75 на нажимной диск. При этом под действием нажимных пружин 14 ведомый диск надежно зажимается между рабочими плоскостями маховика и нажимного диска. Таким образом, крутящий момент от маховика двигателя через ведомый диск и его шлицевое соединение передается в коробку передач и далее к другим агрегатам трансмиссии.

*Ододисковые сцепления с мембранной пружиной.*

Мембранная пружина применяется в сцеплениях легковых автомобилей семейств ГАЗ-3110, ВАЗ-2110, ИЖ-21261 (рис. 2.4) и других, а также в сцеплениях грузовых автомобилей особо малой массы, и на тракторах с мощностью двигателя до 100 л.с. (Беларус-80/82/923/892/952).

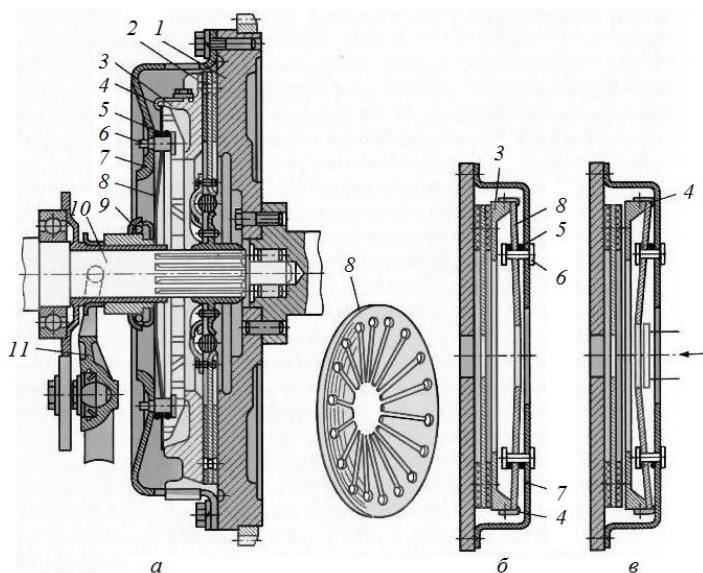


Рис. 2.4. Сцепление с мембранной пружиной:

- a* – продольный разрез; *б* – сцепление включено; *в* – сцепление выключено:  
 1 – маховик; 2 – ведомый диск с гасителем крутильных колебаний; 3 – нажимной диск;  
 4 – фиксаторы; 5 – кольцо; 6 – ступенчатая заклепка; 7 – кожух сцепления;  
 8 – мембранная пружина; 9 – выжимной подшипник; 10 – ведущий вал;  
 11 – вилка выключения сцепления

Особенностью такого сцепления является то, что в нем функции нажимных пружин и рычагов, отводящих нажимной диск, выполняет

мембранная пружина. В свободном состоянии она имеет форму тарельчатого диска в виде усеченного конуса. От отверстий у вершины конуса идут радиальные прорезы, образующие 18 лепестков, выполняющих роль выжимных рычагов сцепления.

К преимуществам такой пружины следует отнести то, что она способствует созданию более равномерного и постоянного давления на нажимной диск, а также поддержанию заданного крутящего момента во фрикционном сопряжении по мере изнашивания накладок ведомого диска.

Сцепление с мембранной пружиной (рис. 2.4, а) состоит из двух неразборных в процессе эксплуатации частей. В одну из них входит кожух 7 с установленными в нем мембранной пружиной 8 и нажимным диском 3, а в другую – ведомый диск 2 с гасителем крутильных колебаний. Кожух центрируется относительно маховика 1 на штифтах и крепится к нему болтами. Крутящий момент от кожуха к нажимному диску передается через три упругие пластины. С внутренней стороны кожуха при помощи ступенчатых заклепок 6 установлены два кольца 5, которые являются опорами для мембранной пружины 8. Располагаясь между кольцами, мембранная пружина имеет возможность прогибаться относительно их. При включенном сцеплении (рис. 2.4, б) мембранная пружина 8 благодаря своей форме и установке между опорными кольцами нагружает нажимной диск 3, надежно зажимая ведомый диск между ним и плоскостью маховика, в результате чего крутящий момент передается на ведущий вал 10 (см. рис. 2.4, а) коробки передач.

При нажатии на педаль сцепления вилка 11 выключения сцепления перемещает расположенный на муфте выжимной подшипник 9, который через специальное фрикционное кольцо перемещает центральную часть мембранной пружины в сторону маховика (рис. 2.4, в). При этом наружная часть пружины удаляется от маховика и при помощи фиксаторов 4 перемещает за собой нажимной диск, освобождая при этом ведомый диск. Передача крутящего момента на ведущий вал коробки передач прекращается.

Широкое распространение на легковых автомобилях и автобусах, на тракторах Беларус-922/923/952 и тракторах с мощностью двигателя свыше 150 л.с. получил гидравлический привод сцепления, так как он обеспечивает более плавное нарастание момента трения между фрикционными поверхностями деталей сцепления в момент начала движения автомобиля, а также при переключении передач.

*Гидравлический привод сцепления* легковых автомобилей ГАЗ (ГАЗ-3110, -31029 и др.) состоит из резервуара 1 (рис. 2.5), главного

цилиндра 2 с поршнем 3 и рабочего цилиндра 28, поршень 27 которого через толкатель 23 перемещает вилку 22 выключения сцепления.

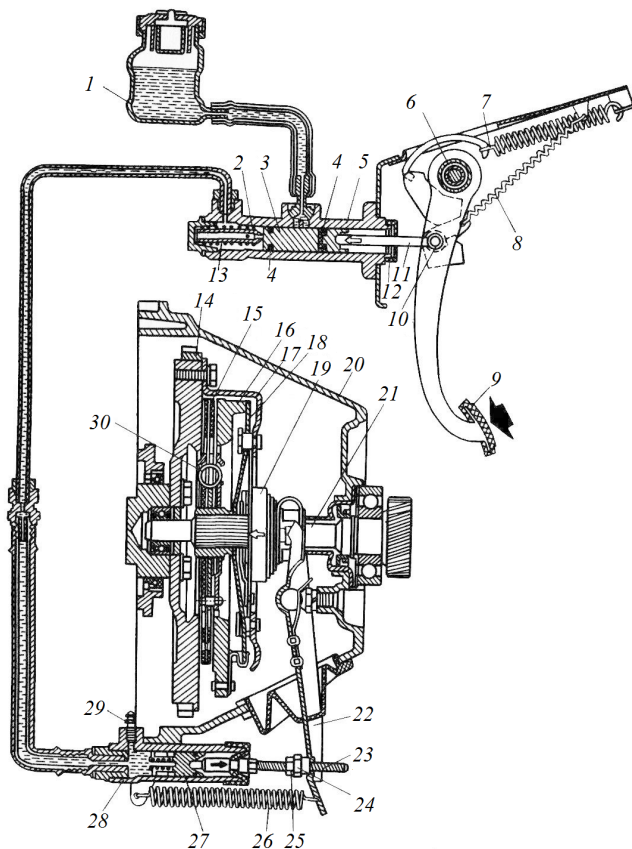


Рис. 2.5. Сцепление с диафрагменной пружиной и гидравлическим приводом (в положении выключено): 1 – бачок с тормозной жидкостью; 2 – главный цилиндр; 3 – поршень главного цилиндра; 4 – уплотнительное кольцо; 5 – поршень толкателя; 6 – ось педали; 7 – усилительная пружина; 8 – оттяжная пружина; 9 – педаль; 10 – ось толкателя; 11 – толкатель; 12 – стопорное кольцо; 13 – пружина поршня; 14 – маховик; 15 – ведомый диск; 16 – нажимной диск; 17 – кожух; 18 – диафрагменная пружина; 19 – муфта выключения сцепления; 20 – картер сцепления; 21 – первичный вал коробки передач; 22 – вилка выключения сцепления; 23 – толкатель вилки; 24 – регулировочная гайка; 25 – контргайка; 26 – оттяжная пружина; 27 – поршень; 28 – рабочий цилиндр; 29 – клапан прокачки гидропривода; 30 – демферная пружина

Главный и рабочий цилиндры соединены трубопроводом. Когда педаль 9 отпущена, диафрагменная пружина воздействует на диск 16 и ведомый диск оказывается зажатым между плоскостью маховика и нажимным ведущим диском. При этом ведомый диск за счет сил трения будет вращаться вместе с маховиком и нажимным диском, передавая крутящий момент через ступицу на первичный вал 21 коробки передач. Крутящий момент двигателя через ведомый диск передается к ступице через демпферные пружины 31. При изменении передаваемого крутящего момента происходит угловое перемещение ведомого диска относительно его ступицы 36 и пластины 30 демпфера. Гашение крутильных колебаний достигается при этом за счет сил трения, действующих на фрикционные кольца 35, и упругости демпферных пружин. Последние, кроме того, способствуют более плавному включению сцепления при трогании автомобиля.

При нажатии на педаль сцепления толкатель 11 перемещает поршень 3 главного цилиндра 2. В его полости создается избыточное давление рабочей жидкости, которое передается на поршень 27 рабочего цилиндра 28. Под действием давления жидкости поршень рабочего цилиндра через толкатель 23 перемещает вилку 22 включения сцепления, а последняя – муфту 19 выключения сцепления в сторону маховика. Диафрагменная пружина 18, выгибаясь, отводит нажимной ведущий диск от маховика. Ведомый диск освобождается, и передача крутящего момента на первичный вал коробки передач прекращается. При отпуске педали все детали привода возвращаются в исходное положение под действием оттяжной пружины 26. Диафрагменная пружина 18 выгибается и снова зажимает ведомый диск между ведущим диском и маховиком, обеспечивая передачу крутящего момента на первичный вал коробки передач.

Свободный ход педали, проверяемый по центру ее площадки, должен составлять 25–35 мм. Для его регулирования необходимо ослабить контргайку 25 и, повернув гайку 24 и изменив положение вилки 22 относительно толкателя 23, опять затянуть контргайку 25.

Попавший в систему воздух удаляется (прокачкой) через перепускной клапан, установленный на корпусе рабочего цилиндра.

#### *Двухдисковые сцепления.*

На автомобилях МАЗ, тракторах с мощностью двигателя 100 л.с. и выше устанавливают двухдисковые фрикционные сцепления с периферийным расположением пружин.

Сцепление автомобиля МАЗ-5335 (рис. 2.6) установлено в картере 5. К ведущим деталям сцепления относятся маховик 13, ведущий

диск 1, нажимной диск 4 и кожух 6. Ведущий и нажимной диски имеют на наружной поверхности по четыре шипа, которые входят в пазы приливов, расположенных на цилиндрической поверхности маховика, и передают на ведомые диски крутящий момент от двигателя. Одновременно обеспечивается возможность осевого перемещения дисков 1 и 4.

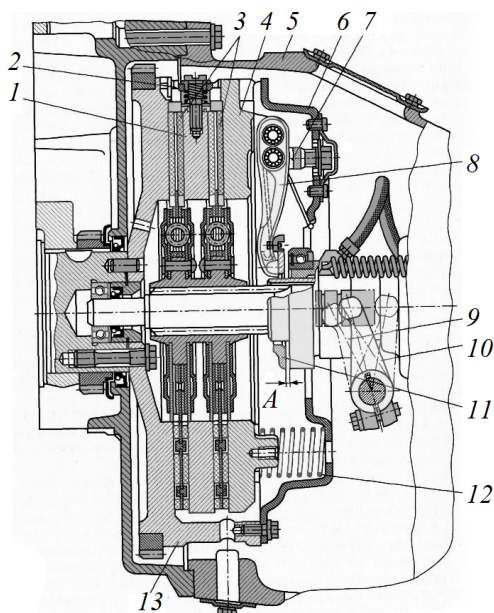


Рис. 2.6. Двухдисковое фрикционное сцепление автомобиля МАЗ -5335:  
 1 – ведущий диск; 2 – рычажный механизм; 3 – ведомый диск; 4 – нажимной диск;  
 5 – картер; 6 – кожух сцепления; 7 – опорные вилки; 8 – рычаги; 9 – муфта выключения;  
 10 – вилка выключения; 11 – опорное кольцо; 12 – пружина; 13 – маховик

*Механизм выключения сцепления* состоит из рычагов 8, соединенных наружными концами с нажимным диском 4, а в средней части – с опорными вилками 7, которые установлены в кожухе 6, упорного кольца 11 рычагов выключения сцепления, муфты 9 выключения с подшипником и вилки выключения 10.

При включенном сцеплении крутящий момент передается от маховика через шипы на средний ведущий и нажимной диски, затем на фрикционные накладки ведомых дисков и через гасители крутильных

колебаний на их ступицы, которые установлены на ведущем валу коробки передач. Когда сцепление включено, упорное кольцо 11 рычагов выключения отходит от подшипника муфты 9 выключения. При этом образуется зазор *A*, равный 3,0–3,2 мм, обеспечивающий полноту включения сцепления.

При выключении сцепления муфта выключения с подшипником 9 через упорное кольцо 11 воздействует на внутренние концы рычагов 8, которые поворачиваются на игольчатых подшипниках опорных вилок 7. Наружные концы рычагов при этом оттягивают нажимной диск 4 от заднего ведомого диска 3. Средний ведущий диск 1 при помощи автоматического рычажного механизма 2, смонтированного на диске, самоустанавливается в среднее положение между торцами нажимного диска 4 и маховика 13, освобождая передний ведомый диск 3. Таким образом, между ведущими и ведомыми дисками сцепления при полном его выключении образуются зазоры, которые обеспечивают разъединение ведущих и ведомых деталей.

У тракторов Беларус-1025/1220/1221/1222/1523/2022 установлено сухое, двухдисковое сцепление, постоянно замкнутого типа (рис. 2.7) устройство которого аналогично описанному выше.

Величина свободного хода управления сцеплением должна быть в пределах 30–40 мм, что соответствует зазору 3 мм между выжимным подшипником 5 и отжимным рычагом 4 (рис. 2.7). Свободный ход педали регулируют изменением длины тяги 1:

- отсоедините тягу 1 от рычага 2, расшплинтовав и вынув палец 6;
- вывинчивая болт 11, верните педаль в исходное положение до упора в полк кабины;
- поверните рычаг 2 против часовой стрелки до упора выжимного подшипника 5 в отжимные рычаги 4 и, вращая вилку 7 тяги 1, совместите отверстия рычага и вилки, после чего заверните вилку 7 на 5–5,5 оборотов и соедините с рычагом при помощи пальца 6;
- убедитесь в том, что педаль сцепления надежно возвращается до упора в полк. При зависании педали в промежуточном положении отрегулируйте усилие пружины сервоустройства с помощью болта 11 или замените положение кронштейна 12, повернув его относительно оси болта 13 крепления.

Регулировка свободного хода педали сцепления показана на рис. 2.8.

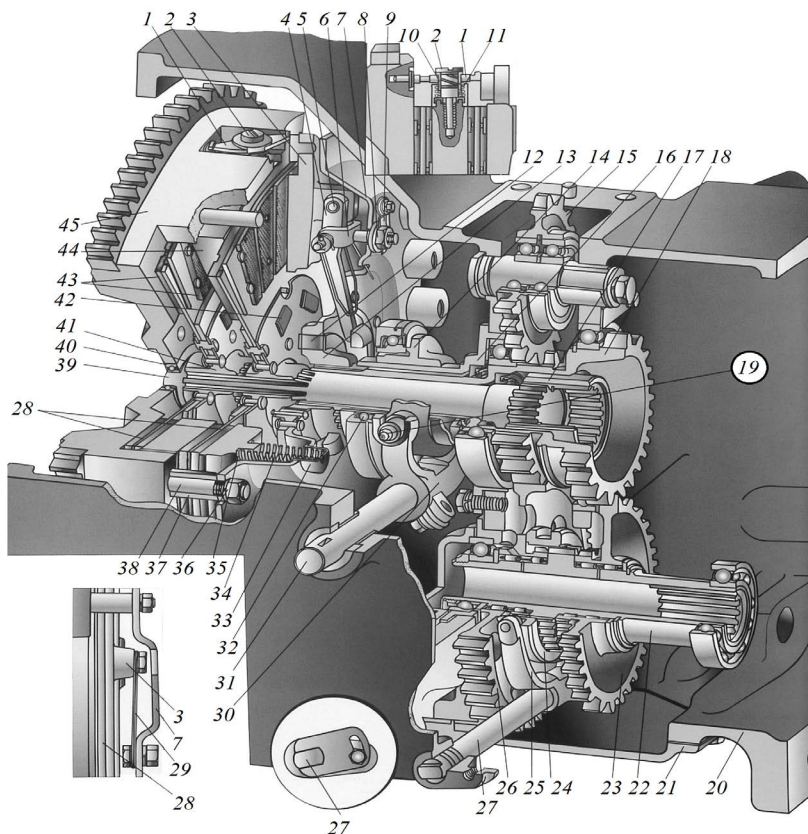


Рис. 2.7. Сцепление трактора Беларусь 1221:

1 – отжимной рычаг; 2 – ось отжимного рычага; 3 – нажимной диск; 4 – отжимной рычаг; 5 – ось; 6 – опорная вилка; 7 – опорный диск; 8 – регулировочная гайка; 9 – стопорная пластина; 10 – втулка; 11 – пружина; 12 – упругий элемент опорного диска; 13 – ступица привода ВОМ; 14 – отводка; 15 – шестерня привода насоса гидросистемы; 16 – кронштейн отводки; 17 – шлицевая втулка; 18 – ведущий вал привода независимого ВОМ; 19 – масленка; 20 – корпус сцепления; 21 – крышка люка; 22 – вал привода ВОМ; 23 – шестерня привода ВОМ II ступени; 24 – зубчатая муфта переключения скоростей ВОМ; 25 – вилка переключения скоростей ВОМ; 26 – шестерня привода ВОМ I ступени; 27 – вал переключения двухскоростного привода ВОМ; 28 – ведомый диск в сборе; 29 – тангенциальные пластины; 30 – вилка выключения сцепления; 31 – вал выключения сцепления; 32 – выжимной подшипник отводки; 33 – стакан пружины; 34 – нажимная пружина; 35 – термоизолирующая шайба; 36 – гайка крепления опорного диска; 37 – дистанционная втулка; 38 – палец крепления опорного диска; 39 – силовой вал; 40 – подшипник; 41 – ступица ведомого диска; 42 – демпфер; 43 – фрикционные накладки; 44 – диск промежуточный; 45 – маховик

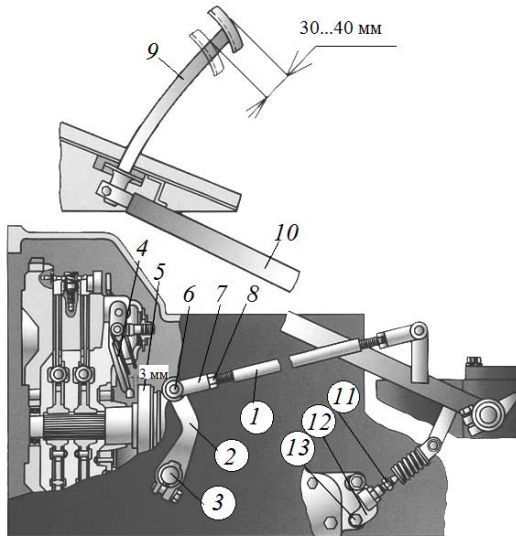


Рис. 2.8. Регулировка свободного хода педали сцепления:  
 1 – тяга; 2 – рычаг; 3 – вал выключения сцепления; 4 – отжимной рычаг; 5 – выжимной подшипник отводки; 6 – палец; 7 – вилка; 8 – контргайка;  
 9 – стержень педали сцепления; 10 – рычаг; 11 – болт; 12 – кронштейн; 13 – болт

Трактор Беларус-1221В имеет привод сцепления с реверсивным постом управления – гидростатический с подвесными клапанами (рис. 2.9).

