

*В.М. Шарипов, М.К. Бирюков, Ю.В. Дементьев, П.А Красавин,
В.В. Ломакин, А.П. Маринкин, Е.С. Наумов, В.В. Селифонов,
А.И. Сергеев, Ю.А. Феофанов, Н.Н. Шарипова, А.С. Шевелев,
Ю.С. Щетинин*

ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

*Под общ. редакцией
Засл. деятеля науки РФ, д-ра техн. наук,
проф. В.М. Шарипова*

*Допущено УМО вузов РФ по образованию
в области транспортных машин
и транспортно-технологических комплексов
в качестве учебника для студентов вузов,
обучающихся по специальности
«Автомобиле- и тракторостроение»*

Издательский дом «Спектр»

УДК 629.114 (075.8)

ББК 34.44

T65

Авторы:

*В.М. Шарипов, М.К. Бирюков, Ю.В. Дементьев, П.А. Красавин, В.В. Ломакин,
А.П. Маринкин, Е.С. Наумов, В.В. Селифонов, А.И. Сергеев, Ю.А. Феофанов,
Н.Н. Шарипова, А.С. Шевелев, Ю.С. Щетинин*

Рецензенты:

Засл. деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф. *А.В. Денисов*;
Засл. деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, проф. *Г.М. Кутьков*

T65 **Тракторы и автомобили:** Учебник для студентов вузов обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение»/ В.М. Шарипов, М.К. Бирюков, Ю.В. Дементьев и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: Издательский дом «Спектр», 2010. – 351 с. : ил.
ISBN 978-5-904270-13-1

Рассмотрены назначение, классификация, описание основных типовых конструкций узлов и агрегатов шасси тракторов и автомобилей, их рабочего оборудования, рабочего места тракториста и водителя автомобиля и уход за ними в эксплуатации.

Для студентов высших учебных заведений, изучающих конструкцию тракторов и автомобилей, а также для инженерно-технических работников.

УДК 629.114 (075.8)

ББК 34.44

ISBN 978-5-904270-13-1

© В.М. Шарипов, М.К. Бирюков,
Ю.В. Дементьев и др., 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

Тракторы и автомобили являются одними из самых распространенных изделий машиностроения. Их применяют в различных отраслях хозяйственной деятельности, а легковые автомобили – и в качестве личного транспорта. В современных конструкциях тракторов и автомобилей реализованы последние достижения науки и техники.

Развитие конструкций тракторов и автомобилей связано с совершенствованием конструкций всех механизмов, узлов и агрегатов, а следовательно, и с подготовкой высококвалифицированных кадров для автотракторной отрасли России.

Учебник написан на студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение».

В современных конструкциях тракторов и автомобилей часто применяют однотипные узлы и агрегаты.

В настоящее время существуют специализированные учебники отдельно по конструкции автомобиля для автомобильных специализаций и по конструкции трактора для тракторных специализаций. При этом студенты автомобильной специализации конструкцию трактора изучают по учебнику, написанному для тракторной специализации, а студенты тракторной специализации конструкцию автомобиля изучают по учебнику, написанному для автомобильной специализации. Это приводит очень часто к дублированию при изучении конструкций тракторов и автомобилей.

Для устранения указанного недостатка преподавателями кафедр «Автомобили» и «Колесные и гусеничные машины» МГТУ «МАМИ» написан данный учебник.

При этом предполагается, что студенты автомобильных специализаций после изучения конструкции автомобиля конструкцию трактора изучают по предлагаемому учебнику, а студенты тракторных специализаций наоборот после изучения конструкции трактора изучают по данному учебнику конструкцию автомобиля.

В учебнике рассмотрены общие принципы работы основных узлов и агрегатов шасси трактора и автомобиля, рабочего места тракториста и водителя автомобиля и рабочего оборудования, что позволяет обучающемуся быстро осваивать устройство любой модели отечественного или

зарубежного трактора и автомобиля. Это имеет важное значение, так как на Российский рынок в настоящее время поступает много зарубежной автотракторной техники.

В учебнике имеется большое количество принципиальных схем основных узлов и агрегатов трактора и автомобиля и их подробное описание. Такой подход в изложении материала позволяет в первую очередь освоить схему работы механизма и затем образно представить его конструктивное решение.

Помимо этого после рассмотрения каждого узла или агрегата трактора и автомобиля обучающийся получает краткие сведения о возможных основных неисправностях механизма и способах их устранения.

Учебник может быть использован студентами других вузов и средних специальных учебных заведений, изучающих устройство или конструкцию тракторов и автомобилей.

Предисловие, главы 2, 6 и 7 написаны В.М. Шариповым, глава 3 – М.К. Бирюковым и В.М. Шариповым, главы 1, 4 – В.В. Ломакиным и В.М. Шариповым, глава 5 – А.П. Маринкиным и В.М. Шариповым, глава 8 – А.И. Сергеевым, В.М. Шариповым и Ю.С. Щетининым, глава 9 – В.В. Селифоновым и В.М. Шариповым, глава 10 – П.А. Красавиным и В.М. Шариповым, глава 11 – Ю.В. Дементьевым и В.М. Шариповым, глава 12 – Е.С. Наумовым, Ю.А. Феофановым и А.С. Шевелевым, глава 13 – В.В. Ломакиным и Н.Н. Шариповой.

Авторы с благодарностью примут все критические замечания и пожелания по учебнику, которые будут отмечены читателями.

Раздел I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРАКТОРАХ И АВТОМОБИЛЯХ

Глава 1. НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ КОМПОНОВКА ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

1.1. Назначение и классификация тракторов

Трактор - колесная или гусеничная самоходная машина, предназначенная для выполнения различных работ с применением прицепных, навесных, полунавесных и стационарных машин-орудий, с которыми она образует машинно-тракторный агрегат (МТА).

Тракторы классифицируют по ряду признаков.

1. По области применения - сельскохозяйственные; промышленные; лесопромышленные; лесохозяйственные.

2. По назначению и специализации - следующие типы.

Сельскохозяйственные тракторы. Общего назначения - энергоемкие работы в сельскохозяйственном производстве (пахота, культивация, посев и др.), исключая обработку пропашных культур и их уборку.

Универсальные - работы общего назначения, а также работы по возделыванию и уборке пропашных культур.

Универсально-пропашные - посев, уход и уборка пропашных культур, ограниченное использование на первичной обработке почвы.

Специализированные по видам культур и производственных условий - хлопководческие, виноградарские, свекловодческие, рисо-водческие, чаеводческие, табаководческие, хмелеводческие, семеноводческие, садоводческие, овощеводческие, тепличные, животноводческие, горные, малогабаритные и мотоблоки.

Самоходные шасси - особый тип универсально-пропашного трактора с передней рамой для навески машин и орудий.

Промышленные тракторы. Общего назначения - землеройные работы в агрегате с бульдозером и рыхлителем.

Болотоходные - землеройные и мелиоративные работы на грунтах с низкой несущей способностью.

Специализированные по видам работ и производственных условий:

погрузчики - погрузочные, землеройные и землеройно-транспортные работы;

трубоукладчики - механизация работ по монтажу и укладке магистральных трубопроводов;

подземные - работы в стесненных условиях горных разработок (в шахтах, на строительстве тоннелей);

земноводные и подводные - землеройные работы на глубине 6...7 м в портах, в акваториях рек, добыча полезных ископаемых на континентальном шельфе морей и океанов на глубине до нескольких десятков метров;

малогабаритные - малообъемные землеройно-очистительные работы в стесненных условиях.

Лесопромышленные тракторы. Трелевочные - заготовка, сбор и транспортирование леса в полупогруженном состоянии.

Болотоходные - лесозаготовка на грунтах с низкой несущей способностью.

Плавающие - работы на лесосплаве в акватории рек и прибрежной зоне.

Лесохозяйственные тракторы. Общего назначения - лесовосстановительные работы, трелевка древесины при рубках ухода.

Болотоходные - работа на грунтах с низкой несущей способностью.

3. По типу ходовой системы - колесные и гусеничные.

Колесные подразделяются по “колесной формуле”, отражающей общее число колес, число ведущих колес и их размеры. Так, “классический” четырехколесный трактор с передними управляемыми колесами меньшего диаметра и задними ведущими большего диаметра имеет колесную формулу 4К2. Здесь первая цифра “4” показывает общее число колес, а вторая цифра “2” – число ведущих колес. Если при тех же данных и передние колеса ведущие, но меньшего диаметра, то трактор имеет колесную формулу 4К4а, где вторая цифра “4” показывает, что трактор имеет четыре ведущих колеса (все колеса ведущие), а буква “а” - указывает на меньший диаметр передних ведущих колес. Тракторы со всеми четырьмя ведущими колесами одного диаметра имеют колесную формулу 4К4б, где буква “б” указывает на равенство диаметров передних и задних колес. Встречаются тракторы с большим числом ведущих колес, особенно среди лесотехнических и лесохозяйственных (6К6, 8К8). Трактор с одним или двумя сближенными передними управляемыми колесами имеет колесную формулу 3К2.