Выключение сцепления на переднем ходу производится напольной педалью 1 действующей на рабочий цилиндр 2 гидроусилителя 6 и далее на тягу 9 и рычаг 10 валика вилок выключения сцепления. Гидроусилитель снижает усилие на педали при выключении сцепления и обеспечивает перемещения рычага 10 пропорционально ходу педали.

При отпуске педали все элементы возвращаются в исходное положение оттяжными пружинами 4 и 8. Для работы гидроусилителя используется сливной поток масла, подводимого от насоса-дозатора ГОРУ 26 по маслопроводу 12. Пройдя через гидроусилитель, масло по отводящему маслопроводу 11 сливается в бак ГОРУ 25. При неработающем дизеле управление функционирует как механическое.

Для управления сцеплением на реверсе применен гидростатический привод, который состоит из подвесной педали 14 с оттяжной пружиной 13, главного цилиндра 21, маслопровода 22 и рабочего цилиндра 2 с

тягой. Педаль 14, установленная на оси 16 кронштейна 18 на задней стенке кабины, передает усилие на толкатель главного цилиндра 21. Рабочие полости главного цилиндра 21 и рабочего цилиндра 2 с тягой сообщены между собой между собой маслопроводами 5 и 22.

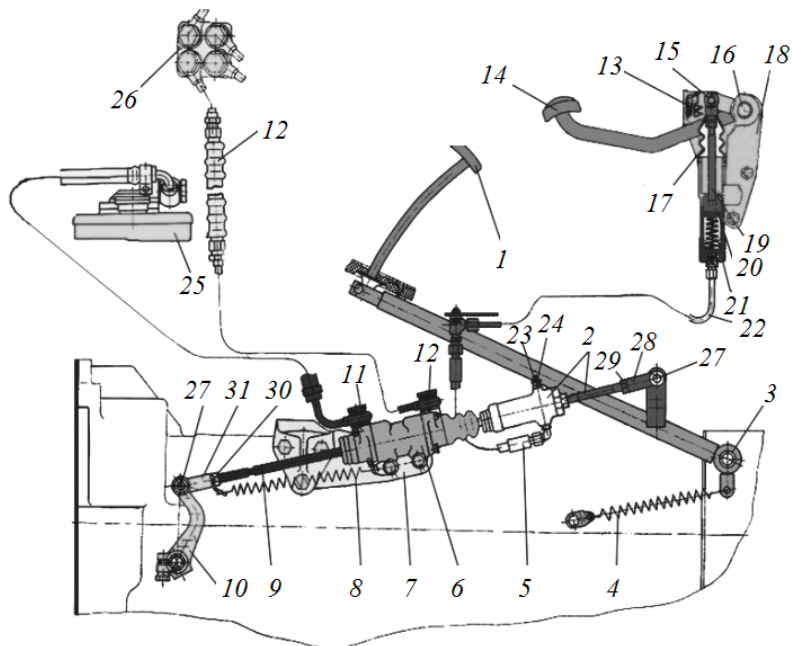


Рис. 2.9. Гидростатический привод сцепления реверсивного трактора:

1 – педаль сцепления; 2 – рабочий цилиндр с тягой; 3 – ось; 4, 8 – оттяжные пружины; 5 – шланг; 6 – гидроусилитель; 7 – кронштейн; 9 – тяга; 10 – рычаг; 11 – маслопровод отводящий; 12 – маслопровод подводящий; 13 – пружина; 14 – педаль подвесная; 15 – палец; 16 – ось; 17 – чехол; 18 – кронштейн; 19 – шток; 20 – поршень; 21 – главный цилиндр; 22 – маслопровод; 23 – колпачок; 24 – клапан перепускной; 25 – масляный бак ГОРУ; 26 – насос-дозатор ГОРУ; 27 – палец; 28 – вилка; 29, 30 – контргайки; 31 – вилка

При перемещении педали 14 жидкость под действием поршня через маслопровод 22 и шланг 5 перемещает толкатель гидроусилителя 6 связанного с поршнем рабочего цилиндра 2 и обеспечивает процесс выключения сцепления с небольшим усилием на педали 14. При этом корпус рабочего цилиндра с тягой 2 и напольная педаль 1 остаются в исходном положении.

### 3. КОРОБКА ПЕРЕМЕМЫ ПЕРЕДАЧ

*Коробка перемены передач* служит для изменения по величине и направлению передаваемого крутящего момента, длительного разъединения двигателя и трансмиссии во время стоянки или при движении автомобиля по инерции, а также для движения автомобиля задним ходом.

Чтобы понять, что такое «передача» немного отвлечемся от коробки перемены передач и рассмотрим просто шестерни. Шестерня – колесо с зубьями, которое закреплено на валу (рис. 3.1).

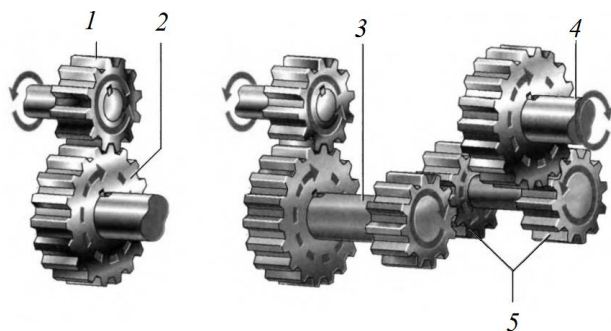


Рис. 3.1. Схема работы шестерен: 1 – ведущая шестерня; 2 – ведомая шестерня; 3 – промежуточный вал; 4 – ведомый вал; 5 – промежуточные шестерни заднего хода

Если вал вращается, то вращается и шестерня находящаяся на этом валу, своими зубьями заставляя вращаться находящуюся с ней в зацеплении вторую шестерню со своим валом. При этом (рис. 3.1) первая шестерня называется ведущей, а вторая – ведомой. Два сопряженных зубчатых колеса (меньшее из пары зубчатых колес называется *шестерней*, большее – *колесо*) передачи составляют пару вращения или передачу. Если внешние диаметры шестерен будут одинаковы, то оба вала, на которых находятся эти шестерни, будут вращаться с одинаковой угловой скоростью и передавать одинаковые крутящие моменты.

Пусть ведомая шестерня в два раза больше (количество зубьев соответственно тоже в два раза больше), то при одном обороте ведущей шестерни ведомая сделает только половину оборота, т. е. вращаться она будет в два раза медленнее (рис. 3.2). Но при этом усилие, с которым вращается ее вал, будет в два раза большим. И наоборот, если ведомая шестерня в два раза меньше ведущей, то вращаться она будет

в два раза быстрее, но в два раза «слабее», т. е. во сколько раз диаметр ведомой шестерни больше диаметра ведущей, во столько раз меньше ее скорость и большее усилие на ней, и наоборот.

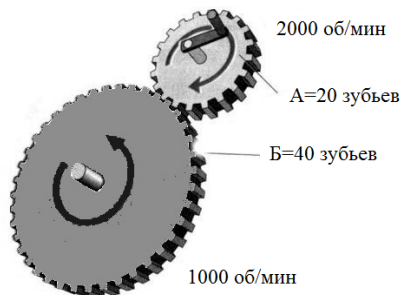


Рис. 3.2. Схема работы шестерен

*Передаточным числом зубчатой передачи* называется отношение числа зубьев колеса к числу зубьев шестерни или обратное отношение их частот вращения. Если в передаче участвует несколько пар зубчатых колес, то общее передаточное число равно произведению передаточных чисел этих пар.

Таким образом, двигатель создает усилие, или крутящий момент, на маховике. Маховик вращается, и через сцепление и первичный валик коробки передач поступает на ведущую шестерню. К ведущей шестерне присоединяются в зацепление шестерни различного диаметра, и на ведомом валу получаются различные скорости вращения и крутящие моменты (усилия). А если надо, чтобы вал вращался в обратную сторону (например, движение задним ходом), то в зацепление входит валик заднего хода с двумя одинаковыми шестернями 5 (рис. 3.1). При вращении он ничего не добавляет (число зубьев в парах одинаковое), а просто меняет направление вращения.

Трактор в процессе эксплуатации должен агрегатироваться с большим комплексом машин-орудий, имеющих широкий диапазон тяговых сопротивлений и требуемых скоростей. При этом желательно, чтобы двигатель работал в оптимальном режиме загрузки, когда работа машинно-тракторного агрегата (МТА) наиболее производительна и экономична. Кроме того, трактор должен иметь возможность двигаться задним ходом и длительное время стоять на месте в процессе работы.

При использовании на автомобиле или тракторе в качестве источника энергии двигателя внутреннего сгорания эти требования можно

обеспечить только при условии, что конструкцией предусмотрена возможность изменения передаточных чисел трансмиссии. Основная роль в изменении передаточных чисел отводится коробке перемены передач (рис. 3.3).

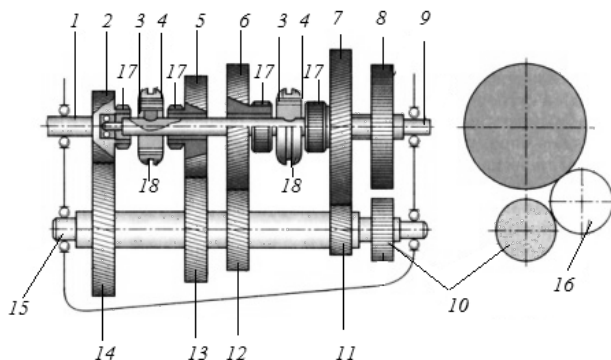


Рис. 3.3. Схема коробки передач с постоянно зацепленными шестернями:

- 1, 9 и 15 – первичный, вторичный и промежуточный валы;
- 2 и 14, 5 и 13, 6 и 12, 7 и 11 – пары постоянно зацепленных шестерен;
- 3 – зубчатая ступица; 4 – зубчатая муфта синхронизатора; 8 – ведомая шестерня заднего хода; 10 – ведущая шестерня заднего хода; 16 – промежуточная шестерня заднего хода; 17 – прямозубые венцы шестерен; 18 – синхронизатор

Таким образом, коробка перемены передач (КПП) должна обеспечивать максимальную загрузку двигателя на всех режимах работы, иметь высокие значения КПД, быть удобной в управлении, обеспечивать быстрое и безударное включение и выключение передач.

Набор валов и шестерен – основная рабочая часть любой коробки передач. «Начинается» коробка с ведущего вала, а «заканчивается» ведомым. Для уменьшения габаритов, в коробке передач применяется не одна, а несколько пар зацепления шестерен (действие в сумме аналогично паре шестерен). Поэтому в коробке есть промежуточный вал (может быть не один) с дополнительными шестернями. Шестерни могут скользить по валу для обеспечения различных зацеплений или закрепляться на них неподвижно

Коробка передач состоит из корпуса (картера), с крышкой набора валов и шестерен и механизма переключения передач. Для обильной смазки коробки перемены передач и одновременного их охлаждения в картер заливается специальное трансмиссионное масло.

Картер коробки передач отливается из легких сплавов, он является основой всей коробки и одновременно емкостью для хранения масла.

Чистое масло заливается через специальное отверстие, а отработавшее (грязное) через сливное отверстие снизу. Сверху имеется крышка.

По принципу действия коробки передач разделяют на *бесступенчатые* (гидромеханические, фрикционные и т. д.) и *ступенчатые* (механические).

На большинстве сельскохозяйственных тракторов и автомобилей устанавливают главным образом механические, *ступенчатые коробки передач*, представляющие собой зубчатый редуктор, в котором зубчатые колеса могут соединяться в различных сочетаниях, образуя ряд передач с разными передаточными числами.

Основными достоинствами механических ступенчатых коробок перемены передач (КПП) являются высокий КПД (0,96...0,98), малые размеры и масса, высокая надежность и простота в эксплуатации, невысокая стоимость. Шестеренчатые ступенчатые КПП могут быть с неподвижными в пространстве осями валов и планетарные. Первые принято называть вальными. Вальные коробки передач широко применяют как в механических, так и в гидромеханических трансмиссиях, а планетарные чаще используют как механический ступенчатый преобразователь крутящего момента в гидромеханических трансмиссиях.

Автотракторные коробки перемены передач имеют число ступеней от 5 до 16, в некоторых случаях на многоцелевых колесных тракторах устанавливаются коробки передач с 24 ступенями. Диапазон скоростей движения современного колесного сельскохозяйственного трактора находится в пределах от 0,03 до 9,5 м/с (0,1...34 км/ч).

Базовые коробки передач с двумя степенями свободы в нейтральном положении выполняются с числом передач от трех до шести. Чтобы получить нужную передачу, в такой коробке достаточно включить один элемент управления. Для получения большего числа ступеней применяют составные и многовальные коробки перемены передач, которые называются многоступенчатыми.

По способу зацепления шестерен различают коробки с подвижными шестернями (включение перемещением шестерен) и с шестернями (рис. 3.3) постоянного зацепления (переключение зубчатыми муфтами или синхронизаторами). Отдельную группу образуют коробки передач с фрикционным включением, их называют коробки передач с переключением на ходу. По взаимному расположению ведущего и ведомого валов коробки разделяют на соосные и несоосные. Соосными являются трехвальные коробки, имеющие прямую передачу, несоосными – двухвальные.

Большинство коробок передач механических трансмиссий устроены так, что каждая работающая зубчатая пара передает весь крутящий момент, идущий от двигателя.

Автомобильные механические коробки передач изготавливаются в основном по двух- или трехвальной схеме с параллельным расположением валов и имеют набор передач из косозубых и прямозубых колес. Отдельные передачи снабжаются синхронизаторами, т. е. механизмами, не допускающими зацепления зубчатых колес включаемой передачи до тех пор, пока они не будут вращаться с одинаковой частотой.

В зависимости от числа передач (ступеней) переднего хода ступенчатые коробки передач могут быть трех-, четырех-, пяти- и многоступенчатые, а в зависимости от числа передвижных зубчатых колес (шестерен) – двух-, трех-, четырехходовые. Многоступенчатые коробки передач имеют приставной редуктор-делитель, служащий для разбивки ступеней передаточных чисел. Например, применение делителя на автомобилях КамАЗ позволяет получить в сочетании с основной пятиступенчатой коробкой передач 10 передач переднего хода и две заднего. По числу подвижных элементов, при помощи которых осуществляется включение передач, различают одно-, двух- и трехходовые коробки передач.

#### *Четырехступенчатая коробка передач.*

Широко распространение на автомобилях ГАЗ-3307, -3308 «Садко» получили четырехступенчатые трехходовые коробки передач. По своему устройству они одинаковы, за исключением того, что в коробке передач автомобиля ГАЗ-3308 отсутствует привод спидометра (он установлен в раздаточной коробке). Коробка передач автомобиля ГАЗ-3307 состоит из картера 24 (рис. 3.4, а), крышки 2 с рычагом 1 и механизмом переключения передач (рис. 3.4 вид А–А), ведущего вала 21, изготовленного как одно целое с шестерней 23, ведомого вала 10, расположенного на одной оси с ведущим валом, синхронизатора 25, промежуточного вала 19 и блока 15 зубчатых колес заднего хода.

*Ведущий вал 21* с шестерней 23 установлен на двух подшипниках. Передний подшипник вала расположен в гнезде фланца коленчатого вала, а задний – в передней стенке картера 24. От осевого перемещения задний подшипник удерживается упорным кольцом, установленным в канавке его наружной обоймы, и крышкой 22, хвостовик которой служит для центрирования коробки передач со сцеплением.

*Ведомый вал 10* передним концом опирается на роликоподшипник, расположенный в выточке ведущего вала 21, а задним – на шарикоподшипник, закрепленный в картере 24 крышкой 8, внутри которой смонтирована червячная пара 9 привода спидометра. На шлицах ведомого вала установлено колесо 5 первой передачи и заднего хода. Колесо 4 второй и шестерня 3 третьей передач этого вала установлены свободно на бронзовых втулках. Колесо 4 второй передачи имеет на ступице зубчатый венец, а шестерня 3 третьей передачи, кроме того, имеет конус со стороны синхронизатора 25.

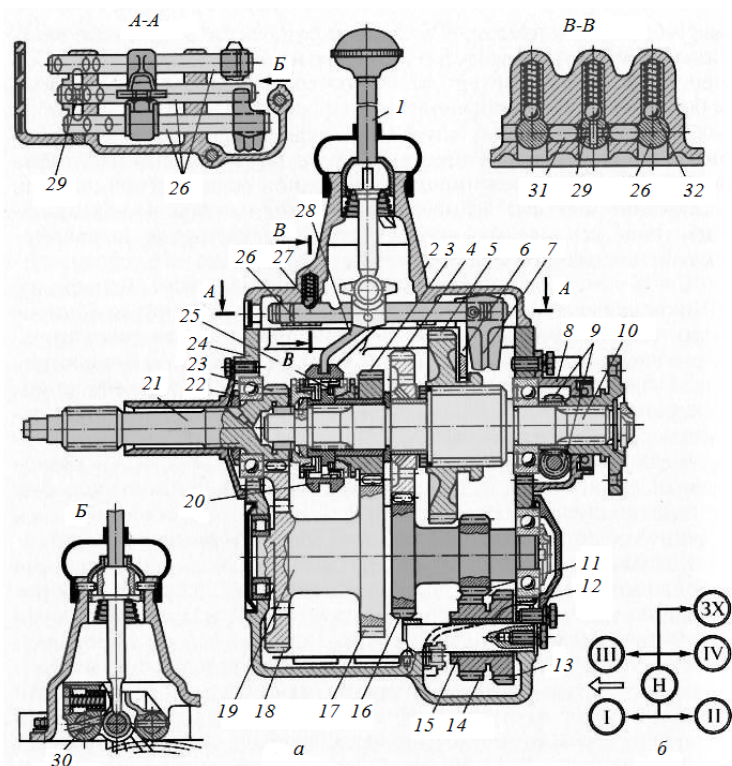


Рис. 3.4. Коробка передач автомобиля ГАЗ-3307: *а* – устройство: 1 – рычаг; 2, 8, 12, 22 – крышка; 3 – шестерня; 4, 5, 13, 17, 18 – зубчатые колеса; 6, 7, 28 – вилки переключения передач; 9 – червячная пара привода спидометра; 10 – ведомый вал; 11, 14, 16, 23 – прямозубая шестерня; 15 – блок зубчатых колес заднего хода; 19 – промежуточный вал; 20 – муфта синхронизатора; 21 – ведущий вал; 24 – картер; 25 – синхронизатор; 26 – ползун; 27 – фиксатор; 29 – штифт; 30 – предохранитель; 31 – плунжер; 32 – шарик с пружинами; *б* – схема переключения передач: I, II, III, IV и 3X – положение рычага 1, соответствующее включению первой, второй, третьей, четвертой передачи и передачи заднего хода; H – нейтральное положение рычага

*Промежуточный вал 19*, изготовленный как одно целое с зубчатыми колесами, вращается в роликовых и шариковых подшипниках. От осевого перемещения вал фиксируется крышкой 12 заднего шарикового подшипника и его упорным кольцом. Зубчатые колеса 18 и 17 и шестерня 16 этого вала находятся в постоянном зацеплении соответственно с шестернями 23 и 3 и колесом 4, расположенными на веду-

щем и ведомом валах. Прямозубая шестерня 11 входит в зацепление с колесом 5 первой передачи или с блоком зубчатых колес заднего хода, который вращается на оси, запрессованной в отверстиях задней стенки и внутреннего прилива картера.

*Механизм переключения передач* обеспечивает включение зубчатых колес на полную длину зуба, четкую фиксацию их положения во включенном или выключенном положении, а также не допускает одновременного включения двух передач. Механизм переключения передач состоит из рычага 1, трех ползунов 26 с вилками 28, 6 и 7, соединяющимися соответственно с муфтой синхронизатора, колесом первой передачи и блоком зубчатых колес заднего хода, трех фиксаторов 27 и штифта 29. Водитель действует на механизм переключения рычагом 1, который при соответствующих передачах должен занимать определенное положение.

Точность установки зубчатых колес при включении и выключении передач обеспечивается фиксаторами 27, состоящими из шариков 32 и пружин, расположенных в отверстиях приливов крышки картера коробки передач. Шарик входит в имеющиеся на ползунах углубления.

Предотвращение возможности одновременного включения двух передач достигается установкой замка, состоящего из двух плунжеров 31, расположенных между ползунами, и штифта 29, установленного в отверстии среднего ползуна. Когда один из ползунов перемещается, два других блокируются плунжерами, входящими в боковые выемки ползунов.

Для предотвращения случайного включения заднего хода применяется специальный предохранитель 30, состоящий из штифта и пружины, расположенных в переводной головке ползуна. При включении передачи заднего хода необходимо приложить дополнительное усилие, что предотвращает возможность случайного включения заднего хода при движении автомобиля вперед.

*Синхронизаторы* служат для облегчения переключения передач. Широкое распространение получили синхронизаторы инерционного типа, они уравнивают частоты вращения включаемых зубчатых колес, обеспечивая тем самым их меньшее изнашивание, а также безударное и бесшумное переключение. Синхронизаторы устанавливаются на тех передачах, которыми наиболее часто пользуются при эксплуатации автомобилей.

Синхронизатор (рис. 3.5) состоит из ступицы 4, которая установлена через шлицевое соединение на вторичный вал коробки перемены

передат и может перемещаться по валу продольно вместе с муфтой 3 переключения передач.

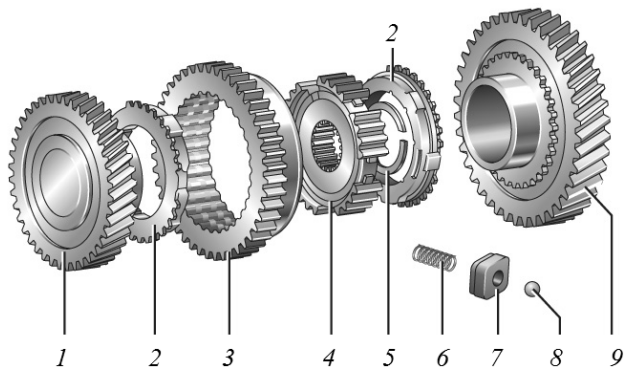


Рис. 3.5. Устройство синхронизатора: 1 – шестерня II передачи; 2 – блокирующие кольца; 3 – скользящая муфта включения II и III передач; 4 – ступица; 5 – стопорное кольцо; 6 – пружина; 7 – сухарь; 8 – шарик; 9 – шестерня III передачи

Ступица 4 соединена с муфтой 3 также через шлицы – внешние для ступицы, внутренние для муфты переключения. На наружной поверхности ступицы под углом 120 градусов прорезаны три паза, в которых располагаются сухари 7 синхронизатора. Выступы сухарей совпадают с кольцевой проточкой внутренней шлицевой поверхности муфты. Сухари прижимаются к внутренней поверхности муфты кольцевыми пружинами 6. Шестерни 1 и 3 вторичного вала коробки перемены передач имеют боковые конические поверхности, на которые насажены свободно вращающиеся бронзовые блокирующие кольца 2, находящиеся в зацеплении с кончиками сухарей 7. Пазы блокирующих колец, в которые входят концы сухарей, на 50 процентов больше ширины сухарей. На внешней стороне блокирующих колец 2 находятся зубья, которые входят в зацепление с зубьями ступицы и зубьями шестерни переключаемой передачи вторичного вала.

При включении передачи вилка перемещает муфту 3 по вторичному валу в сторону шестерни включаемой передачи. Конус блокирующего кольца 2 синхронизатора соприкасается с конусной поверхностью шестерни. Частота вращения шестерни, которая свободно вращается на вторичном валу КП, и конусной поверхности блокирующего кольца, которое вращается с частотой вращения вторичного вала коробки перемены передач, не совпадают. За счет сил трения в зоне со-

прикосновения двух конусных поверхностей блокирующее кольцо 2 проворачивается на величину зазора между сухарем 7 и пазом (который больше размеров сухаря наполовину). Зубчатый венец муфты 3 переключения устанавливается напротив зубьев поверхности кольца, между ними происходит механический контакт, за счет сил трения скорости вращения выравниваются. В этот момент блокирующее кольцо 2 проворачивается против направления вращения, сухари 7 занимают центральное положение относительно пазов и утапливаются в них. Зубья муфты 3 входят в зацепление с зубьями блокирующего кольца 2 и включаемой шестерни 1 или 9 (в зависимости от включаемой передачи). Для облегчения процесса зацепления торцевые скосы зубьев зубчатых венцов. В конечной фазе включения передачи шестерня блокируется на вторичном валу передач, что и приводит к изменению частоты вращения вторичного вала и передаточного числа трансмиссии в целом.

*Работа коробки передач* происходит следующим образом. Изменяя положение зубчатого колеса 5 (см. рис. 3.4, а), муфты 20 синхронизатора и блока 15 зубчатых колес заднего хода в рассматриваемой коробке передач можно получить пять передач с различными передаточными числами, из них четыре передачи – для движения автомобиля вперед и одну – для движения задним ходом. Передаточные числа каждой передачи составляют: на первой передаче – 6,55; на второй – 3,09; на третьей – 1,71; на четвертой – 1,0; на передаче заднего хода – 7,77.

Переключение передач осуществляется посредством рычага 1, нижний конец которого вводят в пазы вилок и переводных головок, установленных на ползунах 26. На рис. 3.4, б показаны положения рычага 1 при включении разных передач.

При включении первой передачи вилка 6 (см. рис. 3.4, а) перемещает зубчатое колесо 5, которое, двигаясь по шлицам ведомого вала, входит в зацепление с шестерней 11 промежуточного вала. Крутящий момент через шестерню 23 и колесо 18 постоянного зацепления передается на промежуточный вал и через шестерню 11 и колесо 5 первой передачи – на ведомый вал.

Включение второй передачи происходит в результате перемещения по шлицам ведомого вала колеса 5 до зацепления его зубьев с наружным зубчатым венцом колеса 4 второй передачи, вследствие чего колесо 4 жестко соединяется с ведомым валом и ему передается крутящий момент от шестерни 16.

Для включения третьей передачи необходимо муфту 20 синхронизатора 25 переместить до зацепления ее с зубчатым венцом шестерни 3

третьей передачи. При этом крутящий момент будет передаваться через шестерню 23, колеса 18 и 17, шестерню 3 и синхронизатор 25 на ведомый вал.

Для включения четвертой передачи следует передвинуть муфту 20 синхронизатора до зацепления ее с зубчатым венцом шестерни 23 ведущего вала. В этом случае ведущий и ведомый валы коробки передач жестко соединяются между собой при помощи синхронизатора. Крутящий момент передается с одного вала на другой без изменений.

Для движения автомобиля задним ходом нужно переместить вперед блок зубчатых колес заднего хода. При этом колесо 13 входит в зацепление с шестерней 11 промежуточного вала, а шестерня 14 – с колесом 5 ведомого вала. Крутящий момент передается через шестерню 23 и зубчатое колесо 18 постоянного зацепления на промежуточный вал, затем через шестерню 11 на колесо 13 блока зубчатых колес заднего хода, а от него через шестерню 14 на колесо 5 ведомого вала. В результате того, что в зацепление дополнительно введен блок зубчатых колес заднего хода, ведущий и ведомый валы вращаются в разные стороны, что обеспечивает движение автомобиля задним ходом.

На переднеприводных легковых автомобилях ВАЗ-2109, -2110 и их модификациях устанавливают трехходовые четырех- или пятиступенчатые коробки передач. Основными особенностями их устройства является то, что для уменьшения размеров и массы они выполнены по двухвальной схеме, в которой отсутствует прямая передача. Кроме того, в картере 9 (рис. 3.6) коробки передач с размещенными в нем валами и зубчатыми колесами монтируется главная передача ведущих колес. Ведущий вал 3 изготовлен как одно целое с ведущими зубчатыми колесами: первой 8, заднего хода 7, второй 6, третьей 5 и четвертой 4 передач.

Ведомый вал 2 изготовлен вместе с шестерней 10. На игольчатых подшипниках этого вала установлены ведомые зубчатые колеса всех четырех (первой – четвертой) передач, находящиеся в постоянном зацеплении с колесами ведущего вала 3. Шестерня 10 находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом 11, установленным на коробке дифференциала 12 главной передачи.

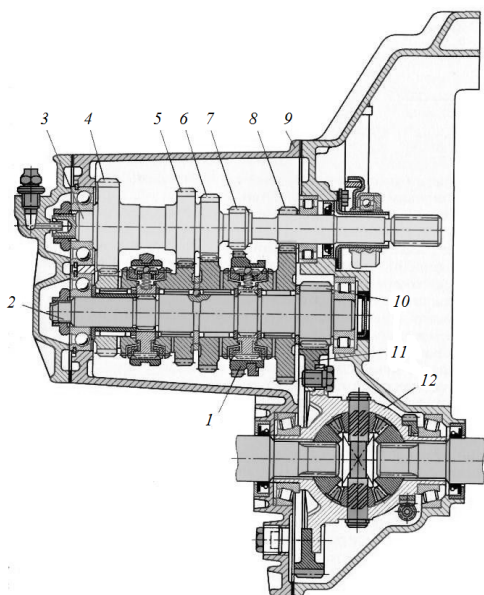


Рис. 3.6. Коробка передач переднеприводных автомобилей: 1 – муфта синхронизатора; 2 – ведомый вал; 3 – ведущий вал; 4, 5, 6, 7, 8 – ведущие зубчатые колеса; 9 – картер; 10 – шестерня; 11 – зубчатое колесо; 12 – дифференциал

Все передачи переднего хода включаются при помощи синхронизаторов, принцип действия которых существенно не отличается от описанного ранее. Муфта 1 синхронизатора первой и второй передач является одновременно зубчатым колесом передачи заднего хода (ЗХ). Последняя включается введением в зацепление с зубчатым колесом 7 и муфтой 1 промежуточного зубчатого колеса заднего хода.

Пятиступенчатая коробка передач переднеприводных легковых автомобилей обычно изготавливается на базе четырехступенчатой коробки передач. Для этой цели задние концы ведущего 3 и ведомого 2 валов удлинены для расположения на них зубчатых колес и синхронизатора пятой передачи.

На автомобилях семейства «ГАЗель» (ГАЗ-3302, -33023, -33027 и др.) устанавливается пятиступенчатая, трехходовая коробка передач, аналогом которой являются коробки передач легковых автомобилей ГАЗ.

#### *Пятиступенчатая коробка передач.*

На грузовых автомобилях ЗИЛ-431410, -433360, -5301 «Бычок» и автобусах ЛАЗ устанавливают трехходовые коробки передач с пятью передачами вперед и одной назад.

Включение передач и передачу крутящего момента на разных передачах в пятиступенчатых коробках передач можно проследить по схемам, приведенным на рис. 3.7.

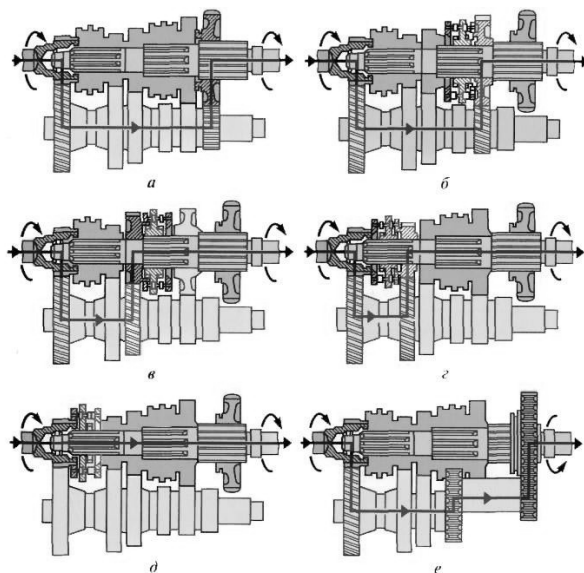


Рис. 3.7. Схема включения передач и направления крутящего момента (показано стрелками) на различных передачах в пятиступенчатых коробках передач: *a* – первая передача; *б* – вторая; *в* – третья; *г* – четвертая; *д* – пятая; *е* – задний ход

Коробка передач трактора Беларус-1221 (рис. 3.8) механическая ступенчатая, диапазонная (4 диапазона переднего хода и 2 заднего хода), с переключением передач внутри диапазонов с помощью синхронизаторов.

Коробка перемены передач обеспечивает 16 передач вперед и 8 назад, а также привод переднего ведущего моста и синхронного вала отбора мощности. Коробка передач состоит из корпуса, узла передач, вала пониженных передач и заднего хода, блока шестерен, вторичного вала-шестерни, механизма управления и гидросистемы коробки передач.

Узел передач состоит из первичного вала 13 со свободно установленными на игольчатых подшипниках шестернями. На шлицах вала размещены две шлицевые втулки на которых установлены конические инерционные синхронизаторы 10.

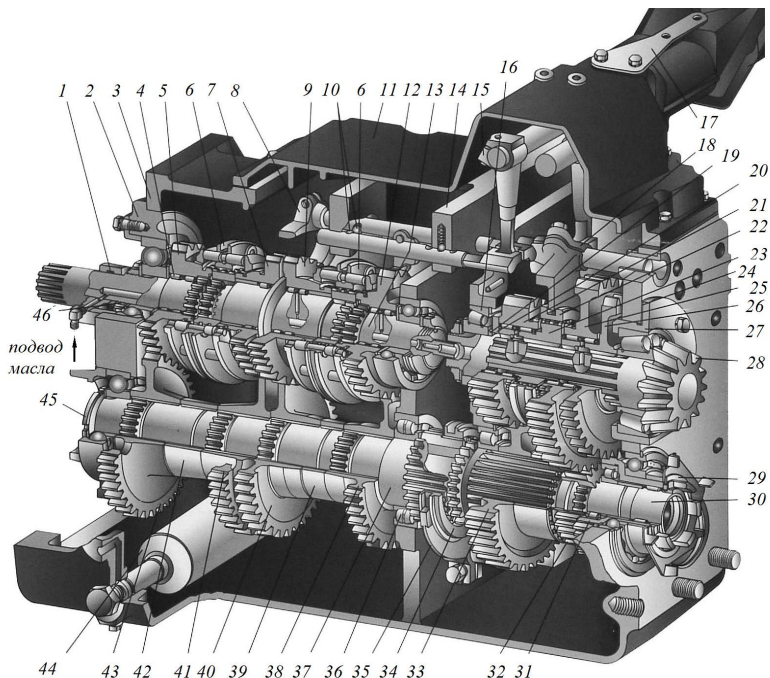


Рис. 3.8. Коробка перемены передач трактора Беларус-1221:

1 – втулка подвода масла; 2 – стакан подшипника; 3 – корпус коробки передач; 4 – подшипник роликовый; 5 – шестерня ведущая I передачи; 6 – синхронизатор; 7 – шестерня ведущая II передачи; 8 – вилка; 9 – шестерня ведущая III передачи; 10 – шарики блокировки; 11 – крышка коробки передач с механизмом переключения; 12 – шестерня ведущая IV передачи; 13 – вал первичный; 14 – корпус; 15 – рычаг; 16 – подшипник конический; 17 – кронштейн; 18 – вилка переключения подвижной зубчатой муфты; 19 – шайба регулировочная; 20 – шайба ограничительная; 21 – шестерня ведомая высокого диапазона; 22 – муфта зубчатая (низкий-высокий диапазон); 23 – муфта зубчатая; 24 – прокладки регулировочные; 25 – шестерня ведомая низкого диапазона; 26 – шестерня ведущая привода переднего ведущего моста и ВОМ; 27 – стакан подшипника; 28 – вал вторичный; 29 – кольцо стопорное; 30 – вал с двумя шлицевыми венцами; 31 – шестерня привода переднего ВОМ; 32 – шестерня ведущая III диапазона; 33 – шестерня ведущая IV диапазона; 34 – муфта зубчатая III и IV диапазонов; 35 – вилка зубчатой муфты; 36 – подшипник промежуточного вала; 37 – вал промежуточный; 38 – шестерня ведомая IV передачи; 39 – втулка дистанционная; 40 – шестерня ведомая III передачи; 41 – шестерня ведомая II передачи; 42 – втулка промежуточная; 43 – шестерня ведомая I передачи; 44 – фильтр грубой очистки; 45 – гайка стяжная промежуточного вала; 46 – гайка стяжная первичного вала

На промежуточный вал 37 посажены с небольшим натягом ведомые шестерни IV передачи 38, III передачи – 40, II передачи – 41,

I передачи – 43. На валу пониженных передач и заднего хода (рис. 3.9) установлена ведущая шестерня I и II диапазонов и ведущая шестерня 7 заднего хода. На шлицевой втулке 3 установлена ведомая шестерня ходоуменьшителя 2. Ведущая шестерня 1 установлена на валу на бронзовой втулке. При отсутствии ходоуменьшителя шестерня 1, соединенная с валом шлицами шестерни 2 фиксируется стопорным кольцом на втулке 3.

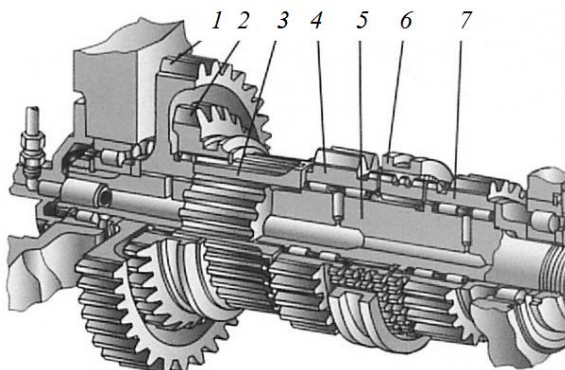


Рис. 3.9. Вал пониженных передач и заднего хода: 1 – шестерня ведущая; 2 – шестерня ведомая ходоуменьшителя; 3 – втулка шлицевая; 4 – шестерня ведущая I и II диапазонов; 5 – вал пониженных передач и заднего хода; 6 – муфта зубчатая включения I и II диапазонов и заднего хода; 7 – шестерня ведущая заднего хода.

На валу с двумя шлицевыми венцами (вал блока шестерен) 30 (рис. 3.8) на шлицах установлены ведущие шестерни 32 III диапазона и 33 IV диапазона. Задняя опора вала расположена в ступице шестерни 31 привода синхронного вала отбора мощности и переднего ведущего моста.

Вторичный вал-шестерня 28 установлен в корпусе коробки передач 3 на конических роликовых подшипниках 16. На валу неподвижно посажены ведущая шестерня 26 привода переднего ведущего моста и синхронного вала отбора мощности, на ступице которой установлена на игольчатых подшипниках ведомая шестерня 25 низкого диапазона, связанная через зубчатую муфту 23 с ведомой шестерней 21 высокого диапазона.

Механизм управления коробкой передач тракторов семейства Беларусь из двух компонентов: блок переключения передач 2 с синхронизаторами и устройство переключения диапазонов 1. Каждый из указанных узлов имеет свой отдельный рычаг управления в кабине трактора (рис. 3.10).

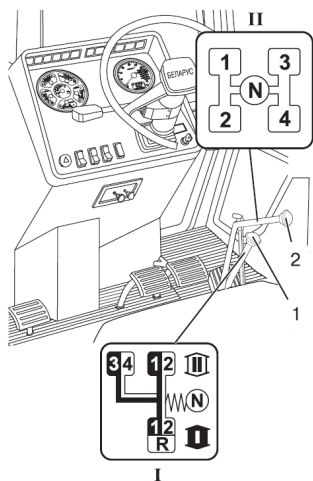


Рис. 3.10. Управление коробкой передач трактора Беларусь (16F + 8R):

- 1 – рычаг переключения диапазонов;
- 2 – рычаг переключения передач

Выбор требуемых диапазонов и передач производится в соответствии со схемами переключения I и II. Для плавного включения передачи, плавно, без резких толчков, переместите рычаг 2 согласно схеме переключения передач II и удерживайте его в поджатом положении до полного включения передачи.