Кроме того, тракторы бывают полугусеничные и колесно-гусеничные. В первом случае трактор имеет два движителя (колесный передний управляемый и гусеничный задний ведущий), а во втором - они оба ведущие, но используется только один из движителей в зависимости от условий работы.

4. По типу компоновки тракторы подразделяют на тракторы

традиционной (классической) и нетрадиционной компоновки.

5. По номинальному тяговому усилию сельскохозяйственные и лесохозяйственные тракторы делят на десять тяговых классов, а промышленные и лесопромышленные тракторы - на восемь (табл. 1.1 и 1.2).

Под номинальным тяговым усилием сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов принимается усилие, которое они развивают на стерне средней плотности и при нормальной влажности почвы (от 8 до 18%) в зоне максимального значения тягового КПД при эксплуатационной массе, предусмотренной технической характеристикой (для колесных тракторов с балластным грузом) при предельных значениях буксования: 18% - для тракторов 4К2 и 3К2; 16% - для 4К4; и 5% - для гусеничных тракторов.

1.1. Тяговые классы сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов

Тяговый класс	Номинальное тяговое усилие, кН	Тяговый класс	Номинальное тяговое усилие, кН
0,2	От 1,8 до 5,4	3	Св. 27 до 36
0,6	Св. 5,4 до 8,1	4	Св. 36 до 45
0,9	Св. 8,1 до 12,6	5	Св. 45 до 54
1,4	Св. 12,6 до 18	6	Св. 54 до 72
2	Св. 18 до 27	8	Св. 72 до 108

1.2. Тяговые классы промышленных тракторов

Тяговый класс	Конструкционная масса, т	Тяговый класс	Конструкционная масса, т
2	От 4 до 6	25	Св. 25 до 35
6	Св. 6 до 10	35	Св. 35 до 50
10	Св. 10 до 15	50	Св. 50 до 70
15	Св. 15 до 25	75	Св. 70 до 90

Номинальным тяговым усилием промышленного трактора считается наибольшее тяговое усилие, которое он может реализовать на плотном сухом грунте. Так как эта величина взаимосвязана с конструкционной массой трактора, то тяговый класс промышленных тракторов иногда определяют по его массе (см. табл. 1.2).

1.2. Назначение и классификация автомобилей

Автомобиль – это самодвижущийся экипаж, предназначенный для перевозки по безрельсовому пути пассажиров, различных грузов или специального оборудования, а также для буксирования прицепов.

В основу классификации и системы обозначения отечественных

автотранспортных средств положены следующие признаки: вид автотранспортного средства (подвижной состав); основной технический параметр (масса, мощность или габаритные размеры); тип кузова; назначение; колесная формула; тип двигателя.

Автомобильный подвижной состав подразделяют на *пассажирский, грузовой и специальный*.

К пассажирскому подвижному составу относят легковые автомобили, автобусы, пассажирские прицепы, к грузовому – грузовые автомобили, автомобили-тягачи, грузовые прицепы и полуприцепы с универсальными или специализированными надстройками для размещения груза.

Специальный подвижной состав охватывает автомобили, прицепы и полуприцепы с установленным на них специальным оборудованием, имеющие особое технологическое или иное назначение и выполняющие различные, преимущественно транспортные работы.

Пассажирские автомобили вместимостью до восьми человек, включая водителя, относят к легковым, а выше восьми человек – к автобусам.

Все автомобили в зависимости от типа и назначения подразделяются на классы, в соответствии с которыми они маркируются.

Каждая модель автомобиля, прицепа или полуприцепа имеет свое обозначение в зависимости от того, является она базовой или модификацией. Базовой называется основная модель, на основе которой выпускаются ее модификации.

Базовой модели автомобиля присваивается четырехзначный цифровой индекс, в котором первые две цифры означают класс, а две последующие цифры – модель автомобиля. При этом, первая цифра соответствует классу автомобиля (по рабочему объему двигателя для легковых автомобилей, полной массе для грузовых автомобилей и длине для автобусов); вторая цифра – эксплуатационному назначению автомобиля (1 - легковые; 2 – автобусы; 3 – грузовые бортовые автомобили; 4 – седельные тягачи; 5 – самосвалы; 6 – цистерны; 7 – фургоны; 8 – резерв; 9 - специальные автомобили). Перед цифровым индексом ставится буквенное обозначение завода-изготовителя.

Модификацией называется модель автомобиля, отличающаяся от базовой некоторыми показателями (конструктивными и эксплуатационными), удовлетворяющими определенным требованиям и условиям эксплуатации. Например, модификации могут отличаться от базовой модели применяемым двигателем, кузовом, отделкой салона и др.

Модификации имеют пятизначный цифровой индекс, в котором пятая цифра означает номер модификации базовой модели.

Легковые автомобили по отечественной классификации разделены на пять классов в зависимости от рабочего объема цилиндров (литража) двигателя:

Класс	Рабочий объем двигателя, л	Индекс
Особо малый	до 1,2	11
Малый	свыше 1,2 до 1,8	21
Средний	свыше 1,8 до 3,5	31
Большой	свыше 3,5	41
Высший	не регламентируется	41

Маркировка легковых автомобилей производится следующим образом. Например, ВАЗ-2105 и ВАЗ-21053 означают: ВАЗ - Волжский автомобильный завод, цифры 21 - легковой автомобиль малого класса, цифры 05 - модель пятая (базовая), цифра 3 - третья модификация.

По международной классификации ЕЭК ООН легковые автомобили относятся к одной категории М₁, так как они, независимо от их размеров и особенностей конструкции, должны удовлетворять одинаковым техническим требованиям.

С точки зрения потребителя, легковые автомобили могут иметь между собой весьма существенные отличия. В связи с этим европейский опыт классификации предлагает в качестве основного классификационного параметра легкового автомобиля использовать его габаритную длину. При этом автомобили общего назначения подразделяются на шесть основных классов, обозначаемых буквами латинского алфавита. Устанавливается следующее распределение автомобилей по классам:

Класс А	Городские (габаритная длина до 3,5 м)	Класс Н ₁	Кабриолеты и родстеры
Класс В	Малый класс (габаритная длина от 3,5 до 3,9 м)	Класс Н ₂	Кабриолеты и родстеры “премиум”
Класс С	Малый средний класс (габаритная длина от 3,9 до 4,3 м)	Класс I	Универсалы повышенной проходимости
Класс D	Средний класс (габаритная длина от 4,3 до 4,6 м)	Класс К ₁	Легкие внедорожники полной массой до 2100 кг
Класс E	Бизнес-класс (габаритная длина от 4,6 до 4,9 м)	Класс К ₂	Средние внедорожники полной массой до 3000 кг
Класс F ₁	Представительский класс (габаритная длина свыше 4,9 м)	Класс К ₃	Тяжелые внедорожники полной массой свыше 3000 кг
Класс F ₂	Представительский “премиум” (габаритная длина свыше 4,9 м)	Класс К ₄	Пикапы
Класс G ₁	Купе	Класс L	Минивэны
Класс G ₁	Купе “премиум”	Класс M	Малые коммерческие

В случае совпадения габаритной длины с верхней границей диапазона автомобиль относится к более высокому классу.

В привычных для нас терминах автомобили класса А относятся к особо малому, класса В - малому, классов С и D - среднему, класса Е - большому, класса F - высшему классу.

Существуют, однако, легковые автомобили более узкого назначения, использование для которых принятого критерия классификации нецелесообразно, поскольку он не отражает особенностей их потребительских качеств. Эти автомобили принято выделять в отдельные классы.

Специфика мощных высокоскоростных легковых автомобилей, называемых спортивными, учитывается выделением их в два класса G и H, в которых они различаются уже в зависимости не от длины, а от стоимости.

Тип кузова легковых автомобилей определяется числом функциональных отсеков и конструктивным их исполнением. Кузова могут быть трех-, двух- и однообъемными. Трехобъемный кузов имеет моторный отсек, салон и багажник. У двухобъемного кузова салон и багажник объединены.

Автобусы по отечественной классификации разделены также на пять классов в зависимости от их длины:

Класс	Габаритная длина, м	Индекс
Особо малый	до 5,0	22
Малый	6,0...7,5	32
Средний	8 ...10	42
Большой	11...12	52
Особо большой (сочлененный)	16,5...24	62

Автобусы обозначаются следующим образом. Например, ЛИАЗ-5256 означает: Ликинский автобусный завод, автобус большого класса, пятьдесят шестая базовая модель.

По назначению различают автобусы трех групп: городские, междугородные и дальнего следования.

По международной классификации ЕЭК ООН автобусы с точки зрения наличия разницы в технических требованиях разделены на две категории: M₂ — автобусы полной массой менее 5 т (маломестные) и M₃ - автобусы полной массой свыше 5 т.