Соответственно, при включении нужной скорости вначале устанавливается в требуемое положение рычаг включения передачи, а затем рычаг выбора диапазонов.

Для исключения возможности запуска дизеля при включенной передаче на тракторе устанавливается специальное блокирующее устройство (рис. 3.11).

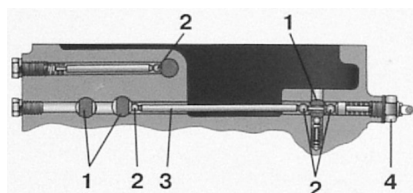


Рис. 3.11. Схема блокировки запуска дизеля: 1 – поводок механизма переключения; 2 – шарик; 3 – шток механизма блокировки; 4 – выключатель блокировки

При выключении диапазона механизм блокировки размыкает контакты выключателя 4 и размыкает цепь промежуточного реле и тягового реле стартера.

На современных тракторах широкое распространение получили многодисковые непостоянно замкнутые фрикционные сцепления с гидравлическим нажимным устройством. Такие конструкции применяются в коробках передач для обеспечения переключения передач, включения ВОМ и многодисковых фрикционных муфт механизма поворота гусеничных тракторов.

Коробка передач трактора Беларус-3522 механическая с шестернями постоянного зацепления диапазонного типа, обеспечивает получение двадцати четырех передач переднего хода и двенадцати передач заднего хода, приводов независимого ВОМ и переднего ведущего моста. Переключение диапазонов производится перемещением зубчатых муфт с использованием муфты сцепления, а переключение передач – с помощью электрогидроуправляемых фрикционных муфт (рис. 3.12) без использования муфты сцепления.

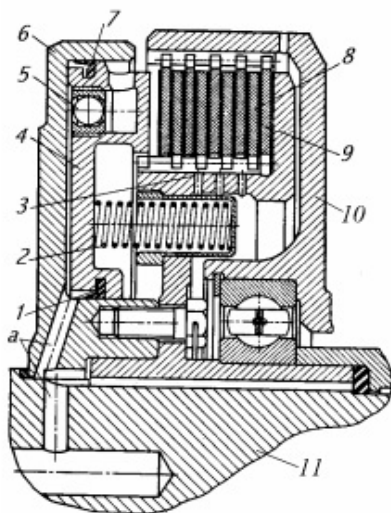


Рис. 3.12. Одинарный фрикцион: 1 – уплотнение; 2 – возвратная пружина; 3 – отверстие для подачи масла; 4 – поршень сервомотора; 5 – шариковый клапан сброса давления; 6 – корпус сервомотора; 7 – уплотнение; 8 – стальной диск; 9 – диск с поверхностями из порошкового материала; 10 – корпус фрикциона; 11 – ведомый вал; а – отверстия для прохода масла

Многодисковая фрикционная муфта (рис. 3.12) состоит из следующих частей: пакета дисков 9 с поверхностями трения из порошкового материала и сопряженных с ними стальных дисков связанных шлица-

ми с корпусом 10 фрикциона; сервомоторов, имеющих корпус 6 и поршень 4, для сжатия дисков; возвратных пружин 2, перемещающих поршень 4 сервомотора в исходное положение и обеспечивающих «чистоту выключения».

В отверстиях каждого из поршней установлено по шестнадцать отжимных пружин 3, в поршне имеется центробежный шариковый клапан 5 сброса рабочей жидкости из бустеров фрикциона после отсоединения их от нагнетательной магистрали управления коробкой передач.

При включении фрикционной муфты масло под давлением по каналам *a* подается во внутреннюю полость корпуса 6 и воздействует на поршень 4 сервомотора, который, перемещаясь, сжимает диски 8 и 9, что обеспечивает передачу крутящего момента от корпуса 10 муфты на ведомый вал 11. Шариковый клапан 5 под давлением масла закрыт. При выключении фрикционной муфты внутренняя полость корпуса 6 сервомотора через отверстия *a* соединяется со сливом. В результате давление масла в гидравлической магистрали уменьшается и шариковый клапан открывается под действием центробежной силы, направленной от центра по радиусу, и масло освобождает внутреннюю полость корпуса сервомотора. При сливе масла из внутренней полости корпуса 6 сервомотора уменьшается его давление на поршень 4 под действием центробежной силы и пружины 2 обеспечивают быстрое выключение фрикционной муфты.

*Бесступенчатые коробки передач* позволяют, не меняя положения дроссельной заслонки, автоматически изменять в заданном диапазоне силу тяги на ведущих колесах. Такие коробки передач имеют сложную конструкцию и повышенную трудоемкость технического обслуживания. Наибольшее распространение среди них получили гидромеханические коробки передач, устанавливаемые преимущественно на отдельных легковых автомобилях и автобусах.

Гидромеханические коробки передач состоят из гидродинамической бесступенчатой передачи (гидротрансформатора) и последовательно присоединенной к ней механической ступенчатой коробки передач.

*Гидромеханическая передача* (ГМП) состоит из передней опоры, гидромеханического трансформатора (гидротрансформатора) и двух-, трех-, четырехступенчатой коробки передач, действующей автоматически в зависимости от изменения скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя. При этом передняя опора ГМП передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя через карданную передачу к насосу колесу гидротрансформатора и одновременно является корпусом гидротрансформатора рис. 3.13.

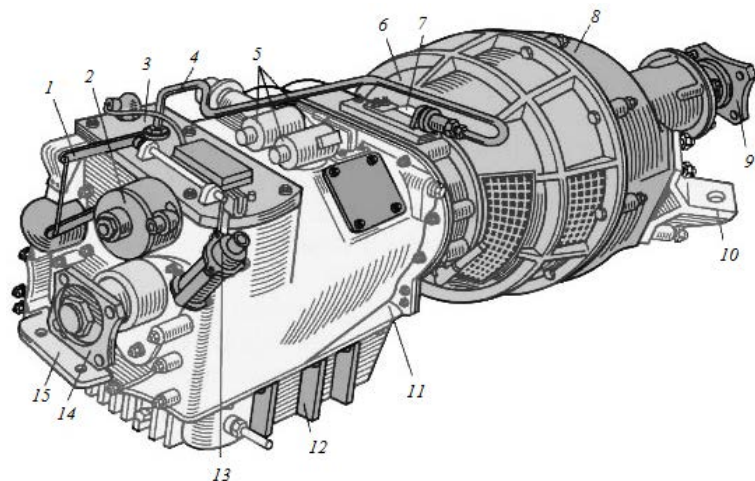


Рис. 3.13. Общий вид гидромеханической передачи:

1 – рычаг привода центробежного регулятора; 2 – корпус поршня включения заднего хода; 3 – крышка механизма переключения передач; 4 – трубка клапана блокировки; 5 – переключатели периферийных золотников; 6 – картер гидротрансформатора; 7 – клапан блокировки в сборе; 8 – корпус опоры гидротрансформатора; 9 – ведущий фланец; 10 – кронштейн передней опоры; 11 – картер коробки передач; 12 – поддон; 13 – датчик привода спидометра; 14 – ведомый фланец; 15 – кронштейн задней опоры

На рис. 3.14 приведена схема гидромеханической коробки передач.

Гидромеханическая коробка передач состоит из гидротрансформатора 18, трехвальной двухступенчатой механической коробки передач и системы управления. Наличие двухступенчатой механической коробки передач увеличивает диапазон регулирования крутящего момента. Гидромеханическая коробка передач включает ведущий 19, ведомый 5 и промежуточный 2 валы с шестернями, многодисковые фрикционные сцепления 2, 3, 17 (фрикционы) и зубчатую муфту 4 с приводом. К системе управления относятся передний 15 и задний 14 гидронасосы и центробежный регулятор 8, который воздействует на фрикционы 2, 3, 17, обеспечивающие переключение передач.

В нейтральном положении все фрикционы выключены, и при работающем двигателе крутящий момент на вторичный вал 5 не передается. На I (понижающей) передаче системой управления автоматически включается фрикцион 2. При этом ведущая шестерня 1, свободно установленная на ведущем валу 19 коробки передач, блокируется с валом, а зубчатая муфта 4 устанавливается вручную в положение пе-

реднего хода с помощью дистанционной системы управления. Крутящий момент на I передаче от гидротрансформатора передается через фрикцион 2, шестерни 1, 13, 11, 10 и зубчатую муфту 4 на ведомый вал 5 коробки передач.

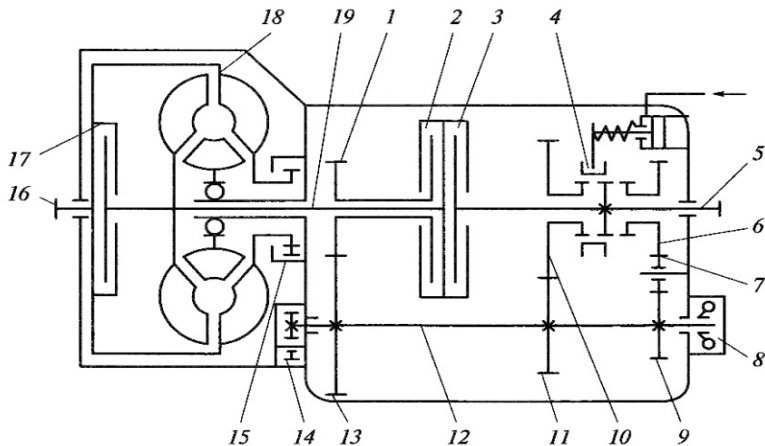


Рис 3.14. Схема гидромеханической коробки передач:  
 1, 6, 7, 9, 10, 11, 13 – шестерни; 2, 3, 17 – фрикционы; 4 – муфта;  
 5, 12, 19 – ведомый, промежуточный и ведущий валы; 8 – регулятор;  
 14, 15 – насосы; 16 – коленчатый вал;  
 18 – гидротрансформатор

При разгоне на I передаче, когда гидротрансформатор автоматически осуществляет заданный диапазон регулирования крутящего момента, скорость возрастает до оптимального значения для переключения на II передачу. В этом случае центробежный регулятор 8 дает сигнал на включение фрикциона 3 и отключение фрикциона 2.

Автоматическая система управления обеспечивает включение II (прямой) передачи, при этом крутящий момент от первичного вала 19 коробки передач передается через фрикцион 3 непосредственно на вторичный вал, и скорость автомобиля возрастает до значения, определяемого диапазоном регулирования гидротрансформатором.

#### 4. РАЗДАТОЧНАЯ КОРОБКА

На автомобилях и тракторах, имеющих более одного ведущего моста, устанавливается раздаточная коробка, служащая для распределения крутящего момента, передаваемого от коробки передач, между несколькими ведущими мостами. Ее устанавливают в сборе с коробкой передач, либо отдельно от нее. При раздельной установке раздаточную коробку связывают с коробкой передач карданной передачей. В раздаточной коробке расположено также устройство для включения и выключения переднего ведущего моста. В некоторых автомобилях от раздаточной коробки осуществляется отбор мощности для привода вспомогательных механизмов. Конструктивно раздаточная коробка представляет собой, как правило, двухступенчатый зубчатый редуктор, позволяющий увеличивать крутящий момент на ведущих колесах автомобиля при движении его в тяжелых дорожных условиях. Наличие в раздаточной коробке двух передач дает возможность изменять передаточные числа трансмиссии и удваивать общее число передач. При движении машины один ряд передач обеспечивает включением прямой передачи, а другой с большими передаточными числами – включением понижающей передачи. Это способствует эффективному использованию машины в различных дорожно-климатических условиях.

Раздаточные коробки различают по числу передач, числу и расположению валов, наличию и типу межосевого дифференциала, наличию муфт блокировки дифференциала и отключения привода переднего моста (рис. 3.15).

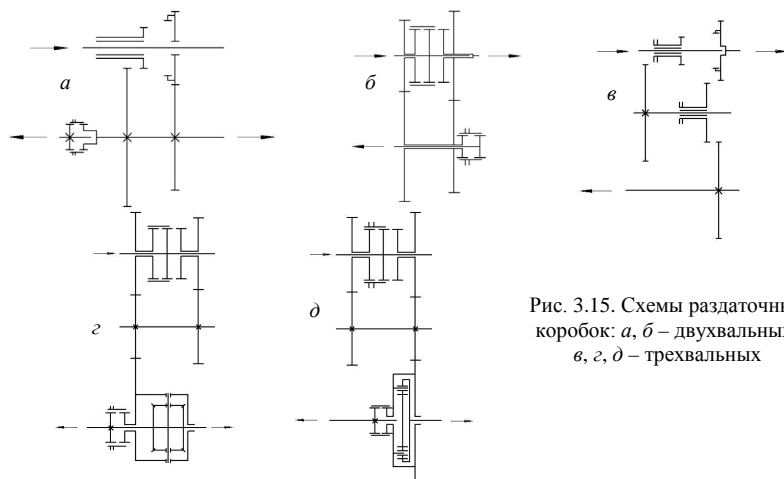


Рис. 3.15. Схемы раздаточных коробок: а, б – двухвалных; в, г, д – трехвалных

По числу передач раздаточные коробки могут быть одно- и двухступенчатыми. Наличие межосевого дифференциала в раздаточной коробке обеспечивает вращение валов с разными скоростями и дифференциальный привод ведущих мостов автомобиля или трактора. При отсутствии межосевого дифференциала выходные валы раздаточной коробки вращаются с одинаковыми скоростями (блокированный привод ведущих мостов).

Схемы раздаточных коробок, показанные на рис. 3.15, б, в, имеют прямую передачу к заднему мосту, на рис. 3.15, г, д – межосевые дифференциалы. Коробки, выполненные по схемам а–в, имеют муфты выключения переднего моста, а выполненные по схемам г и д, позволяют блокировать межосевые дифференциалы.

*Двухступенчатая раздаточная коробка.* Коробка такого типа (рис. 3.16) устанавливается на автомобилях ГАЗ-3308, -33097 «Садко» и др. и имеет прямую и понижающую передачи с передаточными числами соответственно 1,0 и 1,98.

Коробка крепится к поперечине и кронштейну рамы автомобиля через резиновые подушки и соединяется с коробкой передач при помощи промежуточного карданного вала и фланца 5. В чугунном литом картере 21 на подшипниках установлены валы с прямозубыми зубчатыми колесами. Через контрольно-наливное отверстие картер заполняется маслом, а для сообщения его с атмосферой служит сапун 11.

Ведущий вал 6 передним концом установлен в стенке картера на шариковом подшипнике 4, а задним – на роликовом подшипнике 8 в гнезде ведомого вала 12 привода заднего моста. На ведущем валу 6 на шлицах перемещается шестерня 7 включения заднего моста и понижающей передачи.

Ведомый вал 12, изготовленный как одно целое с шестерней 9, вращается на двух шариковых подшипниках 10 и 13, один из которых расположен в задней стенке картера, а другой – в крышке 14. Между шариковыми подшипниками на валу 12 установлена червячная пара привода спидометра, состоящая из червяка 16 и колеса 17. На шлицевом конце вала имеется фланец 15, к которому крепится карданный вал, передающий крутящий момент к заднему мосту.

Промежуточный вал 2 вращается в двух шариковых подшипниках 3 и 18, расположенных в стенках картера. По шлицам вала свободно перемещается зубчатое колесо 19 привода переднего моста. Зубчатое колесо 1 понижающей передачи посажено на шлицы вала неподвижно и зафиксировано на нем стопорным кольцом.

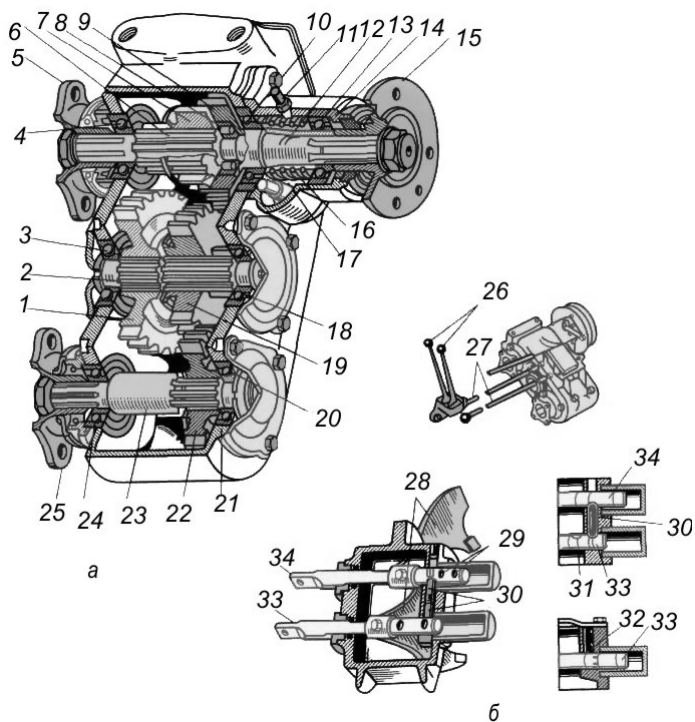


Рис. 3.16. Раздаточная коробка полноприводных автомобилей семейства ГАЗ:  
*а* – устройство; *б* – механизм управления; 1, 17, 19 – зубчатые колеса; 2 – промежуточный вал; 3, 4, 10, 13, 18, 20, 24 – шариковые подшипники; 5, 15, 25 – фланцы; 6 – ведущий вал; 7, 9, 22 – шестерни; 8 – роликовый подшипник; 11 – сапун; 12 – ведомый вал; 14 – крышка; 16 – червяк; 21 – картер; 23 – вал привода переднего моста; 26 – рычаг; 27 – тяга; 28 – вилка; 29, 31 – выемки; 30 – плунжер; 32 – фиксатор; 33, 34 – ползуны

Вал 23 привода переднего моста установлен в шарикоподшипниках 20 и 24. На шлицах заднего конца вала неподвижно закреплена шестерня 22 привода переднего моста, а на переднем конце посажен фланец 25, к которому крепится карданный вал, передающий крутящий момент к переднему мосту автомобиля.

Работа раздаточной коробки происходит следующим образом. Зубчатое колесо 19 промежуточного вала, перемещаясь по шлицам, входит в зацепление с шестернями 9 и 22. Шестерня 1 ведущего вала может входить в зацепление с внутренним зубчатым венцом шестерни 9

ведомого вала или с зубчатым колесом 1 промежуточного вала 2. В первом случае включается прямая передача и крутящий момент от ведущего вала 6 непосредственно передается на ведомый вал 12, а от него – на задний мост автомобиля. Для включения на этой передаче переднего моста необходимо переместить зубчатое колесо 19 до зацепления его с шестернями 9 и 22. При этом крутящий момент будет передаваться к карданному валу переднего моста через шестерни 7, 9, колесо 19 и шестерню 22.

Увеличение крутящего момента в раздаточной коробке достигается включением понижающей передачи. При этом сначала при помощи зубчатого колеса 19 включают передний мост, а затем перемещают вперед шестерню 7 до зацепления ее с зубчатым колесом 1 понижающей передачи. При этом крутящий момент к заднему мосту передается через шестерню 7, колеса 1 и 19 и шестерню 9, а к переднему мосту – через шестерню 7, колеса 1 и 19 и шестерню 22. Понижающую передачу следует включать при полностью остановленном автомобиле только для преодоления тяжелых участков дороги.

*Механизм управления раздаточной коробкой* (рис. 3.16, б) включает в себя следующие детали: два рычага 26, две тяги 27, два ползуна 33 и 34 с вилками 28, два плунжера 30 с пружинами и два фиксатора 32.

На ползуне 33 включения и выключения переднего моста имеются две выемки 31 разной глубины под плунжеры 30 блокировочного устройства. На ползуне 34, который выключает понижающую или прямую передачу, имеются три выемки 29 под плунжеры 30: левая соответствует включению прямой передачи, средняя – нейтральному положению и правая – включению понижающей передачи.

Ползун 34 может перемещаться из нейтрального положения в положение, соответствующее включенной прямой передаче. Из-за наличия на ползуне лыски между выемками плунжеры не препятствуют такому перемещению ползуна. Дальнейшее перемещение ползуна становится невозможным, так как плунжеры, сжав пружину, упираются один в другой и препятствуют его движению.

При включении переднего моста напротив плунжеров устанавливается глубокая выемка ползуна 33. Плунжеры при перемещении ползуна 34 не упираются друг в друга, и включение понижающей передачи становится возможным. При этом выключить передний мост будет невозможно, не выключив предварительно понижающую передачу. Фиксаторы 32 с пружинами исключают возможность самопроизвольного переключения ползунков.

*Раздаточная коробка с межосевым дифференциалом.*

На полноприводных автомобилях МАЗ, КамАЗ установлена раздаточная коробка (рис. 3.17) с межосевым дифференциалом.

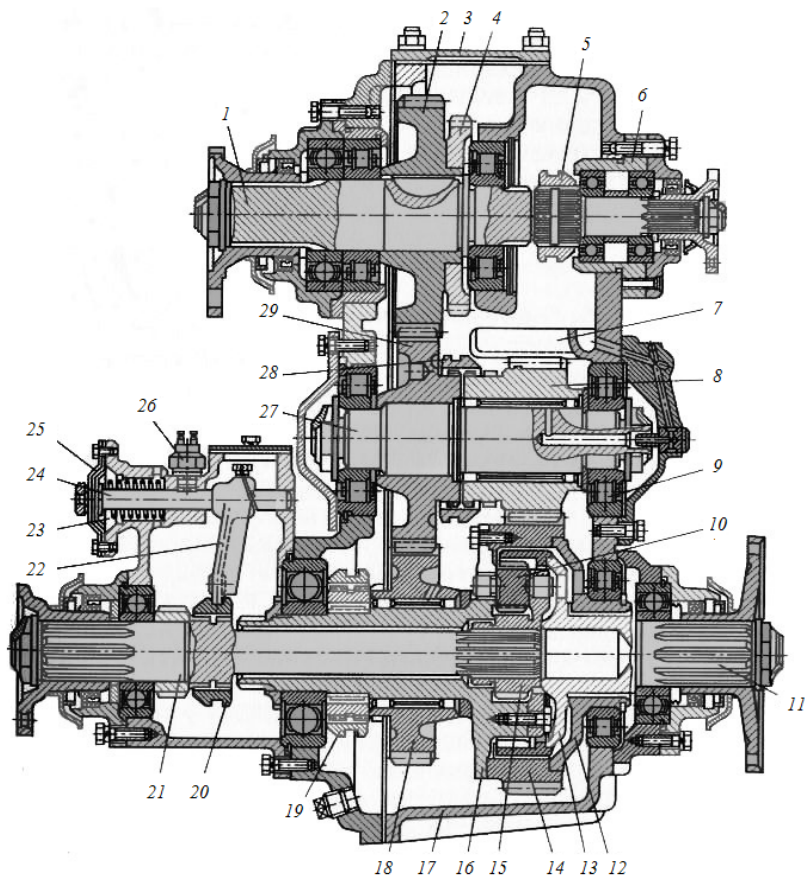


Рис. 3.17. Раздаточная коробка автомобиля КамАЗ-4310: 1 – ведущий вал; 2, 14 – ведущее зубчатое колесо; 3 – крышка; 4 – зубчатое колесо; 5 – муфта включения; 6 – коробка отбора мощности на лебедку; 7 – маслосборник; 8 – промежуточная шестерня; 9 – подшипник; 10 – сателлиты; 11 – вал привода ведущих мостов; 12 – обойма дифференциала; 13 – коронное зубчатое колесо; 15 – шестерня; 16 – межосевой дифференциал; 17 – картер раздаточной коробки; 18 – шестерня повышающей передачи; 19, 20, 28 – муфта; 21 – вал привода переднего моста; 22 – вилка; 23 – пневматическая камера; 24 – шток; 25 – мембрана; 26 – электропневмоклапан; 27 – промежуточный вал; 29 – промежуточная шестерня

Коробка крепится к раме автомобиля на четырех резиновых подушках. В верхней части картера 17 имеется люк, закрытый крышкой 3, для установки специальной коробки отбора мощности, а в его заднем торце установлена коробка 6 отбора мощности на лебедку с муфтой включения 5.

Внутри картера на подшипниках размещены: ведущий вал 1 с ведущим зубчатым колесом 2 и колесом 4 отбора мощности; промежуточный вал 27 с промежуточной шестерней 29 и шестерней 8 понижающей передачи; вал 21 привода переднего моста с шестерней 18 повышающей передачи; вал 11 привода двух ведущих мостов.

На валу 11 привода среднего и заднего мостов установлен цилиндрический межосевой дифференциал 16, который состоит из шестерни 15, четырех сателлитов 10, обоймы дифференциала 12, коронного зубчатого колеса 13, смонтированного в разъемном корпусе дифференциала, и ведущего зубчатого колеса 14.

При разблокированном дифференциале происходит распределение крутящего момента между передним и задним (средним и задним) ведущими мостами. При этом обеспечивается равномерная сила тяги на всех ведущих мостах и устраняются перегрузки в трансмиссии. При движении в тяжелых дорожных условиях дифференциал для обеспечения необходимой проходимости автомобиля должен быть заблокирован.

Блокировка и разблокировка межосевого дифференциала осуществляются дистанционно (из кабины водителя) при помощи мембранной пневматической камеры 23. Между корпусом и крышкой камеры установлена резиноканевая мембрана 25. К ней возвратной пружиной поджимается шток 24, на котором укреплена вилка 22, связанная с муфтой 20 блокировки дифференциала.

Для блокировки на панели приборов перемещают рычаг крана включения межосевого дифференциала. При этом сжатый воздух поступает в полость между крышкой корпуса пневматической камеры и мембраной 25, шток 24 с вилкой 22 перемещает муфту 20 направо, соединяя вал 21 привода переднего моста с передней частью корпуса дифференциала 16. В результате дифференциал блокируется, валы 21 и 11 привода ведущих мостов оказываются жестко связанными и вращаются с одинаковой частотой.

Переключение передач в раздаточной коробке осуществляется также дистанционным приводом при помощи мембранных пневматических камер 23.

Воздух в камеры подается через электропневмоклапаны 26, управляемые из кабины водителя трехпозиционным переключателем. Для исключения одновременного включения двух передач в раздаточной коробке имеется механизм блокировки.

При включении в раздаточной коробке повышающей передачи (передаточное число 0,92) муфта 19 перемещается вправо и вводится в зацепление с зубчатым венцом шестерни 18 повышающей передачи. В этом случае крутящий момент от зубчатого колеса 2 ведущего вала 1 через промежуточную шестерню 29, шестерню 18 повышающей передачи и муфту 19 передается на дифференциал и распределяется между валами 11 и 21 привода ведущих мостов.

Для включения понижающей передачи (передаточное число 1,69) необходимо муфту 28 сместить вправо. При этом соединяются шестерни 29 и 8. Крутящий момент от зубчатого колеса 2 ведущего вала 1 через промежуточную шестерню 29 и муфту 28 передается на шестерню 8 понижающей передачи, далее через ведущее колесо 14 на переднюю часть корпуса дифференциала 16, а затем с помощью механизма дифференциала распределяется между валами 11 и 21 привода ведущих мостов.

Смазывание деталей раздаточной коробки осуществляется в основном разбрызгиванием. Для смазывания наиболее нагруженного подшипника 9 шестерни 8 понижающей передачи во внутренней полости картера коробки имеется маслосборник 7 с каналами, через которые масло стекает в полости подшипника.

Применение планетарных коробок передач на тракторах сопряжено с большим усложнением конструкции, так как требуемое число ступеней нельзя получить одним планетарным элементом, необходима их сложная комбинация. Поэтому планетарные передачи используются на тракторах лишь в качестве дополнительного кинематического элемента (редуктора) к обычным коробкам с неподвижными осями валов.

Планетарный редуктор, или увеличитель крутящего момента (УКМ) (рис. 3.18), размещается между сцеплением 9 трактора и коробкой передач и состоит из трех основных частей: сцепления 8, редуктора и обгонной муфты 2.

Ведущий вал 1 через сцепление 9 трактора соединен с коленчатым валом двигателя, а ведомый вал 5 – с первичным валом коробки передач. Постоянно замкнутое сцепление 8 служит для включения и выключения УКМ. Редуктор предназначен для изменения передаточного числа при включении УКМ и состоит из водила 3 и размещенного на

нем блока сателлитов 7. Обгонная муфта 2 служит для блокирования водила 3 при включении УКМ.

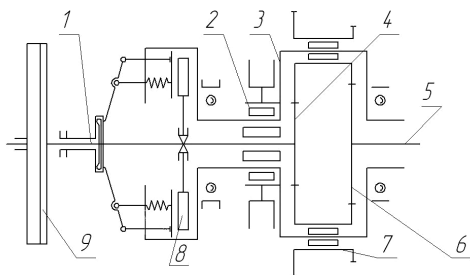


Рис. 3.18. Планетарный редуктор (УКМ): 1 – ведущий вал; 2 – обгонная муфта; 3 – водило; 4, 6 – солнечные шестерни; 5 – ведомый вал; 7 – блок сателлитов; 8 – сцепление УКМ; 9 – сцепление трактора

Когда сцепление 8 УКМ включено, обгонная муфта 2 не препятствует вращению водила 3; сцепление УКМ, водило 3 с блоком сателлитов 7 и ведомым валом 5 вращаются как одно целое. Планетарный редуктор заблокирован, его передаточное число равно единице, УКМ выключен, преобразования крутящего момента не происходит.

Чтобы включить УКМ, сцепление 8 выключают. При этом крутящий момент к ведомому диску сцепления и водилу не передается, водило стремится вращаться в противоположную сторону, но затормаживается обгонной муфтой. Крутящий момент от ведущего вала 1 к ведомому 5 передается через солнечную шестерню 4, блок сателлитов 7 и солнечную шестерню 6, вращая ведомый вал 5 с пониженной частотой, а следовательно с большим крутящим моментом. Тяговое усилие трактора увеличивается, и он преодолевает возросшее сопротивление движению.

Если на тракторе установлен УКМ, то при переходе с одной основной передачи на другую основную необходима остановка трактора, а переход с основной передачи на смежную дополнительную и обратно осуществляется на ходу. Передачи, включаемые в УКМ, предназначаются для преодоления кратковременных сопротивлений движению агрегата; на длительную нагрузку УКМ не рассчитан. Кроме того, УКМ позволяет трогать с места агрегат под нагрузкой на пониженной скорости, с последующим выходом на повышенную, благодаря чему уменьшается время разгона. УКМ также используется при движении агрегата на поворотах в конце гона без остановки для переключения передачи.

## 5. КАРДАННАЯ ПЕРЕДАЧА

*Карданная передача* – механизм, передающий крутящий момент между валами, пересекающимися в центре карданной передачи и имеющими возможность взаимного углового перемещения. В автомобиле карданный вал служит для передачи крутящего момента от коробки передач (раздаточной коробки) к ведущим мостам в случае классической или полноприводной компоновки. У полноприводных колесных машин карданная передача обычно соединяет ведомый вал коробки передач (КП) с ведущим валом раздаточной коробки, а ведомые валы раздаточной коробки – с ведущими валами главных передач ведущих мостов. Агрегаты, закрепленные на раме (в частности, КП и раздаточная коробка), могут перемещаться относительно друг друга в результате деформации своих опор и самой рамы, а ведущие мосты присоединены к раме через подвеску, поэтому могут перемещаться относительно рамы и закрепленных на ней агрегатов при деформации упругих элементов подвески.

При этом могут изменяться не только углы наклона карданных валов, соединяющих агрегаты, но и расстояние между агрегатами. Карданная передача имеет существенный недостаток – несинхронность вращения валов (если один вал вращается равномерно, то другой – нет), увеличивающуюся при увеличении угла между валами. Это исключает возможность применения карданной передачи во многих устройствах, например, в трансмиссии переднеприводных автомобилей (где главная проблема в передаче крутящего момента на поворотные колеса). Поэтому там, где требуется синхронность, как правило, используется не карданная передача, а шарнир равных угловых скоростей (ШРУС) – более совершенная, однако и более сложная конструкция того же назначения. Карданные передачи могут иметь один или несколько карданных шарниров, соединенных карданными валами, и промежуточные опоры.

Основные схемы карданных передач с шарнирами неравных угловых скоростей приведены на рис. 5.1.

Карданная передача с двумя шарнирами неравных угловых скоростей и одним валом (рис. 5.1, *а* и рис. 5.1, *б*) применяется наиболее часто для привода переднего ведущего моста трактора. Для обеспечения равномерности вращения ведущего  $1$  и ведомого валов  $3$  вилки карданного вала  $2$  располагаются в одной плоскости при равенстве углов  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ .

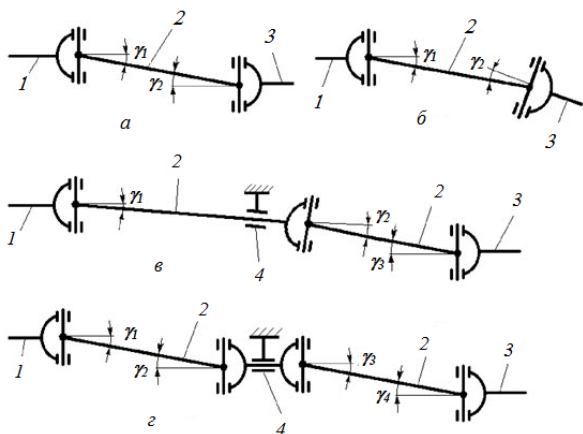


Рис. 5.1. Основные схемы карданных передач с шарнирами неравных угловых скоростей: *а, б* – с двумя шарнирами и одним валом; *в* – с тремя шарнирами, двумя валами и промежуточной опорой; *з* – с четырьмя шарнирами, двумя валами и промежуточной опорой; 1 – ведущий вал; 2 – карданный вал; 3 – ведомый вал; 4 – промежуточная опора;  $\gamma_1 \dots \gamma_4$  – углы между валами

Карданная передача с тремя шарнирами неравных угловых скоростей и двумя валами (рис. 5.1, *в, з*) применяется с целью сокращения длины карданных валов. Синхронность вращения ведущего 1 и ведомого 3 валов (рис. 5.1, *в*) обеспечивается при условии  $\cos \gamma_1 \cdot \cos \gamma_2 = \cos \gamma_3$ . Однако при движении трактора углы  $\gamma_2$  и  $\gamma_3$  могут изменяться при постоянном угле  $\gamma_1$ . Поэтому полной синхронизации вращения валов 1 и 3 достичь невозможно.

Подшипник промежуточной опоры 4 карданного вала 2 устанавливают на резиновой упругой втулке, что уменьшает напряжения в валу, вызываемые неточностями монтажа опоры и деформацией остова трактора и корпусных деталей соединяемых агрегатов.

*Карданный вал* (рис. 5.2) – это прочная труба (позволяющая передавать крутящий момент к ведущему мосту), по обеим сторонам которой имеются шарниры, осуществляющие передачу этого момента без изменения при вертикальном перемещении колес.



Рис. 5.2. Общий вид кардана: 1 – карданный шарнир; 2 – труба карданная

Жесткий карданный шарнир неравных угловых скоростей (рис. 5.3) передает вращающий момент от одного вала к другому вследствие подвижного соединения жестких деталей.

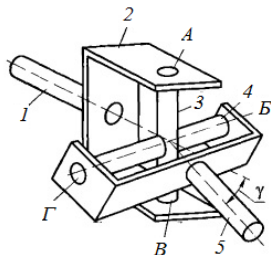


Рис. 5.3. Схема жесткого карданного шарнира неравных угловых скоростей:  
 1, 5 – вал; 2, 4 – вилка; 3 – крестовина;  
 А, Б, В, Г – концы крестовины

Он состоит из двух вилок – 3 и 4, в цилиндрические отверстия которых установлены на подшипниках концы А, Б, В и Г соединительного элемента – крестовины 3. Вилки жестко соединены с валами 1 и 5. Вилка 2 может поворачиваться относительно оси БГ крестовины и в то же время вместе с крестовиной поворачиваться относительно оси АВ, благодаря чему и обеспечивается возможность передачи вращения от одного вала к другому при меняющемся угле между ними. Такой карданный шарнир называется *жестким шарниром неравных угловых скоростей*. В нем при равномерном вращении ведущей вилки 2 ведомая вилка 4 вращается неравномерно: в течение одного оборота она дважды обгоняет ведущую вилку и дважды отстает от нее. В результате этого возникают дополнительные нагрузки, вызывающие изнашивание деталей шарнирного соединения и узлов трансмиссии.

Устройство основных частей карданных передач приведено на рис. 5.4.

Карданный шарнир неравных угловых скоростей состоит из двух вилок – 1 и 4 соединенных крестовиной 3. Одна из вилок иногда имеет фланец, а другая приварена к трубе карданного вала или имеет шлицевой наконечник б (или втулку) для соединения с карданным валом. Шипы крестовины устанавливаются в проушины обеих вилок на игольчатых подшипниках 7. Каждый подшипник размещается в корпусе 2 и удерживается в проушине вилки крышкой, которая присоединена к вилке двумя болтами, стопорящимися усиками шайбы. В отдельных случаях подшипники закрепляются в вилках стопорными кольцами. Для удержания смазки в подшипнике и защиты его от попа-

дания воды и грязи имеется резиновый самоподжимной сальник. Внутренняя полость крестовины через масленку заполняется смазкой, поступающей к подшипникам. В крестовине обычно имеется предохранительный клапан, защищающий сальник от повреждения под действием давления нагнетаемой в крестовину смазки. Шлицевое соединение 6 смазывается с помощью масленки 5.

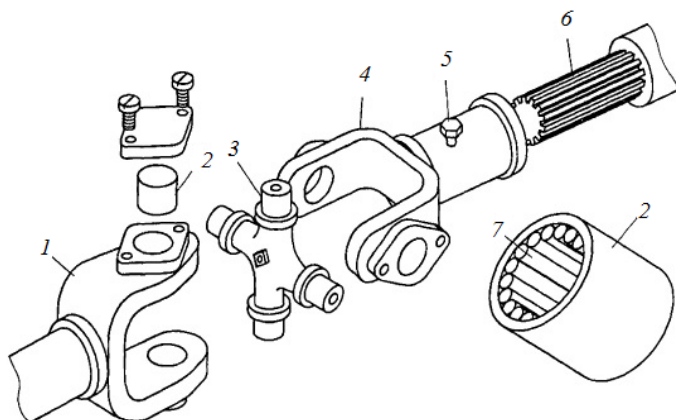


Рис. 5.4. Детали карданного шарнира неравных угловых скоростей: 1, 4 – вилки; 2 – корпус подшипника; 3 – крестовина; 5 – масленка; 6 – шлицевое соединение; 7 – игольчатые подшипники

Максимальный угол между осями валов, соединенных карданными шарнирами неравных угловых скоростей, обычно не превышает  $20^\circ$ , так как при больших углах значительно снижается КПД карданных передач. Если угол между осями валов изменяется в пределах  $0 \dots 2\%$ , то шипы крестовины деформируются иглами подшипников, и карданный шарнир быстро разрушается.

В трансмиссиях быстроходных гусеничных машин часто применяются карданные передачи с карданными шарнирами типа зубчатых муфт, допускающими передачу вращающего момента между валами, оси которых пересекаются под углом до  $1,5 \dots 2^\circ$ .