Грузовые автомобили по отечественной классификации разделены на семь классов в зависимости от их полной массы: первый класс (до 1,2 т), второй (свыше 1,2 до 2 т), третий (свыше 2 до 8 т), четвертый (свыше 8 до 14 т), пятый (свыше 14 до 20 т), шестой (свыше 20 до 40 т), и седьмой (свыше 40 т). При этом у

грузовых автомобилей первая цифра индекса означает класс автомобиля, вторая цифра индекса показывает тип грузового автомобиля, третья и четвертая цифры – номер модели автомобиля, а пятая цифра (для модификаций) – номер модификации.

Например, ЗИЛ-4331 означает: Автомобильный завод им. Лихачева, грузовой автомобиль полной массой 8...14 т, бортовой, тридцать первая модель.

Грузовые автомобили могут быть общего назначения, специализированными и специальными.

Грузовые автомобили общего назначения предназначены для перевозки всех видов грузов, кроме жидких без тары. Они имеют грузовые кузова в виде бортовых платформ.

Специализированные грузовые автомобили служат для перевозки грузов только определенных видов. Они имеют приспособленные для таких перевозок кузова и оборудуются специальными устройствами и приспособлениями для погрузки и разгрузки. К специализированным относят автомобили-самосвалы, цистерны, фургоны, рефрижераторы и самопогрузчики.

Специальные грузовые автомобили предназначены для выполнения разнообразных нетранспортных работ и операций. К ним относят автомобильные мастерские, краны, вышки, бетономешалки, а также автомобили, используемые в коммунальном хозяйстве (мусороуборочные, снегоуборочные, поливочные и др.) и пожарные автомобили.

Специализированные и специальные автомобили изготавливают на базе грузовых автомобилей общего назначения.

В зависимости от назначения и нагрузок, приходящихся на колесную ось, различают грузовые автомобили двух типов: дорожные и внедорожные. Автомобили первого типа предназначены для движения по дорогам общего пользования, второго типа – по специальным дорогам или на местности. В России существует деление грузовых автомобилей на две группы в зависимости от осевой нагрузки: до 60 кН и до 100 кН на ось. Эти автомобили соответствуют несущей способности дорог общей сети двух основных типов. Автомобили с осевой нагрузкой более 100 кН относятся к типу внедорожных.

Автомобили по общему числу колес и числу ведущих колес обозначают колесной формулой 4×2, 4×4, 6×6, 8×8 и т.д., где первая цифра соответствует числу колес автомобиля, а вторая – числу ведущих колес. При этом каждое сдвоенное ведущее колесо принимается как одно целое.

По международной классификации ЕЭК ООН грузовые автомобили делятся по полной массе на три категории: N_1 – до 3,5 т; N_2 – от 3,5 до 12 т и N_3 – свыше 12 т.

В классификации по грузоподъемности различают грузовые автомобили особо малые (до 0,75 т), малые (от 0,75 до 2,5 т), средние (от 2,5 до 5,0 т), большие (от 5,0 т до 10 т) и особо большие (свыше 10 т).

Прицепы и полуприцепы по отечественной классификации маркируются четырехзначным цифровым индексом, перед которым ставится буквенное обозначение завода-изготовителя. При этом для различных моделей прицепов (полуприцепов) даются следующие две первые цифры индекса из четырех: легковые - 81 (91), грузовые бортовые - 83 (93), самосвальные - 85 (95), цистерны - 86 (96), фургоны - 87 (97) и специальные - 89 (99).

Две вторые цифры индекса из четырех для прицепов и полуприцепов присваиваются в зависимости от их полной массы, в соответствии с которой прицепы и полуприцепы разделены на пять групп:

Группа	Полная масса, т	Индекс
Первая	до 4,0	1-24
Вторая	свыше 4 до 10	25-49
Третья	свыше 10 до 16	50-69
Четвертая	свыше 16 до 24	70-84
Пятая	свыше 24	85-99

Маркируют прицепы и полуприцепы следующим образом. Например, прицеп-тяжеловоз ЧМЗАП-8390 означает: Челябинский машиностроительный завод автомобильных прицепов, прицеп грузовой бортовой, полной массой свыше 24 т.

По международной классификации ЕЭК ООН предусмотрено деление прицепного подвижного состава на четыре категории:

Категория O_1	Одноосные прицепы, полная масса которых не превышает 0,75 т
Категория O_2	Прицепы и полуприцепы полной массой от 0,75 до 3,5 т
Категория O_3	Прицепы и полуприцепы полной массой от 3,5 до 10 т
Категория O_4	Прицепы и полуприцепы полной массой свыше 10 т

1.3. Основные механизмы и системы трактора и автомобиля

Трактор и автомобиль представляют собой сложный комплекс механизмов и систем, выполняющих определенные функции, которые

принято подразделять на следующие основные части: двигатель, трансмиссия, ходовая система, механизмы управления движением, кабина, система электрооборудования, рабочее и вспомогательное оборудование, навесная гидравлическая система трактора (рис. 1.1 и 1.2).

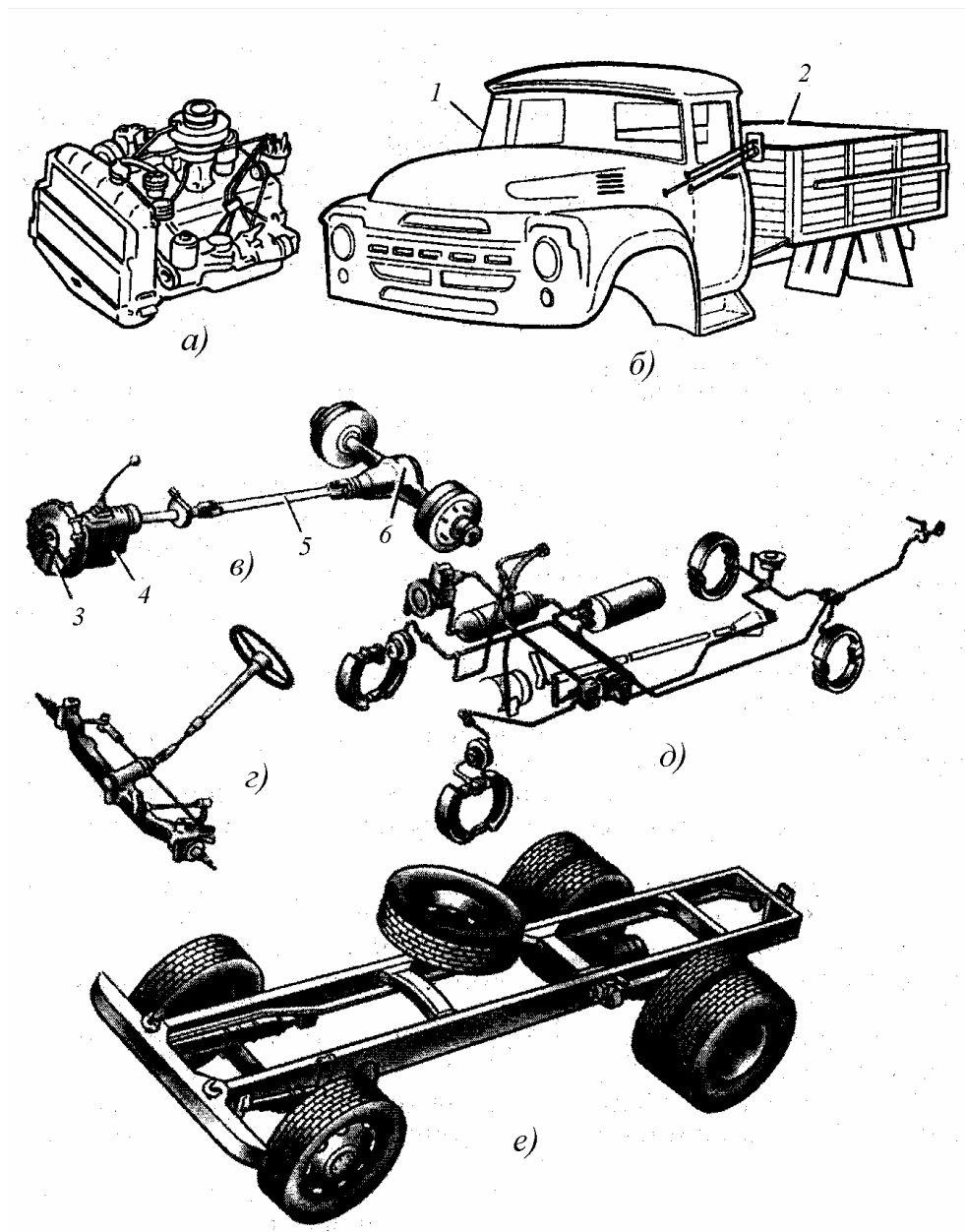


Рис. 1.1. Основные части автомобиля:

a – двигатель; *б* – кузов; *в* – трансмиссия; *г* – рулевое управление; *д* – тормозное управление; *е* – ходовая часть; 1 – кабина; 2 – грузовая платформа; 3 – сцепление; 4 – КП; 5 – карданная передача; 6 – ведущий мост

Двигатель является источником энергии, которая необходима для привода во вращение ведущих колес трактора или автомобиля и активных машин-орудий, агрегатируемых с трактором.

На современных автомобилях широкое распространение получили бензиновые двигатели и дизели, а на тракторах - дизели. При

этом бензиновые двигатели используют лишь на средствах малой механизации и на старых моделях тракторов в качестве пусковых двигателей мощных дизелей.

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента двигателя на ведущие колеса трактора или автомобиля и к зависимым валам отбора мощности (ВОМ) трактора, его изменения, изменения направления и частоты вращения ведущих колес, для плавного трогания с места и остановки трактора или автомобиля.

В состав трансмиссии автомобиля (рис. 1.1,в), входят сцепление 3, коробка передач (КП) 4, карданная передача 5 и ведущий мост 6, включающий в себя центральную (главную) передачу и дифференциал.

Трансмиссия колесного трактора (рис. 1.2,а), в основном, объединяет последовательно располагаемые агрегаты – сцепление 4, коробку передач (КП) 10, центральную (главную) передачу 5, дифференциал 9 и конечные передачи 6.

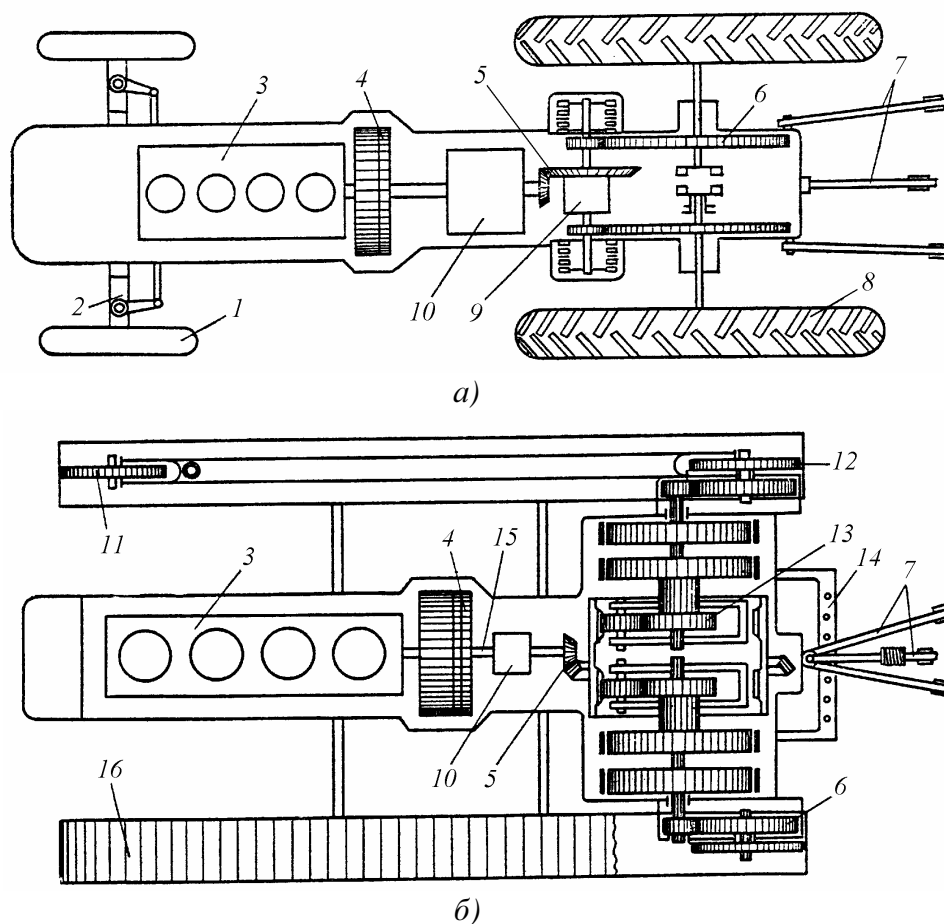


Рис. 1.2. Основные агрегаты и узлы трактора:

а - колесного; *б* - гусеничного; 1 - управляемое колесо; 2 - передний мост; 3 - двигатель; 4 - сцепление; 5 - центральная (главная) передача; 6 - конечная передача; 7 - механизм навески; 8 - ведущее колесо; 9 - дифференциал; 10 - КП; 11- направляющее колесо; 12 - ведущее колесо (звездочка); 13 - планетарный механизм поворота; 14 - прицепное устройство; 15 - промежуточное соединение (соединительная муфта или карданная передача); 16 - гусеничная цепь

В трансмиссии гусеничного трактора (рис. 1.2,б) вместо дифференциала установлен механизм поворота *13*. В зависимости от назначения и условий работы трактора, в трансмиссию могут быть включены дополнительные агрегаты, служащие для изменения передаточного числа: увеличитель крутящего момента и ходоуменьшитель, а также раздаточная коробка в тракторах с колесной формулой 4К4.

У полноприводных автомобилей с колесной формулой 4×4, 6×6 и 8×8 в трансмиссию дополнительно включена раздаточная коробка.

Сцепление служит для кратковременного разъединения вала двигателя и первичного вала КП, что необходимо для безударного переключения передач, кратковременных остановок трактора или автомобиля, плавного трогания его с места, а также для управления зависимым ВОМ трактора.

Коробка передач служит для изменения передаточного числа трансмиссии с целью изменения скорости движения и развиваемого трактором или автомобилем тягового усилия, осуществления движения задним ходом, для выполнения трактором стационарных работ и отсоединения трансмиссии от работающего двигателя при длительных остановках.

Центральная (главная) передача служит для увеличения общего передаточного числа трансмиссии, а также у большинства тракторов и автомобилей - для передачи крутящего момента на валы, расположенные в их поперечной плоскости. Она выполняется обычно конической или цилиндрической зубчатой парой постоянного зацепления.

Конечная (колесная) передача служит для увеличения общего передаточного числа трансмиссии, а в некоторых случаях - для обеспечения необходимого дорожного просвета трактора. Она состоит обычно из пары зубчатых колес постоянного зацепления или планетарного ряда.

Ходовая часть служит для преобразования вращательного движения ведущих колес в поступательное движение машины и для передачи веса машины на опорную поверхность. Она состоит из остова (несущей системы), движителя (колесного или гусеничного) и подвески.

Остов трактора и автомобиля является основой для установки агрегатов. Он у грузовых автомобилей обычно выполняется в виде рамы, у легковых автомобилей и автобусов – в виде несущего кузова, а у тракторов – в виде рамы, ее частей или литых конструкций.

Механизмы управления движением трактора и автомобиля, воздействуя на ходовую часть, поддерживают или изменяют направ-

ление движения машины, останавливают и удерживают ее в неподвижном состоянии на склонах.

У колесных тракторов и автомобилей к ним относят рулевое управление, устанавливающее необходимое положение управляемых колес или полурам остова с неповоротными ведущими колесами, и тормозное управление. Соотношение частот вращения ведущих колес разных бортов машины при повороте, исключаящее их взаимное проскальзывание, обеспечивается дифференциалом.

У гусеничных тракторов поворот осуществляется специальными механизмами поворота, изменяющими соотношение скоростей движения гусениц. В этом случае тормоза являются их составной частью.

Кабина автомобиля служит для защиты водителя от неблагоприятных природно-климатических условий, вибраций и шума двигателя, обеспечивая более производительные и комфортные условия работы. **У трактора кабина** дополнительно служит для защиты тракториста от травм при опрокидывании трактора, а также от падающих и проникающих предметов.

Система электрооборудования включает источники электроэнергии (электрогенераторы, аккумуляторы) и его потребители - устройства для пуска двигателя, приборы внутреннего и внешнего освещения, звуковые сигналы, очистители стекол, контрольные приборы, электронное оборудование и т.п.

Рабочее и вспомогательное оборудование служит в основном для выполнения трактором или автомобилем работ с использованием тяги на крюке, передачи части мощности его двигателя для привода рабочих органов буксируемых машин-орудий, или всей мощности двигателя для стационарной работы МТА. При этом *под рабочим оборудованием* обычно подразумевают агрегаты постоянно установленные на тракторе или автомобиле - буксирные устройства, лебедки, различные ВОМ, а *под вспомогательным оборудованием* - агрегаты, дополнительно устанавливаемые на тракторе или автомобиле для выполнения отдельных работ, - пневмоприводы к тормозным механизмам прицепа, приводные шкивы и т.п.

Гидравлическая навесная система - самостоятельная часть рабочего оборудования трактора, позволяющая более рационально размещать разнообразные машины-орудия непосредственно на тракторе и управлять ими с рабочего места тракториста. Она состоит из подъемного устройства (механизма навески) и гидравлической системы (гидравлических механизмов), позволяющей автоматизировать регулирование технологического процесса работы МТА.

1.4. Типаж тракторов и автомобилей

Типаж тракторов - технически и экономически обоснованная совокупность типоразмеров и моделей тракторов, предназначенная для удовлетворения потребностей в них различных отраслей хозяйства страны.