Карданные валы выполняют, как правило, трубчатыми, для чего применяют специальные стальные цельнотянутые или сварные трубы. К трубам приваривают вилки карданных шарниров, шлицевые втулки или наконечники. Для уменьшения поперечных нагрузок, действующих на карданный вал, осуществляют его динамическую балансировку

в сборе с карданными шарнирами. Дисбаланс устраняют приваркой к карданному валу балансировочных пластин, а иногда установкой балансировочных пластин под крышки подшипников карданных шарниров. Взаимное положение деталей шлицевого соединения после сборки и балансировки карданной передачи на заводе обычно отмечается специальными метками.

Компенсирующее соединение карданной передачи обычно выполняют в виде шлицевого соединения, допускающего осевое перемещение деталей карданной передачи и состоящего из шлицевого наконечника, который входит в шлицевую втулку карданной передачи. Смазку вводят в шлицевое соединение из масленки или при сборке закладывают смазку, которую заменяют после длительной эксплуатации. Для защиты шлицевого соединения от вытекания смазки и загрязнения обычно устанавливают сальник и чехол.

В карданных передачах легковых автомобилей наряду с жесткими шарнирами неравных угловых скоростей применяют и *мягкие карданные шарниры*, имеющие упругий элемент в виде муфты из эластичного материала, упругая деформация которого позволяет не только передавать крутящий момент между валами, пересекающимися под углом  $2-5^\circ$ , но и защищает трансмиссию от жестких ударов. Примером такой передачи может служить карданная передача автомобилей ВАЗ-2105, -2107 и др., состоящая из переднего и заднего карданных валов, промежуточной опоры и трех шарниров, из которых передний представляет собой упругий элемент, соединяющий ведомый вал коробки передач с передним валом карданной передачи.

Условия работы карданных передач определяются в первую очередь углами а наклона осей их валов (см. рис. 5.1): чем больше эти углы, тем в более тяжелых условиях работает передача. В особо тяжелых условиях работает карданная передача ведущих управляемых колес переднеприводных автомобилей, у которых угол наклона осей валов, изменяясь по величине и направлению (при повороте автомобиля), может достигать  $35-40^\circ$ . В таких передачах применяют шарниры *равных угловых скоростей* (шариковые или кулачковые), обеспечивающие передачу крутящего момента, равномерное вращение ведомого вала и поворот управляемых колес.

Широкое распространение получили карданные шариковые шарниры (рис. 5.5, а) с делительными канавками, состоящие из двух вилок 1 и 4, пяти шариков 9 и штифта 7. Вилки 1 и 4 изготовлены как одно целое со шлицевыми валами 5. При помощи торцовых сфериче-

ских углублений и центрального шарика 8 вилки центрируются между собой. Положение шарика 8 фиксируется штифтом 7, удерживаемым от осевых смещений шпилькой 6. В делительные канавки 2 и 3 вилок закладываются четыре рабочих шарика 9, которые удерживаются от выкатывания из делительных канавок центральным шариком 8.

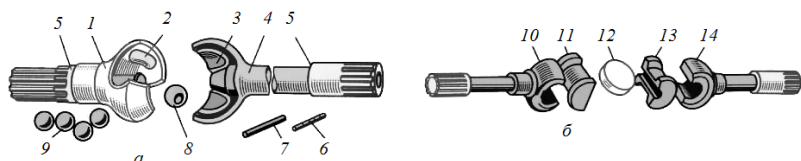


Рис. 5.5. Карданные шарниры равных угловых скоростей: *а* – шариковый: 1, 4 – вилки; 2, 3 – делительные канавки; 5 – шлицевой вал; 6 – шпилька; 7 – штифт; 8 – центральный шарик; 9 – рабочий шарик; *б* – кулачковый: 10, 14 – вилка; 11, 13 – кулачек; 12 – диск

При вращении ведущего вала крутящий момент от одной вилки к другой передается через рабочие шарики. Делительные канавки имеют такую форму, которая независимо от угловых перемещений вилок обеспечивает расположение шариков в плоскости, делящей пополам угол между осями вилок, в результате чего оба вала вращаются с равными угловыми скоростями.

Наряду с шариковыми шарнирами часто применяют и кулачковые шарниры (рис. 5.5, б) равных угловых скоростей, состоящие из двух вилок 10 и 14, двух кулачков 11 и 13 и диска 12. Диск заходит в пазы кулачков и передает вращение от ведущей вилки к ведомой. В вертикальной плоскости вилки поворачиваются вокруг кулачков, а в горизонтальной – вместе с кулачками вокруг диска. Кулачковый карданный шарнир работает подобно двум сочлененным жестким карданным шарнирам, из которых первый создает неравномерность вращения, а второй устраняет эту неравномерность. Этим и достигается вращение ведущего и ведомого валов с равными угловыми скоростями.

Из-за простоты конструкции и сравнительно высокой работоспособности шариковые и кулачковые карданные шарниры нашли широкое применение в приводах к ведущим управляемым колесам многих автомобилей (ЗИЛ-433420, ГАЗ-3308, -33097 «Садко», КамАЗ-4310, ВАЗ-2109, -2112 и др.).

## 6. ГЛАВНАЯ ПЕРЕДАЧА, ДИФФЕРЕНЦИАЛ

*Главная передача* служит для увеличения подводимого к ней крутящего момента и передачи его через дифференциал на полуоси, расположенные под прямым углом к продольной оси машины (рис. 6.1).

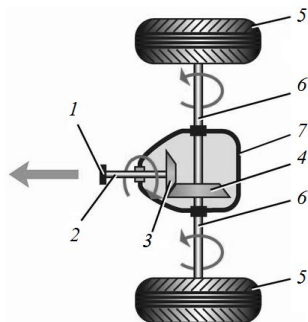


Рис. 6.1. Схема работы главной передачи: 1 – фланец; 2 – вал ведущей шестерни; 3 – ведущая шестерня; 4 – ведомая шестерня; 5 – ведущие (задние) колеса; 6 – полуоси; 7 – картер главной передачи

Крутящий момент от коленчатого вала двигателя через сцепление, коробку передач и карданную передачу передается на пару косозубых шестерен, которые находятся в постоянном зацеплении. Главная передача состоит из: ведущей шестерни 3, и ведомой шестерни 4. Конструктивно главные передачи представляют собой зубчатые или червячные редукторы; последние из-за сравнительно малого КПД широкого распространения не получили. На автомобилях в основном применяют зубчатые главные передачи, которые делятся на одинарные и двойные. Передаточное число главной передачи (передаточное число – это отношение числа зубьев ведомой шестерни к числу зубцов ведущей шестерни) в основном зависит от быстроходности и мощности двигателя, массы и назначения машины и для большинства современных автомобилей составляет 4–9. Для легковых автомобилей обычно применяют одинарную главную передачу, для грузовых автомобилей и тракторов – как одинарную, так и двойную.

*Одинарная главная передача* (рис. 6.2, б–з) состоит из одной пары цилиндрических (рис. 6.2, б) или конических зубчатых колес со спиральными зубьями (рис. 6.2, в, з).

*Цилиндрическая главная передача* (рис. 6.2, б) применяется в переднеприводных легковых автомобилях при поперечном расположении двигателя и размещается в общем картере с коробкой передач и сцеплением. Ее передаточное число равно 3,5–4,2, а шестерни могут

быть прямозубыми, косозубыми и шевронными. Цилиндрическая главная передача имеет высокий КПД – не менее 0,98, но она уменьшает дорожный просвет у автомобиля и более шумная.

*Коническая главная передача* (рис. 6.2, в) применяется на легковых автомобилях и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности. Оси ведущей 1 и ведомой 2 шестерен в конической главной передаче лежат в одной плоскости и пересекаются, а шестерни выполнены со спиральными зубьями.

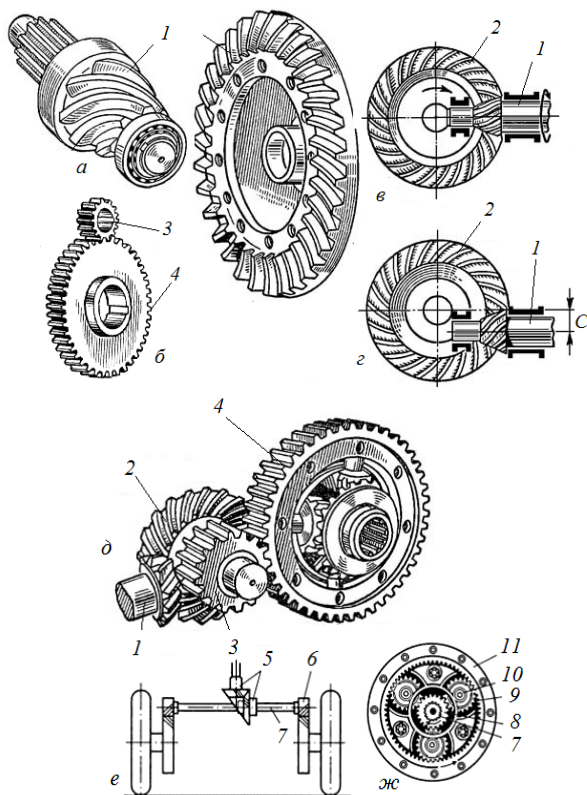


Рис. 6.2. Схемы главных передач: а – устройство; б – цилиндрическая; в – коническая; г – гипоидная; д – двойная; е – разнесенная; ж – однорядный планетарный колесный редуктор: 1 – ведущая коническая шестерня; 2 – ведомое колесо; 3, 4 – цилиндрические шестерни; 5 – спиральные конические шестерни; 6 – цилиндрические шестерни; 7 – полуось; 8 – солнечная шестерня; 9 – сателлит; 10 – ось; 11 – коронная шестерня

К такой передаче крутящий момент передается от карданной передачи на ведущую коническую шестерню 1, а от нее – на ведомое колесо 2, которое через специальный механизм (дифференциал) и полуоси передает вращение на ведущие колеса автомобиля. Передача имеет повышенную прочность зубьев шестерен, небольшие размеры и позволяет снизить центр тяжести автомобиля. КПД конической главной передачи со спиральным зубом 0,97–0,98. Передаточные числа конических главных передач 3,5–4,5 у легковых автомобилей и 5–7 у грузовых автомобилей и автобусов.

*Гипоидная главная передача* (рис. 6.2, з) имеет широкое применение на легковых и грузовых автомобилях. Оси ведущей 1 и ведомой 2 шестерен гипоидной главной передачи в отличие от конической не лежат в одной плоскости и не пересекаются, а перекрещиваются. Передача может быть с верхним или нижним гипоидным смещением С. Гипоидная главная передача с верхним смещением используется на многоосных автомобилях, так как вал ведущей шестерни должен быть проходным, а на переднеприводных автомобилях – исходя из условий компоновки. Главная передача с нижним гипоидным смещением широко применяется на легковых автомобилях.

Передаточные числа гипоидных главных передач легковых автомобилей 3,5–4,5, а грузовых автомобилей и автобусов 5–7. В гипоидной передаче одновременно в зацеплении находится большее число зубьев, чем в обычной конической передаче, в результате чего она по сравнению с другими более прочная и бесшумная, имеет высокую плавность зацепления, малогабаритная и ее можно применять на грузовых автомобилях вместо двойной главной передачи. Гипоидная передача имеет КПД, равный 0,96–0,97. При нижнем гипоидном смещении имеется возможность ниже расположить карданную передачу и снизить центр тяжести автомобиля, повысив его устойчивость. Однако гипоидная главная передача требует высокой точности изготовления, сборки и регулировки. Она также требует из-за повышенного скольжения зубьев шестерен применения специального гипоидного масла с сернистыми, свинцовыми, фосфорными и другими присадками, образующих на зубьях шестерен прочную масляную пленку.

Одинарные главные передачи со спиральными зубьями применяют на автомобилях УАЗ, а гипоидные – на автомобилях ЗИЛ-4331, -5301 «Бычок», ГАЗ-3307, ВАЗ-2106, ИЖ-21261, автобусе ПАЗ-3205 и др.

*Двойные главные передачи* конструктивно могут выполняться в одном картере – центральные (рис. 6.2, д) или каждая пара зубчатых

колес располагается отдельно – разнесенные (рис. 6.2, *е*). В последнем случае главная передача состоит из двух отдельных механизмов: одинарной конической зубчатой передачи, устанавливаемой в заднем мосту, и цилиндрических зубчатых передач – колесных редукторов.

*Двойная центральная передача* (см. рис. 6.2, *д*) состоит из пары конических и пары цилиндрических шестерен. Цилиндрические шестерни 3 и 4 имеют прямые или косые зубья, а конические 1 и 2 – спиральные. Крутящий момент передается от ведущей конической шестерни 1 к ведомой 2, установленной на одном валу с цилиндрической шестерней 3, которая передает крутящий момент на цилиндрическую шестерню 4. Двойная главная передача по сравнению с одинарной обладает более высокой механической прочностью и позволяет увеличить передаточное число при достаточно большом дорожном просвете под балкой (картером) ведущего моста, что повышает проходимость автомобиля.

В *разнесенной главной передаче* (рис. 6.2, *е*) коническая пара шестерен 5 находится в картере в центре ведущего моста, а цилиндрические шестерни 6 в колесных редукторах (бортовая передача). При этом цилиндрические шестерни соединяются полуосями 7 через дифференциал с конической парой шестерен. Крутящий момент от конической пары через дифференциал и полуоси 7 подводится к колесным редукторам.

Широкое применение в *разнесенных главных передачах* получили *однорядные планетарные колесные редукторы*. Такой редуктор (рис. 6.2, *ж*) состоит из прямозубых шестерен – *солнечной* 8, *коронной* 11 и трех *сателлитов* 9. Солнечная шестерня приводится во вращение через полуось 7 и находится в зацеплении с тремя сателлитами, свободно установленными на осях 10, жестко связанных с балкой моста. Сателлиты входят в зацепление с коронной шестерней 11, прикрепленной к ступице колеса. Крутящий момент от центральной конической пары шестерен 5 к ступицам ведущим колес передается через дифференциал полуоси 7, солнечные шестерни 8, сателлиты 9 и коронные шестерни 11.

При разделении *главной передачи* на две части уменьшаются нагрузки на полуоси и детали дифференциала, а также уменьшаются размеры картера и средней части ведущего моста. В результате увеличивается дорожный просвет и тем самым повышается проходимость автомобиля. Однако разнесенная главная передача более сложна, имеет большую металлоемкость, дорогостояща и трудоемка в обслуживании.

Двойные главные передачи применяют на автомобилях большой массы и автобусах, на некоторых из них (автомобили МАЗ-5335) устанавливают разнесенную главную передачу (см. рис. 6.2, жс).

При повороте автомобиля его внутреннее ведущее колесо проходит меньший путь, чем наружное, поэтому чтобы качение внутреннего колеса происходило без скольжения, оно должно вращаться медленнее, чем наружное (рис. 6.3). Это необходимо для того, чтобы исключить при повороте пробуксовывание колес, которое вызывает повышенное изнашивание шин, затрудняет управление автомобилем и увеличивает расход топлива.

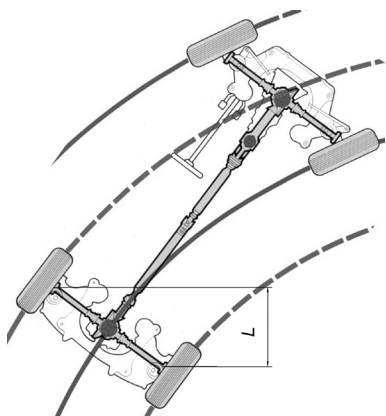


Рис. 6.3. Схема движения ведущих колес автомобиля при повороте:  $L$  – разность пути пройденного ведущими колесами

Для обеспечения разных значений частоты вращения ведущих колес их крепят не на одном общем валу, а на двух полуосях, связанных между собой межколесным дифференциалом, подводящим к полуосям крутящий момент от главной передачи. Таким образом, дифференциал служит для распределения крутящего момента между ведущими колесами и позволяет правому и левому колесам при поворотах автомобиля и при его движении на криволинейных участках дороги вращаться с разной частотой.

В зависимости от вида транспортного средства дифференциал устанавливается:

- на автомобилях с одной ведущей осью дифференциал располагается на ведущей оси;
- на автомобилях со двояной ведущей осью два дифференциала, по одному на каждой оси;

- на автомобилях с подключаемым полным приводом по одному дифференциалу на каждой оси. На таких машинах не рекомендуется ездить по дорогам с плотным покрытием с включенным полным приводом;

- на автомобилях с постоянным полным приводом есть три дифференциала: по одному на каждой оси (межколёсный), плюс один распределяет крутящий момент между осями (межосевой);

- при трёх или четырёх ведущих мостах (колёсная формула  $6 \times 6$  или  $8 \times 8$ ) добавляется ещё межтележечный дифференциал.

Крутящий момент дифференциалу подводится от двигателя через агрегаты трансмиссии (коробку передач, карданный вал, главную передачу и т. д.).

Наиболее известным видом дифференциала является межколёсный дифференциал автомобиля, выполненный на основе простого пространственного планетарного механизма (рис. 6.4).

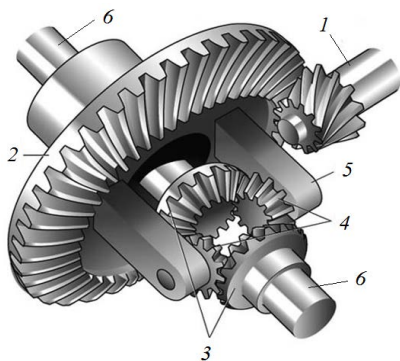


Рис. 6.4. Принципиальная схема дифференциала: 1 – ведущая шестерня главной передачи; 2 – ведомая шестерня главной передачи; 3 – шестерни полуосей; 4 – сателлиты; 5 – водило (корпус); 6 – полуоси

Принципиальное устройство дифференциала – шестерни 3 полуосей 6 и сателлитов 4 размещены в корпусе 5. Водило (корпус 5) жестко соединено с ведомой шестерней 2, которая принимает крутящий момент от ведущей шестерни главной передачи 1. Корпус 5 передает вращение посредством сателлитов полуосям 6, вращающим ведущие колеса. Сателлиты имеют две степени подвижности. Они зафиксированы на осях в корпусе, поэтому и вращаются вместе с ведомой шестерней главной передачи. Также они могут вращаться и вокруг своей оси, эти и обеспечиваются разные угловые скорости полуосей при неизменности величины крутящего момента.

Межколесный дифференциал бывает симметричным или несимметричным, соответственно распределяющим крутящий момент между полуосями поровну или не поровну. Благодаря его свойству пропорционально распределять крутящий момент несимметричный дифференциал с цилиндрической передачей устанавливают между мостами полноприводных автомобилей.

На автомобилях получили наибольшее применение межколесные конические симметричные дифференциалы, межосевые конические и кулачковые дифференциалы повышенного трения.

Основная особенность любого симметричного дифференциала – равное распределение крутящего момента между ведущими колесами. Эта особенность в некоторых случаях оказывает отрицательное влияние при преодолении автомобилем труднопроходимых участков дороги. В случае попадания одного из колес автомобиля, например левого, на скользкое покрытие дороги (лед, мокрый грунт и т. п.) крутящий момент на нем уменьшается до значения, ограниченного коэффициентом сцепления колеса с дорогой. Такой же крутящий момент действует и на правое колесо, хотя оно находится на поверхности с высоким коэффициентом сцепления. Если суммарный момент будет недостаточен для движения автомобиля, то последний не сможет тронуться с места. В этом случае левое колесо будет буксовать, а правое оставаться практически неподвижным. Для улучшения проходимости на автомобилях применяют полную или частичную блокировку дифференциалов, степень которой оценивают коэффициентом блокировки.