Типаж состоит из отдельных классов.

К л а с с о м называется совокупность типоразмеров и моделей тракторов, имеющих одинаковые основные классификационные параметры.

В настоящее время в качестве основного классификационного параметра трактора принято номинальное тяговое усилие.

Т и п о р а з м е р трактора - трактор определенного назначения, типа, тягового класса и мощности, например, гусеничный сельскохозяйственный трактор общего назначения класса 3 мощностью 121 кВт (165 л.с.).

М о д е л ь трактора - конкретное конструктивное исполнение трактора данного типоразмера.

Б а з о в а я модель - наиболее распространенная модель трактора в данном тяговом классе, имеющая модификации. Их в классе обычно не менее 2-х: одна в производстве и эксплуатации, а другая - в эксплуатации, но снятая с производства.

М о д и ф и к а ц и я - трактор, специализированный по назначению или сфере применения, являющийся производным от базовой модели и унифицированный с нею по ряду основных агрегатов и узлов.

В основу построения типажа положены три основных принципа:

- 1) экономическая оптимальность числа и набора типоразмеров, реализуемых в виде моделей тракторов;
- 2) номинальное тяговое усилие и скорости трактора в каждом классе, обеспечивающие максимальную производительность МТА;
- 3) диапазон тяговых усилий трактора в каждом классе, обеспечивающий перекрытие смежных классов, что гарантирует высокую производительность работы МТА для любого значения их тяговых сопротивлений в диапазоне тяговых классов типажа.

Действующие в настоящее время 16 тяговых классов тракторов приведены в табл. 1.1 и 1.2.

Необходимо отметить, что если раньше типаж выполнял плановые функции, обязательные для заводов-изготовителей, то при переходе к рыночной экономике он имеет только рекомендательный характер.

Типаж автомобилей - это экономически оптимальная по номенклатуре и техническим параметрам совокупность машин, составляющая типоразмерные ряды, в которых автомобили объединены общностью хозяйственного назначения.

Типаж составляют на основе классификационных параметров отдельно по видам автомобилей и пересматривают каждые пятьдесят лет.

В типаже легковых автомобилей такими параметрами являются рабочий объем двигателя, собственная масса и отражены класс, группа, колесная формула, число мест, допустимая масса груза, полная масса автомобиля, рабочий объем, максимальная скорость, время разгона с места до 100 км/ч, пробег до капитального ремонта, трудоемкость обслуживания после 1000 км пробега.

В типаже грузовых автомобилей отражены полная их масса, осевая нагрузка, базовая модель и основные модификации, грузоподъемность, колесная формула, мощность и число цилиндров двигателя.

Классификационными параметрами для типажа автобусов являются их длина и вместимость. В типаже автобусов указывают также осевую нагрузку, назначение, число мест для сидения, для проезда стоя и общее, полную массу, мощность двигателя, максимальную скорость, время и путь разгона с места до заданной скорости.

Особенность типажей автомобилей - указание конкретного завода-изготовителя для каждого класса автомобиля. Срок действия последних разработанных типажей закончился в 1995 г.

Разработаны и утверждены Правительством РФ приоритеты развития автомобильной промышленности. Одним из них является *общественный транспорт*. Другой приоритет связан с необходимостью *обеспечения обороноспособности* страны, особенно в период реформирования армии. Автомобильная техника является основным средством передвижения войск. Около 70% автомобильного парка армии составляют шасси под вооружение и военную технику.

Основа восстановления и дальнейшего развития автомобильной промышленности - создание специализированных агрегатных производств. Сложившееся производство агрегатов на крупнейших объединениях (ВАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ) направлено на выпуск автомобилей собственной ограниченной номенклатуры.

Рынка агрегатов разного типоразмера в России нет. Практика мирового автостроения основана на принципах использования компонентов высокого технического уровня и качества, производимых специализированными фирмами. Это позволяет в короткие сроки на-

лаживать производство новых современных автомобилей высокого технического уровня.

1.5. Общая компоновка тракторов и автомобилей

Компоновка трактора или автомобиля - относительное размещение основных агрегатов и рабочего оборудования, отвечающее их функциональному назначению и позволяющее использовать трактор или автомобиль с наибольшей эффективностью.

Компоновка сельскохозяйственных тракторов подразделяется на традиционную и нетрадиционную.

Универсально-пропашные и универсальные колесные тракторы имеют наиболее распространенную *традиционную (классическую) компоновку* с передним расположением двигателя, последовательным рядным расположением агрегатов трансмиссии, задним расположением кабины, управляемыми передними колесами с диаметром значительно меньше диаметра задних (рис. 1.3,а). Трансмиссию (сцепление, КП и задний мост) выполняют в одном блоке и жестко соединяют с двигателем. При такой компоновке до 70...75% массы трактора в статическом положении приходится на задние ведущие колеса, которые обеспечивают тяговое усилие трактора, передние ведущие колеса (если их привод предусмотрен конструкцией) выполняют вспомогательную роль при работе на влажной рыхлой почве.

Такую компоновку имеют все тракторы России и стран СНГ классов 0,6...1,4 (Т-25А; Т-30А80; ЛТЗ-55; ЮМЗ-6; МТЗ-80/82; МТЗ-100/102).

За последние годы классическая компоновка претерпела модернизацию. Появилась так называемая *улучшенная классическая компоновка* (рис. 1.3,б). Отличие данной компоновки трактора от классической состоит в следующем:

- увеличена доля массы трактора, приходящейся на передний ведущий мост с 25...30% до 35...40%;
- увеличен типоразмер шин передних ведущих колес;
- передний порталный мост заменен на более мощный автомобильного типа;
- угол поворота передних управляемых колес для повышения маневренности увеличен до 50...55°;
- устанавливается переднее навесное устройство.

Такую компоновку имеет новый колесный трактор ВК-170 класса 3, разработанный ОАО «НАТИ» совместно с ВгТЗ.

Колесные сельскохозяйственные тракторы

общего назначения 4К4б (рис. 1.3,в) имеют переднее расположение двигателя, кабина размещена за двигателем (ближе к середине колесной базы), передние и задние колеса одинакового размера и грузоподъемности, жесткую или шарнирно сочлененную раму. За кабиной имеется свободное пространство для установки емкостей или другого технологического оборудования. На передний мост приходится 55...60% массы трактора. Такую компоновку имеют тракторы класса 3 и 5 (Т-150К, Т-151К, К-701М, К-734, К-744).

Нетрадиционной компоновкой отличаются самоходные шасси, тракторы со свободным обзором, интегральные тракторы.

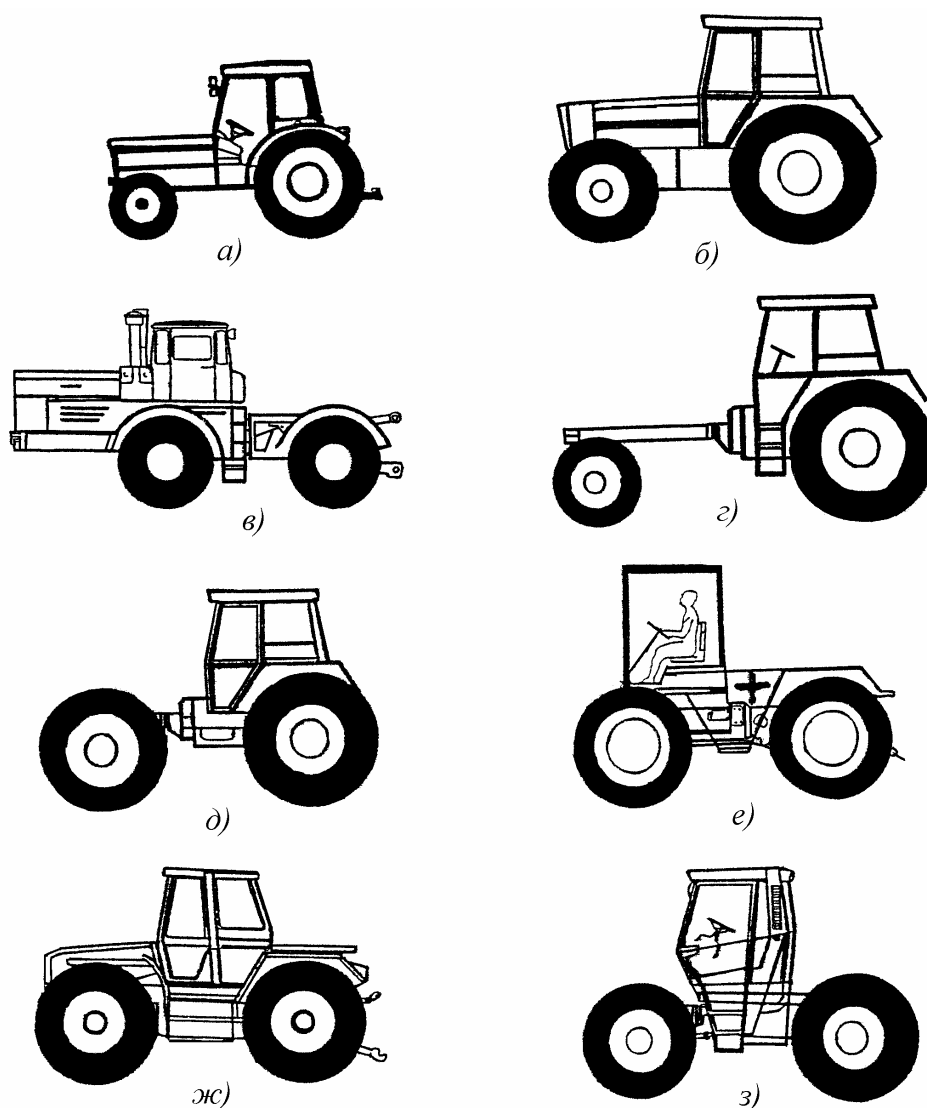


Рис. 1.3. Типы компоновок колесных сельскохозяйственных тракторов:
a - классическая; *б* - улучшенная классическая; *в* - с шарнирной рамой; *г* - тракторное самоходное шасси; *д* - трактор со свободным обзором; *е* - несущее самоходное шасси; *ж, з* - интегральные тракторы

Самоходные шасси (рис. 1.3,г) по компоновке занимают особое место среди универсальных тракторов. Тракторное са-

моходное шасси характеризуется тем, что двигатель, трансмиссия, пост управления с кабиной образуют единый блок, расположенный над задним мостом шасси, передняя часть представляет свободную раму для установки кузова или навески машин и орудий. Для самоходных шасси Т-16МГ, выпускаемых Харьковским заводом тракторных самоходных шасси, характерно заднее расположение двигателя за кабиной, а для шасси, выпускаемых фирмой Фендт (Германия), - горизонтальное расположение двигателя перед кабиной в межбазовом пространстве.

Тракторы со свободным обзором (рис. 1.3,д) предложены фирмой Фендт в начале 90-х г. как промежуточная компоновка между самоходным шасси и интегральным трактором, направленная на увеличение роли переднего ведущего моста в реализации тягового усилия, на увеличение массы орудий, навешиваемых спереди.

Несущее многоцелевое самоходное шасси (рис. 1.3,е) предназначено для агрегатирования с уборочными машинами (силосоуборочным и свеклоуборочным комбайнами и др.) и орудиями общего назначения (передне- и задненавесной плуг, культиваторы), что увеличивает его годовую загрузку. Рама шасси может быть цельной или состоять из двух полурам, соединенных вертикальным шкворнем. Для улучшения управляемости шасси передняя полурама может быть выполнена несколько короче задней. Кабина имеет возможность перемещаться вдоль продольной оси, что улучшает обзорность и облегчает навеску орудий и машин от почвообрабатывающих до уборочных.

Модульная компоновка агрегатов двигателя и трансмиссии обеспечивает свободный доступ к ним для технического обслуживания и ремонта.

Интегральная компоновка (рис. 1.3,ж) появилась на современных моделях сельскохозяйственных тракторов. Основными ее признаки являются:

- наличие трех зон свободного пространства (передней, средней, задней) для установки орудий или технологических емкостей;
- наличие разветвленной системы ВОМ;
- переднее или центральное расположение кабины с круговым обзором;
- четыре ведущих и управляемых колеса одинакового размера;
- наличие разветвленной гидросистемы управления орудиями;
- реверсирование хода трактора;
- высокие тягово-сцепные и транспортные качества;
- необходимый запас мощности двигателя.

Эта компоновка способствует более тесному функциональному объединению трактора с машинами и орудиями.

“Симметричная” интегральная компоновка (рис. 1.3,з) еще в большей степени отвечает требованиям по возможности агрегатирования трактора с машинами и орудиями.

Гусеничные сельскохозяйственные тракторы общего назначения имеют переднее расположение двигателя и сцепления. Коробка передач и задний мост расположены сзади и соединены с двигателем карданным валом (рис. 1.4,а). Кабина расположена сзади над ведущими колесами (звездочками). Такая компоновка обеспечивает в статике некоторое смещение центра давления вперед относительно середины опорных поверхностей гусениц и характерна для отечественных тракторов ДТ-75М, ДТ-175М и Т-4А.

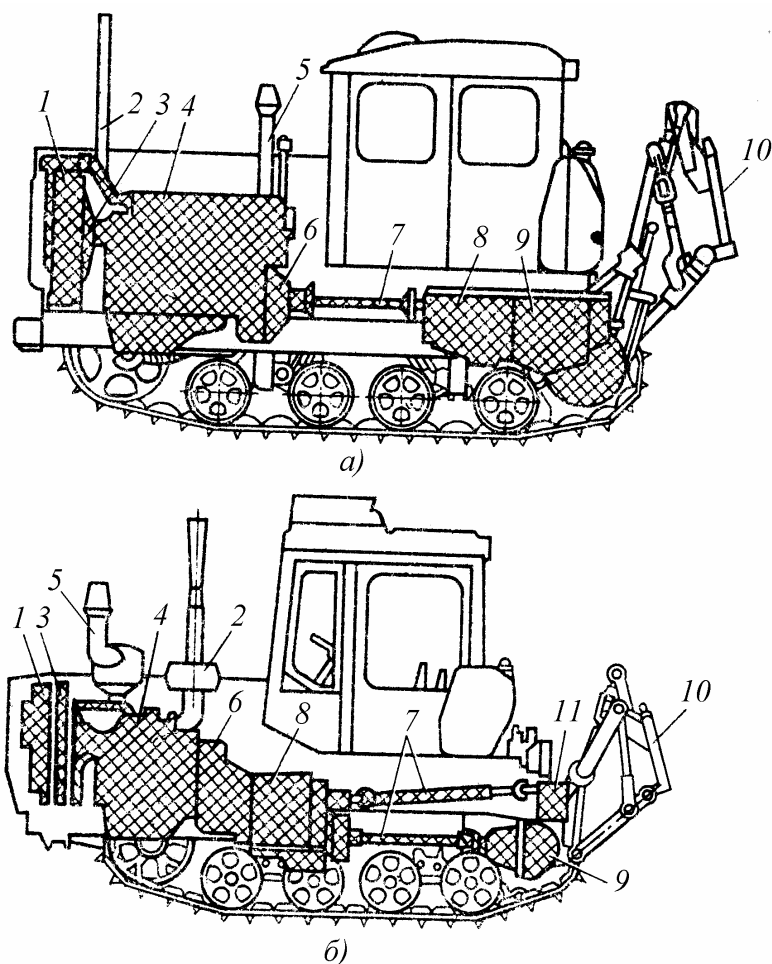


Рис. 1.4. Расположение агрегатов в гусеничном сельскохозяйственном тракторе общего назначения:

1- радиатор; 2- выхлопная труба; 3 - вентилятор; 4- двигатель; 5- воздухозаборник; 6 - сцепление; 7 - карданная передача; 8- КП; 9 - задний мост; 10- навесная система; 11- редуктор ВОМ

У этих тракторов возможно другое взаимное расположение агрегатов, когда двигатель, сцепление и коробка передач расположены

в передней части трактора, а крутящий момент к заднему ведущему мосту передается через карданные передачи (рис. 1.4,б).

Компоновка промышленных тракторов отличается большим разнообразием и определяется назначением и условиями работы машины.

Традиционная компоновка гусеничного промышленного трактора общего назначения характеризуется передним расположением двигателя, средним - кабины и задним - агрегатов заднего моста. Все сборочные блоки установлены на раме или полураме, к передней части которой крепят ось шарнира балансирующей балки или рессоры, концами опирающейся на рамы гусеничных тележек. Тракторы с такой компоновкой оснащены защитными каркасами (устройствами, защищающими тракториста соответственно при опрокидывании трактора и от падающих предметов) или кабинами с защитными каркасами.

Подобную компоновку имеют отечественные промышленные тракторы Т-130М, Т-170М, Т-10, а также их зарубежные аналоги.

Компоновка промышленного трактора с треугольным гусеничным обводом (рис. 1.5) предложена фирмой "Катерпиллар" вначале для тяжелых тракторов, затем для промышленных тракторов средней мощности и для сельскохозяйственных общего назначения. Треугольный обвод гусениц обеспечивает ряд преимуществ:

- конечные передачи и механизм поворота не подвержены воздействию вертикальной ударной нагрузки, вызываемой контактом ведущего колеса с почвой;
- центр масс смещен ближе к передней части машины, что облегчает заглубливание отвала бульдозера;
- наличие увеличенной опорной поверхности сзади за осью ведущего колеса предотвращает подъем передней части трактора при больших тяговых нагрузках.