*Коэффициент блокировки ( $K_B$ )* – это отношение крутящего момента на отстающем колесе к моменту на забегающем. Его величина для симметричного дифференциала равна 1 (моменты на обоих колесах равны), для дифференциалов повышенного трения  $K_B = 1-5$ . То есть, при  $K_B = 3$  момент на отстающем колесе будет в три раза больше, чем на буксующем, а при  $K_B = 5$  – в пять раз. Но момент на колесе в эту секунду будет возможным от 20 до 70 %, в зависимости от возможности блокирующего механизма. Чем больше  $K_B$ , тем лучше проходимость автомобиля. Например, при большом коэффициенте блокировки ухудшаются управляемость и устойчивость транспортного средства при движении по асфальту. Это связано с тем, что на отстающем колесе момент в несколько раз больше, и оно старается как бы «вытолкнуть» автомобиль из поворота. К тому же возрастает износ шин из-за частичной пробуксовки, нагрузки на элементы привода, снижается к.п.д., что приводит к увеличению расхода топлива.

*Конический симметричный дифференциал* (рис. 6.5, а) представляет собой шестеренный механизм, смонтированный в главной передаче, и состоит из двух конических зубчатых колес 2 и 8, шестерен-сателлитов 1 и 7 и крестовины 4. Ведомое колесо 5 главной передачи жестко соединено с коробкой дифференциала, состоящей из двух чашек, между которыми крепится крестовина. Полуосевые зубчатые колеса 2 и 8 установлены в коробке дифференциала на шлицах полуосей 3 и 9, соединенных с ведущими колесами автомобиля. От ведущей шестерни 6 главной передачи крутящий момент передается на ведомое колесо 5 и коробку дифференциала, вместе с которой вращается крестовина 4 с расположенными на ней шестернями-сателлитами 1 и 7.

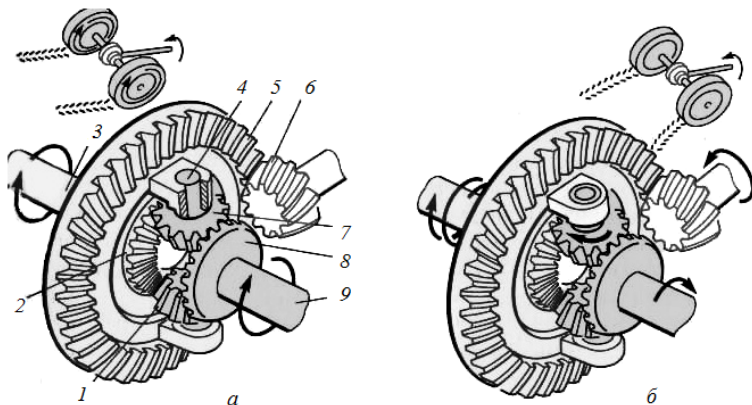


Рис. 6.5. Конический симметричный дифференциал: а – устройство; б – схема работы; 1, 7 – шестерни-сателлиты; 2, 8 – полуосевые зубчатые колеса; 3, 9 – полуоси; 4 – крестовина; 5 – ведомое колесо главной передачи; 6 – ведущая шестерня главной передачи

При прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге оба ведущих колеса испытывают одинаковые сопротивления качению и проходят одинаковые пути. Поэтому сателлиты, вращаясь вместе с крестовиной и коробкой дифференциала, сообщают зубчатым колесам 2 и 8 одинаковую частоту вращения, а сами относительно своих осей не поворачиваются. При этом сателлиты как бы заклинивают полуосевые зубчатые колеса, соединяя обе полуоси.

При движении автомобиля на повороте (рис. 6.5, б) его внутреннее колесо проходит меньший путь, чем наружное, в результате чего по-

луось 9 (см. рис. 6.5, а) и полуосевое зубчатое колесо 8, связанные с внутренним колесом автомобиля, вращаются медленнее. При этом шестерни-сателлиты 1 и 7, вращаясь на шипах крестовины 4, перекачиваются по замедлившему вращению полуосевому зубчатому колесу 8 в результате чего повышается частота вращения полуосевого зубчатого колеса 2 и полуоси 3. Таким образом, ведущие колеса автомобиля при повороте получают возможность проходить за одно и то же время разные пути без юза и пробуксовывания.

*Межосевой конический дифференциал* устанавливают на автомобилях повышенной проходимости с колесными формулами 6×4 и 6×6, для распределения вращательного движения между средним и задним ведущими мостами, а также для обеспечения различных частот вращения ведущих колес этих мостов в разных условиях сцепления колес с дорогой.

*Кулачковый дифференциал повышенного трения* (рис. 6.6) благодаря дополнительным силам трения (в результате самоблокировки) передает больший крутящий момент на то колесо автомобиля, которое вращается медленнее, что уменьшает возможность его пробуксовывания и повышает устойчивость автомобиля против бокового заноса.

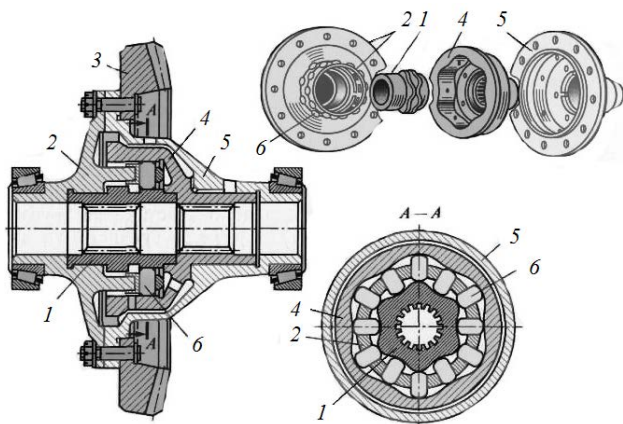


Рис. 6.6. Кулачковый дифференциал повышенного трения автомобилей ГАЗ-3308, -33097 «Садко»: 1 – внутренняя звездочка; 2 – сепаратор; 3 – ведомое зубчатое колесо; 4 – наружная звездочка; 5 – чашка; 6 – сухари

Картер кулачкового механизма состоит из двух половин, соединенных болтами вместе с ведомым зубчатым колесом 3 и опирающихся на

конические роликовые подшипники. Правой половиной дифференциала является его чашка 5, а левой – сепаратор 2. В сепараторе 2 расположены два ряда радиальных отверстий (по 12 отверстий в каждом ряду), в которых размещены сухари 6, установленные между внутренней 7 и наружной 4 звездочками, при помощи шлицов соединенными с полуосями. Внешняя поверхность внутренней звездочки 7 по окружности имеет два ряда кулачков (по шесть кулачков в каждом ряду), а внутренняя поверхность наружной звездочки 4 имеет один ряд кулачков. Крутящий момент от ведомого колеса 3 передается сепаратору 2, а от него через сухари 6 – на кулачки звездочек и затем на полуоси.

При движении автомобиля по прямой и ровной дороге сопротивление движению обоих колес одинаково и звездочки вращаются с одинаковой частотой. При движении автомобиля по скользкой дороге в случае, когда одно колесо испытывает большее сопротивление, чем другое, сепаратор дифференциала прижимает сухари к кулачкам наружной и внутренней звездочек. В результате самоблокировки дифференциала возникает сила трения, которая на отстающей звездочке направлена в сторону вращения, а на забегающей – против вращения. При этом крутящий момент распределяется между звездочками неодинаково: на отстающей он будет больше на величину момента сил трения, на забегающей – меньше на ту же величину.

Из-за наличия сил трения происходит перераспределение момента между колесами. Наряду с этим в результате повышенного трения между сухарями и звездочками требуется значительное усилие для изменения частоты вращения одной звездочки относительно другой, что может произойти только при сравнительно большой разнице между дорожными сопротивлениями правого и левого колес. Поэтому у автомобилей с такими дифференциалами при пробуксовывании одного колеса полная остановка другого колеса будет происходить значительно реже по сравнению с автомобилями, имеющими конический симметричный дифференциал.

На ряде моделей автомобилей повышенной проходимости (ГАЗ-33097 «Садко» и др.) кулачковый самоблокирующийся дифференциал устанавливается также и в главной передаче переднего ведущего моста, что обеспечивает эффективную эксплуатацию этих автомобилей в тяжелых дорожных условиях.

У тракторов семейства МТЗ главная передача и дифференциал расположены в заднем мосту.

Задний мост трактора Беларус-1523 (рис. 6.7) состоит из: главной передачи, дифференциала с гидрорегулируемой фрикционной муфтой

блокировки, бортовых передач, расположенных в корпусе заднего моста, и конечных передач, расположенных в рукавах полуосей.

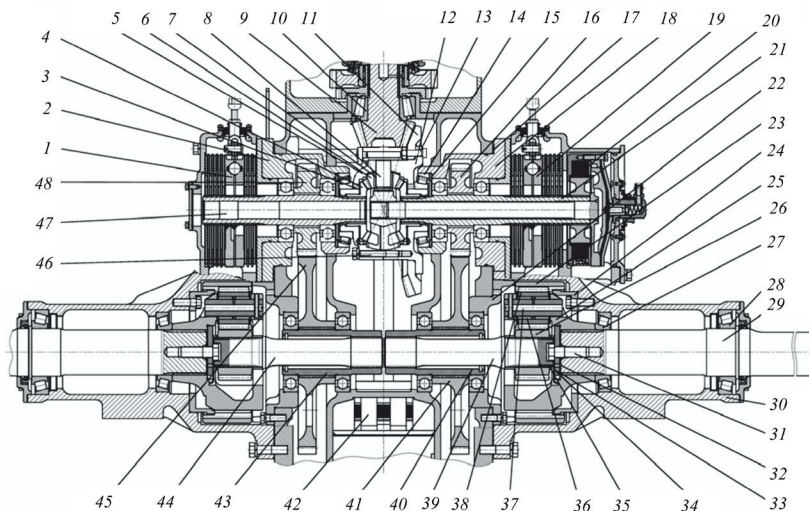


Рис. 6.7. Задний мост трактора Беларус-1523: 1 – тормоз левый; 2, 18 – стакан подшипников; 3 – шайба опорная; 4 – полуосевая шестерня; 5 – крышка дифференциала; 6 – сателлит; 7 – шайба сферическая; 8 – крестовина дифференциала; 9 – ведущая шестерня главной передачи; 10 – подшипник роликовый конический; 11 – шестерня ведомая; 12 – корпус дифференциала; 13, 31, 46 – болт; 14, 27, 28 – подшипник роликовый конический; 15 – кольцо упорное; 16, 48 – шестерня ведущая бортовой передачи; 17, 32 – прокладки регулировочные; 19 – тормоз правый; 20 – муфта блокировки дифференциала; 21 – вал правой ведущей шестерни; 22 – стакан подшипников; 23 – шестерня коронная; 24 – ступица коронной шестерни; 25 – водило; 26 – шестерня солнечная; 29 – полуось; 30 – рукав полуоси; 33 – шайба; 34 – пластина стопорная; 35 – шайба; 36 – ролик; 37 – ось сателлитов; 38 – сателлит; 39, 44 – вал-торсион; 40, 43 – втулка ведомой шестерни; 41, 45 – втулка ведомой шестерни; 42 – ВОМ задний; 47 – вал левой ведущей шестерни

Главная передача – коническая с круговыми зубьями – состоит из ведущей конической шестерни 9, выполненной за одно целое с вторичным валом коробки перемены передач (КП) и ведомой шестерни 11, закрепленной болтами 13 на корпусе дифференциала 12.

Дифференциал – блокируемый, конический, закрытый состоит из корпуса 12 и крышки 5, соединенных болтами 46 крестовины 8, четырех сателлитов 6 со сферическими шайбами 7 и двух полуосевых шестерен 4 с опорными шайбами 3. Корпус дифференциала в сборе подерживается в корпусе заднего моста двумя роликоподшипниками 14.

Для блокировки дифференциала предусмотрена гидроуправляемая фрикционная многодисковая муфта 20, которая блокирует крестовину и сателлиты с правой полуосевой шестерней дифференциала.

Многодисковая гидроуправляемая муфта блокировки дифференциала заднего моста трактора Беларус-1523 расположена в кожухе 8, который через кожух левого двухдискового (трехдискового) тормоза и стакан подшипников прикреплен болтами к корпусу рис. 6.8.

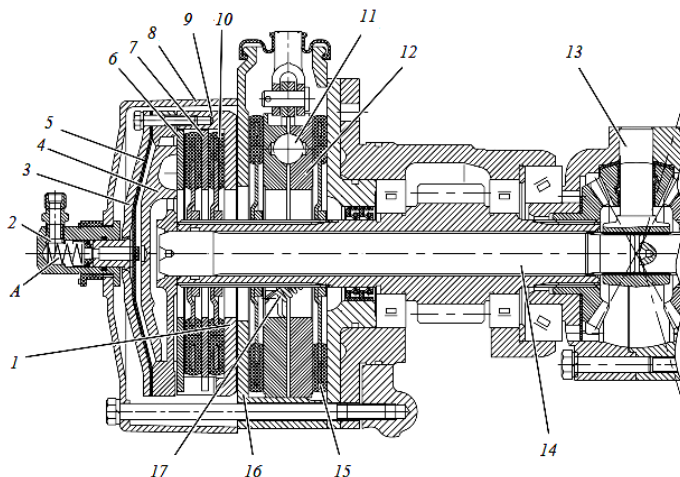


Рис. 6.8. Муфта блокировки дифференциала:

1 – муфта блокировки; 2 – переходник; 3 – крышка диафрагмы; 4 – диск нажимной блокировки дифференциала; 5 – диафрагма; 6 – отжимной диск; 7 – промежуточный диск; 8 – кожух муфты блокировки дифференциала; 9 – корпус муфты; 10 – диск фрикционный муфты блокировки; 11 – шарик; 12 – диск нажимной тормоза; 13 – крестовина дифференциала; 14 – вал блокировочный; 15 – диск тормозной; 16 – кожух левого рабочего тормоза; 17 – пружины стяжные

В кожухе 16 двухдискового сухого рабочего тормоза смонтированы тормозные диски 15, нажимные диски 12, шарики 11 и стяжные пружины 17.

Муфта состоит из вала блокировки 14, соединенного посредством шлицев с крестовиной дифференциала 13, корпуса 9, нажимного диска 4, отжимного диска 6, диафрагмы 5, крышки 3, переходника 2 и дисков 10, установленных на шлицах левой ведущей шестерни конечной передачи.

При подводе масла от гидросистемы управления блокировки диф-

ференциала под давлением в рабочую полость «А» диафрагма 5 с нажимным диском 4 перемещаются и прижимают диски 10 к опорным поверхностям корпуса 9, промежуточного диска 7 и отжимного диска 6, блокируя дифференциал (крестовину дифференциала с левой полуосевой шестерней). При соединении полости «А» со сливом дифференциал разблокируется.

Нормальное положение муфты блокировки – выключенное.

Система управления блокировкой дифференциала заднего моста трактора Беларус-1523 представлена на рис. 6.9.

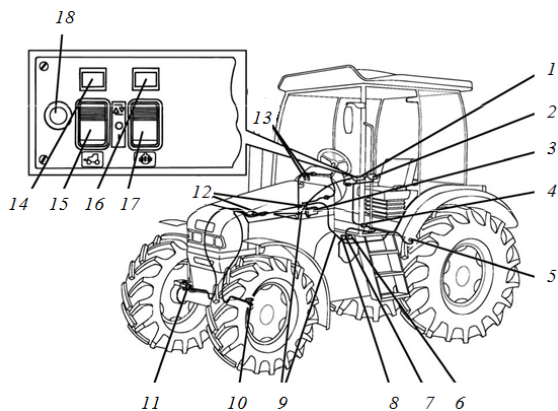


Рис. 6.9. Система управления блокировкой дифференциала (БД) заднего моста и приводом переднего ведущего моста (ПВМ): 1 – панель управления; 2 – блок предохранителей; 3 – блок пусковых реле; 4 – штепсельный разъем; 5 – датчик реверса; 6 – электрогидрораспределитель управления БД; 7 – датчик автоматического включения привода ПВМ; 8 – гидрораспределитель управления приводом ПВМ; 9 – соединительные кабели; 10, 11 – датчики угла поворота направляющих колес;  $\pm 13$  град и  $\pm 25$  град, соответственно; 12 – соединительные колодки; 13 – датчики включенного состояния рабочих тормозов; 14, 16 – сигнализаторы; 15 – переключатель управления приводом ПВМ; 17 – переключатель управления БД; 18 – включатель звукового сигнала

Она состоит из панели управления 1 расположенной в кабине трактора справа от водителя, датчика 10 угла поворота направляющих колес, установленного на ПВМ с левой стороны, двух датчиков 13 включенного состояния рабочих тормозов, расположенных под тормозными педалями электрогидрораспределителя 6, установленного на правой крышке коробки перемены передач и гидравлически связанного с фрикционной муфтой блокировки дифференциала заднего моста, соединительных кабелей 9 с разъемом 4 и колодками 12 рис. 6.9. Систе-

ма запитана от бортовой электросети через блок предохранителей 2. Питание системы осуществляется после запуска двигателя от блока пусковых реле 3.

На панели 1 расположены клавишный переключатель 17 управления БД заднего моста и сигнализатор 16 включенного состояния БД заднего моста.

Переключатель 17 имеет три положения:

- блокировка автоматическая (верхнее фиксированное);
- блокировка принудительная (нижнее нефиксированное);
- блокировка выключена (среднее фиксированное).

В положении переключателя 17 «Блокировка выключена» к электрогидрораспределителю 6 не подается питание, муфта БД заднего моста сообщена со сливом и дифференциал заднего моста разблокирован.

В положении переключателя 17 «Блокировка автоматическая» (при выполнении работ со значительным относительным буксованием задних колес) включается электрогидрораспределитель 6, который направляет поток масла под давлением к муфте БД заднего моста и блокирует дифференциал. Разблокирование дифференциала будет происходить автоматически при повороте направляющих колес на угол более  $13^\circ$  в любую сторону или при включении одного или обоих рабочих тормозов. При необходимости кратковременного блокирования задних колес, в том числе и при повороте, нажмите нижнюю часть клавиши 17 в положение «Блокировка принудительная» и удерживайте ее в этом положении. При отпуске клавиши происходит разблокирование («Блокировка выключена»).

Скорость движения трактора при включенной блокировке не должна превышать 12 км/ч. Работа трактора с постоянно включенной блокировкой дифференциала на транспорте при движении по дорогам с твердым покрытием запрещается!

Гидравлическое управление блокировкой дифференциала заднего моста тракторов тягового класса 6–14 кН семейства МТЗ осуществляется из кабины педалью 1 (рис. 6.10), которая через рычаги воздействует на кран блокировки, расположенный под полом кабины.

Педаля 1 управления блокировкой дифференциала имеет два положения:

- «Блокировка выключена» – крайнее верхнее положение педали (педаля не нажата);

- «Блокировка включена принудительно» – при нажатии на педаль до упора и удержании ее в этом положении. Используется для кратковременного блокирования задних колес при преодолении дорожных препятствий на полевых и транспортных работах и при выполнении различных работ со значительным относительным буксованием задних

колес. Положение нефиксированное – при отпускании педали она возвращается в исходное положение «Выключено».

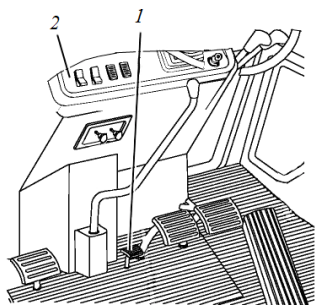


Рис. 6.10. Управление блокировкой дифференциала заднего моста: 1 – педаль управления блокировкой дифференциала; 2 – щиток приборов

Кран блокировки дифференциала 2 (рис. 6.11) встроен в сливную гидролинию ГОРУ и управляет потоком масла, подводимого к муфте блокировки.