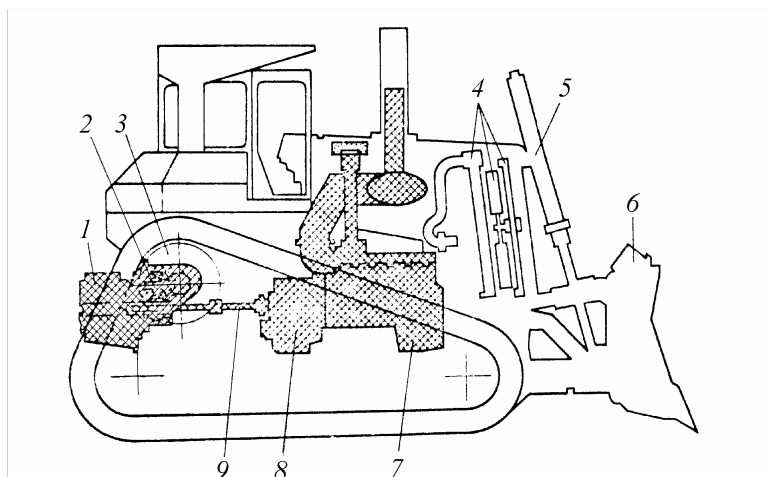


Рис. 1.5. Компоновка тракторов с треугольным гусеничным обводом:

1 - КП; 2 - главная передача; 3 - механизм поворота и конечные передачи; 4 - радиаторы и вентилятор; 5 - гидроцилиндры; 6 - отвал бульдозера; 7 - двигатель; 8 - гидротрансформатор; 9 - карданный вал

При такой компоновке применен блочно-модульный принцип построения сборочных единиц (рис. 1.6), т.е. все основные узлы (двигатель, КП, механизм поворота, конечные передачи) выполнены в виде отдельных легко демонтируемых и монтируемых модулей.

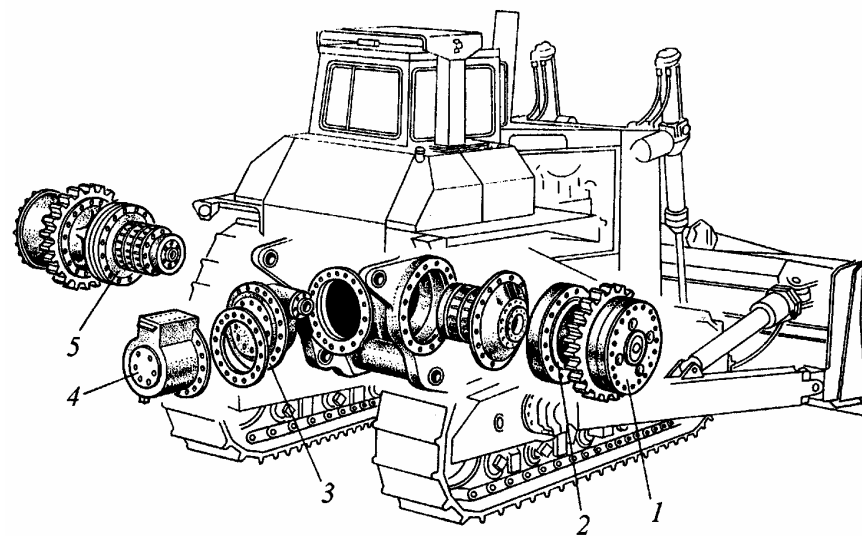


Рис. 1.6. Конструктивная схема трактора с треугольным гусеничным обводом:
1 – конечная передача с ведущим колесом; 2, 5 -механизм поворота; 3 – главная передача; 4 – КП

Конструктивной особенностью болотоходных тракторов являются увеличенные размеры движителя из-за уширения гусеницы и увеличения продольной базы, например, за счет принудительного опускания направляющего колеса.

Гусеничные лесопромышленные (трелевочные) тракторы (рис. 1.7), получившие широкое распространение в России и странах СНГ, имеют ряд компоновочных особенностей. Переднее расположение кабины обусловлено требованием передней обзорности, необходимостью иметь площадку для установки различного технологического оборудования и размещения перемещаемой пачки хлыстов за кабиной. Ходовая система с катками большого диаметра в сочетании с рычажно-балансирной подвеской, увеличенным дорожным просветом, высоко приподнятыми передними направляющими и задними ведущими колесами обеспечивает возможность преодоления препятствий при движении по лесному бездорожью. Нижняя часть рамы закрыта днищем, предотвращающим возможность проникновения к двигателю и другим агрегатам трактора сучьев, порубочных остатков и других предметов. Наличие технологической площадки сзади и сбоку кабины позволяет осуществлять протяжку деревьев при

обрезке сучьев. Смещение центра масс трактора вперед позволяет устанавливать на площадке за кабиной челюстной погрузчик.

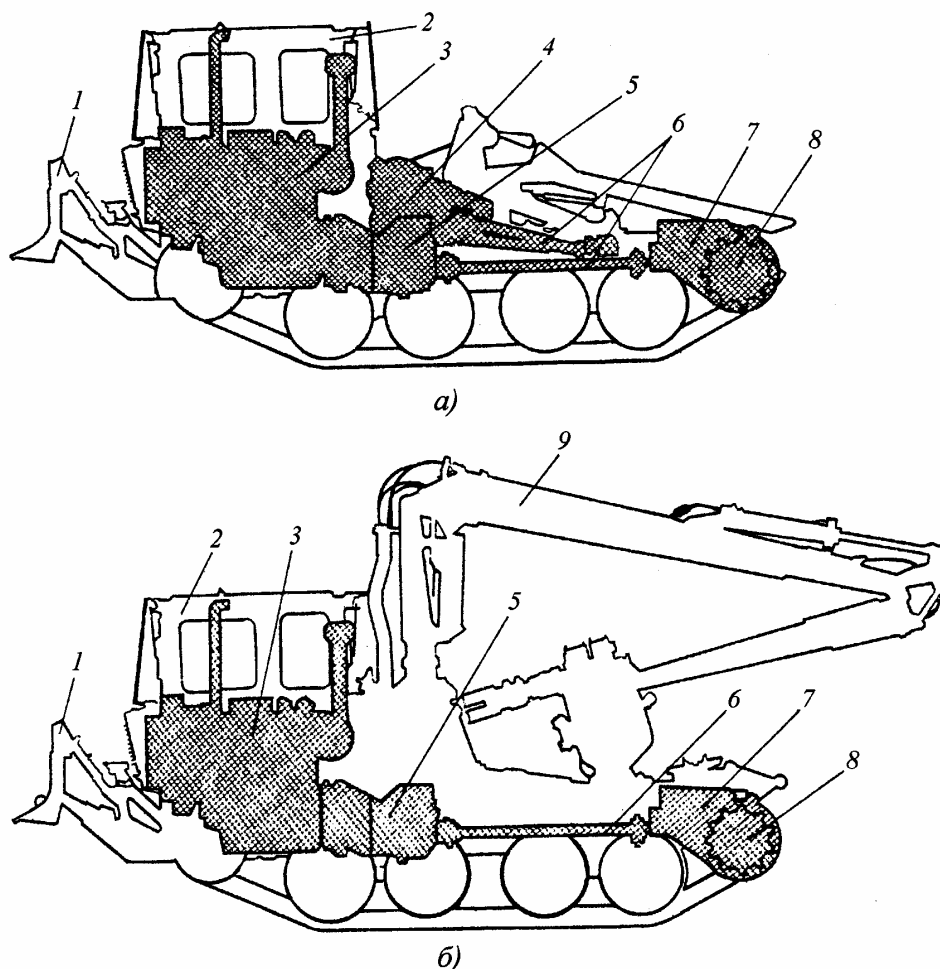


Рис. 1.7. Компоновки гусеничных трелевочных тракторов:

а - со щитом; *б* - с челюстным погрузчиком; 1 - толкатель; 2 - кабина; 3 - двигатель; 4 - лебедка; 5 - КП; 6 - карданный вал; 7 - задний мост; 8 - ведущее колесо; 9 - гидромаанипулятор

Колесные лесопромышленные тракторы в нашей стране получили ограниченное распространение. Их создают на базе тракторов 4К4б, имеющих свободное пространство за кабиной.

Условиям использования колесных лесопромышленных машин с различным технологическим оборудованием наиболее полно отвечают компоновки многоосных тракторов 6К6, 8К8, имеющие большую грузоподъемность, более высокие тяговые показатели и лучшую проходимость за счет меньшего, чем у тракторов традиционных компоновок давления на грунт и глубины колеи.

Лесохозяйственные тракторы работают с лесными плугами, культиваторами, корчевателями, лесопосадочными машинами, покровосдирателями и фрезами, а также как трелевочные на рубке леса.

Компоновка гусеничных лесохозяйственных

тракторов практически не отличается от компоновки лесопромышленных тракторов и позволяет получить различные модификации, в том числе для работы на грунтах с малой несущей способностью.

Компоновочные схемы легковых автомобилей весьма разнообразны. Классической (рис. 1.8,а) называют такую компоновочную схему, при которой двигатель 1 расположен в передней части автомобиля, а ведущие колеса - задние. Здесь крутящий момент от двигателя к ведущим задним колесам передается последовательно через сцепление 2, КП 3, карданную 4 и главную 6 передачи. При такой компоновочной схеме масса автомобиля распределяется по осям равномерно, что благотворно влияет на устойчивость, управляемость, проходимость автомобиля и долговечность шин. Такая схема имеет широкое распространение, особенно на автомобилях большого и высшего классов.