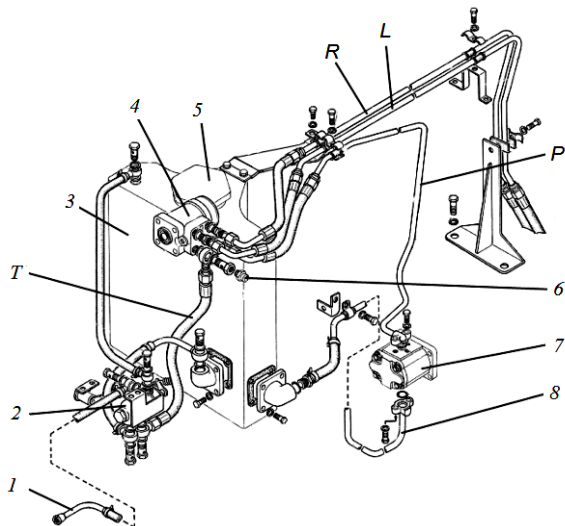


Рис. 6.11. Гидрообъемное рулевое управление и кран блокировки дифференциала (для тракторов Беларус-570): 1 – маслопровод муфты блокировки дифференциала; 2 – кран блокировки; 3 – объединенный маслбак ГНС и ГОРУ; 4 – насос-дозатор; 5 – сливной фильтр; 6 – датчик аварийного давления масла; 7 – насос питания ГОРУ; 8 – гидролиния всасывания; P – гидролиния нагнетательная; T – гидролиния сливная; L – гидролиния левого поворота; R – гидролиния правого поворота

В выключенном положении (педаль не нажата) масло из насоса-дозатора 4 рулевого управления свободно проходит через кран блокировки 2 и сливается в маслобак 3.

При нажатии на педаль 10 (рис. 6.12) рычаги 11, 18 поворачивают золотник 32 крана блокировки 1, 2, 21–33, который направляет поток масла под давлением 9–13 кгс/см<sup>2</sup> в муфту блокировки и дифференциал блокируется.

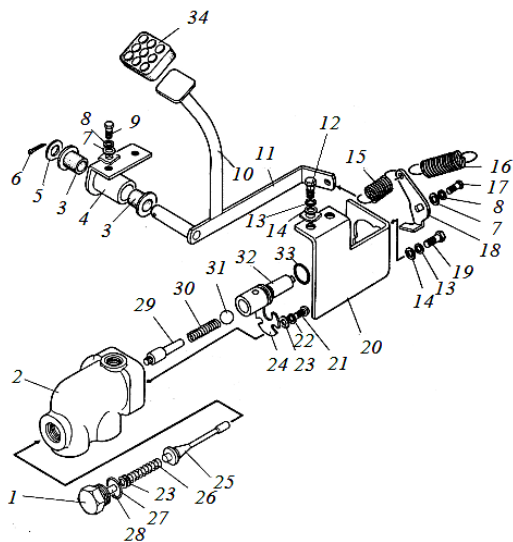


Рис. 6.12. Управление блокировкой дифференциала: 1 – пробка; 2 – корпус крана; 3 – втулка; 4 – кронштейн; 5 – шайба; 6 – шплинт; 7, 14, 23 – шайба; 8, 13, 22 – шайба пружинная; 9, 12, 17, 19, 21 – болт; 10 – педаль; 11 – рычаг; 15, 16 – пружина; 18 – рычаг золотника; 20 – кронштейн; 24 – стопор; 25 – клапан; 26 – пружина; 27 – кольцо; 28 – упор; 29 – направляющая; 30 – пружина; 31 – шарик; 32 – золотник; 33 – кольцо; 34 – подушка педали

При отпускании педали 10 возвратная пружина 16 поднимает педаль, золотник 32 поворачивается в исходное положение, масло из муфты блокировки через кран блокировки сливается в масляный бак гидросистемы и муфта разблокируется.

Передний ведущий мост семейства тракторов МТЗ имеет самоблокирующийся дифференциал повышенного трения (рис. 6.13).

Самоблокирующийся дифференциал автоматически соединяет оба полуосевых вала 1 в одно целое, в случае, когда колеса находятся в различных условиях по сцеплению, увеличивая тягу переднего ведущего моста.

При передаче на дифференциал моментов от сопротивления левого и правого колес, через скосы в коробках дифференциала 17 и 20, на крестообразно расположенные оси сателлитов 18 действуют силы Р.

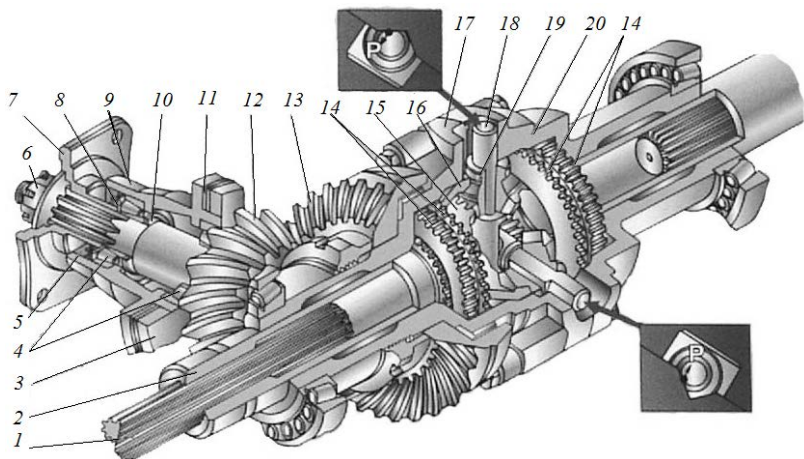


Рис. 6.13. Самоблокирующийся дифференциал повышенного трения переднего ведущего моста: 1 – вал полуосевой; 2 – шестерня полуосевая; 3 – корпус; 4 – роликоподшипники; 5 – манжета уплотнения; 6 – гайка; 7 – фланец; 8 – маслоотражатель; 9 – стакан ведущей шестерни главной передачи; 10 – кольцо регулировочное; 11 – прокладки регулировочные; 12 – ведущая шестерня главной передачи; 13 – ведомая шестерня главной передачи; 14 – ведущий и ведомый фрикционные диски; 15 – коническая шестерня дифференциала; 16 – чашка нажимная; 17 – коробка дифференциала правая; 18 – ось сателлитов; 19 – сателлит; 20 – коробка дифференциала левая

Под действием сил  $P$  оси 18 выходят из углублений и через сателлиты 19, нажимные чашки 16 сжимают фрикционные диски 14. Происходит блокировка дифференциала.

При повороте трактора, когда внешние силы превышают трение в фрикционных дисках, последние пробуксовывают – дифференциал работает.

Описанные главные передачи с дифференциалами являются составными частями ведущих мостов, поэтому их работа и взаимодействие с деталями узлов привода колес рассмотрены на примерах ведущих мостов конкретных автомобилей и тракторов.

У полноприводных машин различают передний ведущий мост (ПМ), задний ведущий мост (ЗМ), в случае колесной формулы 6×6 – средний ведущий мост (СМ). В настоящее время на автомобилях с колесной формулой 6×6 используются проходные средние ведущие мосты, т. е. подводимый к нему крутящий момент распределяется между ведущими колесами самого моста и задним ведущим мостом. В конструкцию ведущего моста гусеничного трактора встраиваются

механизмы поворота. Ведущий мост полноприводной машины включает следующие агрегаты (рис. 6.14): главную передачу, дифференциал, полуоси, бортовую передачу и шарнир равных угловых скоростей (ШРУС). ШРУС устанавливается только в переднем ведущем мосту.

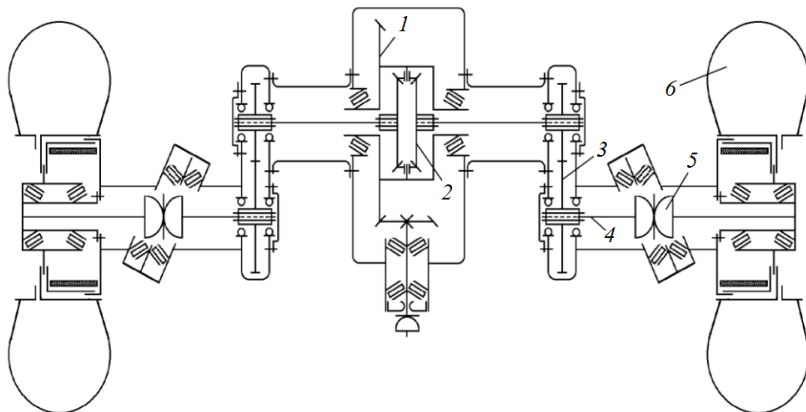


Рис. 6.14. Передний ведущий мост автомобиля: 1 – главная передача; 2 – дифференциал; 3 – бортовая передача; 4 – полуось; 5 – ШРУС; 6 – ведущее колесо

В корпусе заднего моста гусеничного трактора размещены главная передача и механизм поворота. К боковым поверхностям заднего моста крепятся корпуса бортовых (конечных) передач. Бортовая передача предназначена для повышения общего передаточного числа трансмиссии и дорожного просвета трактора. Бортовая передача тракторов является тяжело нагруженной зубчатой передачей. Подшипники ведущих звездочек тракторов подвержены динамическим нагрузкам как от взаимодействия с препятствиями, так и от воздействия сил натяжения гусеничной цепи. Поэтому предъявляются повышенные требования к жесткости их корпусов и точности получения межцентровых расстояний шестерен, что оказывает большое влияние на срок службы передачи. Не меньшее значение имеет герметизация корпуса во избежание попадания грязи, пыли и воды.

Для получения большого дорожного просвета или высоких значений передаточных чисел трансмиссии (с целью разгрузки коробки передач и других агрегатов трансмиссии от значительных нагрузок) используются двойные бортовые передачи.

## 7. МЕХАНИЗМЫ ПОВОРОТА ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Устройство для поворота большинства гусеничных тракторов представляет собой самостоятельный механизм, размещенный за главной передачей. От двигателя к главной передаче идет один поток мощности, который далее распределяется механизмом поворота между правой и левой гусеницами. В отечественных гусеничных трелевочных тракторах применение получили сухие многодисковые фрикционные муфты поворота, включенные в систему трансмиссии (рис. 7.1).

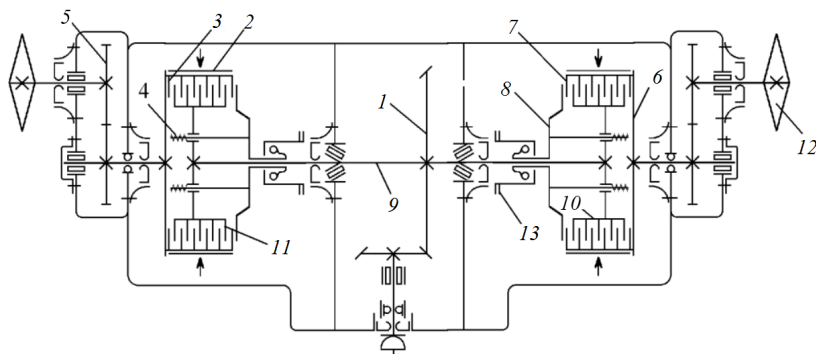


Рис. 7.1. Многодисковая муфта поворота: 1 – главная передача; 2 – ленточный тормоз; 3 – опорный диск; 4 – пружина; 5 – бортовая передача; 6 – ведомый барабан; 7 – ведомые диски; 8 – нажимной диск; 9 – поперечный вал; 10 – ведущий барабан; 11 – ведущие диски; 12 – ведущая звездочка; 13 – механизм выключения

Поперечный вал 9, получающий вращение от главной передачи 1, на обоих концах имеет шлицы, на которые устанавливаются ведущие барабаны 10. Ведущие барабаны на наружной поверхности по всей длине имеют зубья, на которые надеваются ведущие диски 11, чередующиеся с ведомыми 7, не имеющими связи с ведущими барабанами. Ведомые диски 7 своими наружными зубьями соединяются с ведомым барабаном 6. Таким образом устанавливается по 15 ведущих и ведомых дисков, которые сжимаются пружинами 4 между опорным 3 и нажимным 8 дисками. Предварительно сжатые пружины надеты на пальцы, связанные с нажимным диском и проходящие в отверстия ведущего барабана. Пружины упираются в торец ведущего барабана и торец седла. Ведомые барабаны соединены с несущими дисками бортовых передач.

На ступице нажимного диска смонтирован механизм выключения 13 с радиально-упорным 18 подшипником. Корпус механизма выключения с обеих сторон уплотнен сальниками. На ведомых барабанах расположены ленточные тормоза 2, установленные в кронштейнах корпуса заднего моста. Лента тормоза стальная с фрикционной накладкой для увеличения трения. Управление муфтами поворота и тормозами заблокировано и осуществляется из кабины трактора через систему тяг и рычагов. При повороте трактора вначале выключается муфта, а затем включается тормоз. При прямолинейном движении трактора обе муфты поворота замкнуты, а тормоза выключены. Крутящий момент от поперечного вала главной передачи передается с помощью шлицев ведущим барабанам, от них с помощью зубьев ведущим дискам, от которых за счет трения ведомым дискам. Ведомые диски своими зубьями вращают ведомый барабан, соединенный болтами с несущим диском бортовой передачи, которая передает крутящий момент ведущей звездочке.

Чтобы повернуть трактор в ту или иную сторону необходимо выключить муфту с той стороны, куда будет производиться поворот. При этом сжатие ведущих и ведомых дисков прекращается, и они будут проворачиваться относительно друг друга. В зависимости от степени пробуксовки дисков выключенной муфты, к отстающей гусенице подводится меньшее значение крутящего момента, что вызывает замедление ее поступательной скорости движения, в то время как забегающая гусеница, с большим значением подводимого крутящего момента продолжает двигаться примерно с той же линейной скоростью. За счет разности подводимых крутящих моментов и скоростей движения гусениц происходит поворот гусеничного трактора. Для крутых поворотов необходимо при полностью выключенной муфте затянуть ленточный тормоз, охватывающий ведомый барабан выключенной муфты. Достоинством рассматриваемого типа механизма поворота является то, что при прямолинейном движении, когда муфты включены, гусеницы трактора жестко связаны друг с другом. Это обеспечивает высокую проходимость машины, и при достаточном сцеплении с грунтом ее не уведет в сторону, как при некоторых других типах механизмов поворота. Недостатком данного типа механизмов поворота являются большие потери на трение между дисками при выключении муфты, быстрый износ дисков и необходимость частого выполнения регулировок. Наряду с фрикционными механизмами поворота используются и планетарные. По кинематическому признаку планетарные



рые обкатываясь по неподвижным солнечным шестерням, увлекают водила 5 обоих бортов в сторону вращения коронной шестерни. Далее крутящий момент через шестерни бортовой передачи 12 поступает на ведущие звездочки 11. При повороте отпускают тормоз солнечной шестерни той стороны, в которую трактор необходимо повернуть. В результате расторможенная солнечная шестерня 9 начнет вращаться в сторону, обратную вращению коронной шестерни 8. Скорость вращения водила 5 этого борта уменьшается, и трактор будет плавно поворачиваться. Чтобы повернуть круто, необходимо затянуть тормоз водила 10 этого борта, нажав на педаль. В отличие от сдвоенного планетарного механизма поворота у разнесенного ПМП ведущим звеном является не коронная, а солнечная шестерня левого и правого одноступенчатых ПМП. Поворот гусеничного трактора возможен в трех режимах: при неполном выключении тормоза корпуса ПМП; при полном выключении тормоза корпуса ПМП; при полном выключении тормоза корпуса ПМП и включенном останочном тормозе (тормозе водила). Основными преимуществами планетарных механизмов поворота по сравнению с многодисковыми фрикционными муфтами являются: большой срок службы; стабильность регулировок; меньшие усилия на рычагах управления; меньшие габариты и масса; обеспечение увеличения передаточного числа трансмиссии, что позволяет уменьшить передаточное число главной передачи и коробки передач и, таким образом, снизить нагрузки и повысить срок службы этих агрегатов.

На гусеничных тракторах получили распространение в качестве бортовых передач одноступенчатые цилиндрические редукторы с прямозубыми шестернями. Такая бортовая передача служит для увеличения подводимого к ведущей звездочке крутящего момента. Ведущая шестерня такой передачи установлена на ведомом валу механизма поворота, а ведомая шестерня – на валу ведущей звездочки. Такие бортовые передачи при определенной компоновке позволяют увеличить дорожный просвет трактора. На лесовозных автомобилях и колесных тракторах наибольшее распространение получили колесные планетарные передачи. В этом случае планетарный редуктор устанавливается непосредственно в ступицу колеса и обеспечивает увеличение крутящего момента, подводимого к колесу. Планетарные передачи в сравнении с обычными обладают следующими преимуществами: увеличенный срок службы шестерен; бесшумность работы; малые массово-габаритные параметры; разгруженность большинства подшипников; отсутствие длинных валов; высокий КПД. К недостаткам планетарных передач относятся: сложность изготовления и достаточно большое число деталей.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните назначение силовой передачи трактора и автомобиля.
2. Какими преимуществами и недостатками обладают ступенчатые и бесступенчатые силовые передачи?
3. Объясните назначение муфты сцепления. Перечислите основные типы муфт сцепления.
4. Объясните принцип, действия фрикционной муфты сцепления.
5. Для чего необходим зазор между отжимными рычагами и отводкой (выжимным подшипником) муфты сцепления?
6. Объясните назначение и устройство карданной передачи и промежуточного соединения.
7. Как классифицируются коробки передач?
8. Объясните назначение рабочих, транспортных и замедленных передач трактора.
9. Какое устройство коробки передач препятствует, одновременно включению двух передач?
10. Чем в коробке передач предотвращается самопроизвольное выключение передачи?
11. В чем состоят преимущества коробок передач, позволяющих переключать передачу на ходу трактора?
12. Объясните устройство и действие ходоуменьшителя трактора.
13. Объясните назначение и действие раздаточной коробки трактора и автомобиля.
14. Работа трехвальной пятиступенчатой коробки передач.
15. Перечислите механизмы ведущего моста автомобиля.
16. Перечислите механизмы ведущего моста колесного трактора.
17. Перечислите механизмы ведущего моста гусеничного трактора.
18. Объясните назначение и устройство главной передачи, дифференциала, конечной передачи.
19. Объясните назначение и действие механизма поворота гусеничного трактора при повороте.
20. В чем состоят недостатки дифференциалов колесных машин? Как они проявляются?
21. Как производят блокировку дифференциала трактора МТЗ?
22. Объясните назначение и действие механизма поворота гусениц.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карташевич, А. Н. Тракторы и автомобили. Конструкция: учеб. пособие / А. Н. Карташевич, О. В. Понталев, А. В. Гордеенко; под ред. А. Н. Карташевича. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 312 с.
2. Автомобили: учеб.-метод. пособие / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, О. В. Билык, М. Л. Петренко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2022. – 424 с.
3. Устройство тракторов: учебник / А. Н. Карташевич, О. В. Понталев, А. В. Гордеенко, В. А. Белоусов; под ред. А. Н. Карташевича. – 2-е изд., стер. – Минск: РИПО, 2020. – 463 с.
4. Карташевич, А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеенко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – 420 с.
5. Богатырёв, А. В. Тракторы и автомобили: учебник / А. В. Богатырёв, В. Р. Лехтер; под ред. А. В. Богатырёва. – М.: КолосС, 2008. – 400 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие сведения о силовой передаче трактора и автомобиля.....	4
2. Устройство и работа муфты сцепления.....	13
3. Коробка перемены передач.....	29
4. Раздаточная коробка.....	48
5. Карданная передача.....	56
6. Главная передача, дифференциал.....	62
7. Механизмы поворота гусеничных тракторов.....	80
Контрольные вопросы.....	84
Библиографический список.....	85

Учебное издание

**Карташевич** Анатолий Николаевич  
**Гордеенко** Андрей Васильевич

ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

СИЛОВАЯ ПЕРЕДАЧА  
ТРАКТОРА И АВТОМОБИЛЯ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. П. Савиц*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Компьютерный набор и верстка *Т. В. Серяковой*

Подписано в печать 03.04.2026. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 5,11. Уч.-изд. л. 4,53.  
Тираж 60 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.