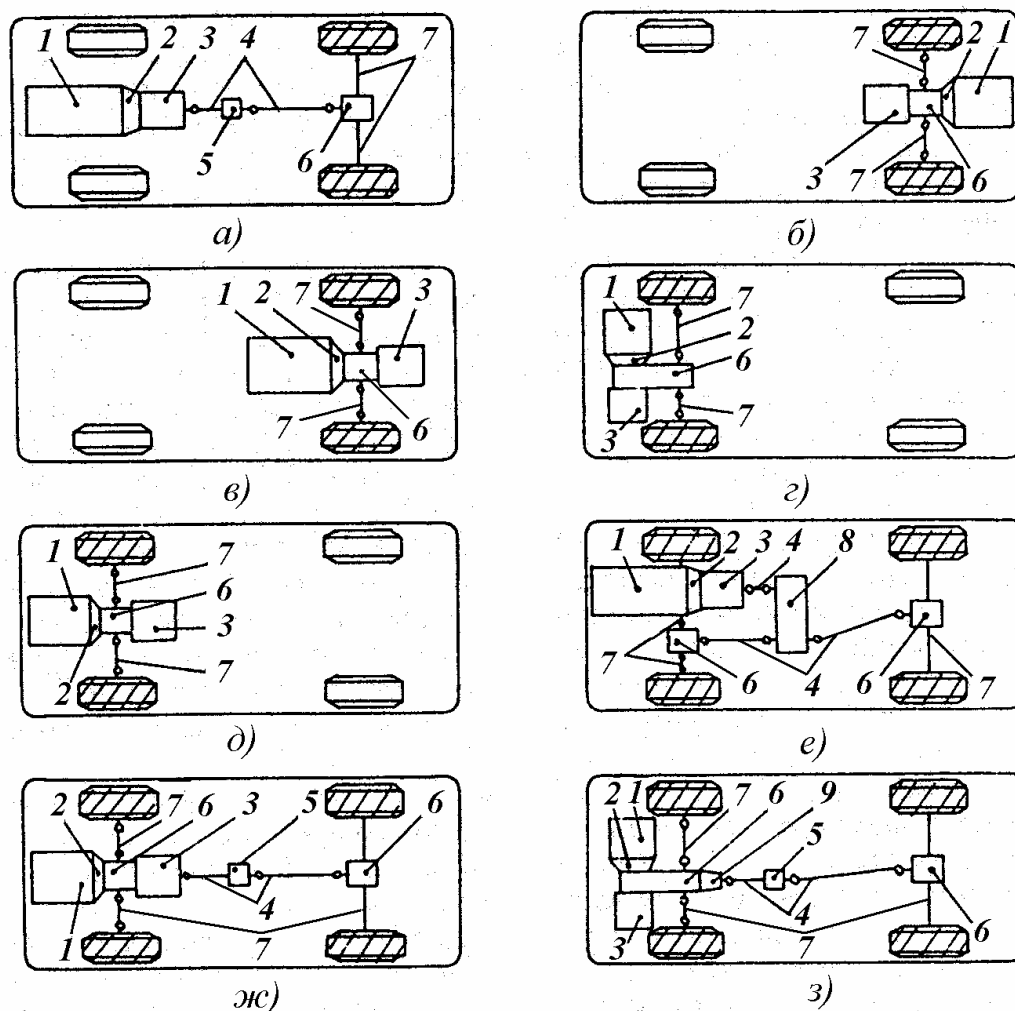


Рис. 1.8. Компоновочные схемы легковых автомобилей:

а - классическая; б - заднемоторная; в - центральномоторная; г, д - переднеприводные; е, ж, з - полноприводные; 1 - двигатель; 2 - сцепление; 3 - КП; 4 - карданная передача; 5 - промежуточная опора карданной передачи; 6 - центральная (главная) передача; 7 - привод ведущих колес; 8 - раздаточная коробка; 9 - коробка отбора мощности

Компоновочную схему с задним расположением двигателя и ведущих колес называют заднемоторной (рис. 1.8,б). При такой компоновочной схеме несколько уменьшается общая масса автомобиля, однако задние колеса оказываются перегруженными, возникают проблемы с отоплением салона и обдувом ветрового стекла, уменьшается объем багажного отделения. Двигатель 1 вместе со сцеплением 2, КП 3 и центральной (главной) передачей 6 образует силовой агрегат, который может быть расположен как вдоль оси автомобиля, так и поперек. Данная компоновочная схема, не оказывая заметного влияния на эксплуатационные качества, позволяет уменьшить длину автомобиля.

Последовательность передачи крутящего момента через механизмы трансмиссии не зависит от компоновочной схемы, однако устройство узлов и агрегатов непосредственно с ней связано. Так, например, в схеме, изображенной на рис. 1.8,б, картер центральной (главной) передачи находится между картерами сцепления 2 и КП 3, тогда как крутящий момент от двигателя 1 последовательно проходит через сцепление 2, КП 3 и главную передачу 6. При такой компоновочной схеме картер центральной (главной) передачи 6 должен предусматривать наличие проходящего через него вала, соединяющего сцепление 2 с КП 3. Кроме того, входной и выходной валы КП должны проходить через отверстия с одной и той же стороны ее картера, тогда как при классической компоновочной схеме трансмиссии (рис. 1.8,а) они выходят с разных сторон КП.

При заднемоторной компоновочной схеме двигатель легкового автомобиля может располагаться за задней осью, над ней или перед ней. В последнем случае (рис. 1.8,в) компоновочную схему иногда называют центральномоторной. Наиболее часто заднемоторные компоновочные схемы применяются на гоночных автомобилях.

Переднеприводная компоновочная схема позволяет обеспечить примерно такое же снижение общей массы автомобиля по сравнению с классической компоновочной схемой, как и заднемоторная, но теперь перегруженными оказываются передние колеса. Однако при такой схеме улучшаются управляемость и устойчивость автомобиля, имеется возможность увеличить объем багажного отделения. В наибольшей степени эти эффекты могут быть достигнуты при поперечном расположении двигателя (рис. 1.8,з), однако часто его располагают и продольно (рис. 1.8,д). В последнем случае снимаются ограничения на длину двигателя, удается унифицировать валы привода ведущих колес и упрощается создание полноприводной версии конструкции. В настоящее время существует устойчивая тенден-

ция к расширению применения переднеприводной компоновочной схемы на автомобилях особо малого, малого и среднего классов.

Полноприводная компоновочная схема до недавнего времени использовалась только на автомобилях повышенной проходимости, конструкция которых предполагает возможность эксплуатации на неусовершенствованных (грунтовых) дорогах. При этом двигатель располагался продольно в передней части кузова, а распределение крутящего момента между ведущими мостами происходило обычно с помощью раздаточной коробки (рис. 1.8,е). Однако в последнее время полноприводная компоновочная схема стала применяться и на автомобилях ограниченной проходимости, что обусловлено стремлением к наиболее полной реализации возможностей устанавливаемых на них мощных двигателей. Максимально возможная (равная массе автомобиля) сцепная масса полноприводного автомобиля позволяет реализовывать на колесах суммарно большую силу тяги, что особенно важно при плохих условиях сцепления колес с дорогой (в дождь или гололедицу). Такие автомобили обычно делают на базе переднеприводных, в которых двигатель может располагаться как вдоль (рис. 1.8,ж), так и поперек (рис. 1.8,з) автомобиля, а распределение крутящего момента происходит без раздаточной коробки (например, с помощью вязкостной муфты).

Компоновочные схемы грузовых автомобилей наряду с колесной формулой и типом привода принято различать по расположению двигателя и кабины (рис. 1.9). Поскольку двигатель на большинстве грузовых автомобилей установлен в передней части остова, различают три компоновочные схемы: капотную, полукapotную и бескапотную (кабина над двигателем).

Капотная компоновочная схема (рис. 1.9,а) обеспечивает меньшую высоту автомобиля, упрощение механизмов управления двигателем и трансмиссией и лучшую пассивную безопасность (при лобовом ударе моторный отсек выполняет энергопоглощающие функции). Однако при такой компоновочной схеме ухудшена обзорность (имеется большая, закрываемая капотом «мертвая зона» перед автомобилем) и слишком большая доля длины автомобиля занята кабиной и моторным отсеком.

Если кабину несколько приподнять и надвинуть на моторный отсек, то можно получить полукapotную компоновочную схему (рис. 1.9,б). Такая компоновочная схема позволяет увеличить объем кузова, однако доступ к двигателю становится более затрудненным.

Установка кабины над двигателем позволяет получить бескапотную компоновочную схему (рис. 1.9,в). При этом для

доступа к двигателю приходится делать кабину опрокидывающейся, что усложняет конструкцию механизмов управления автомобилем.

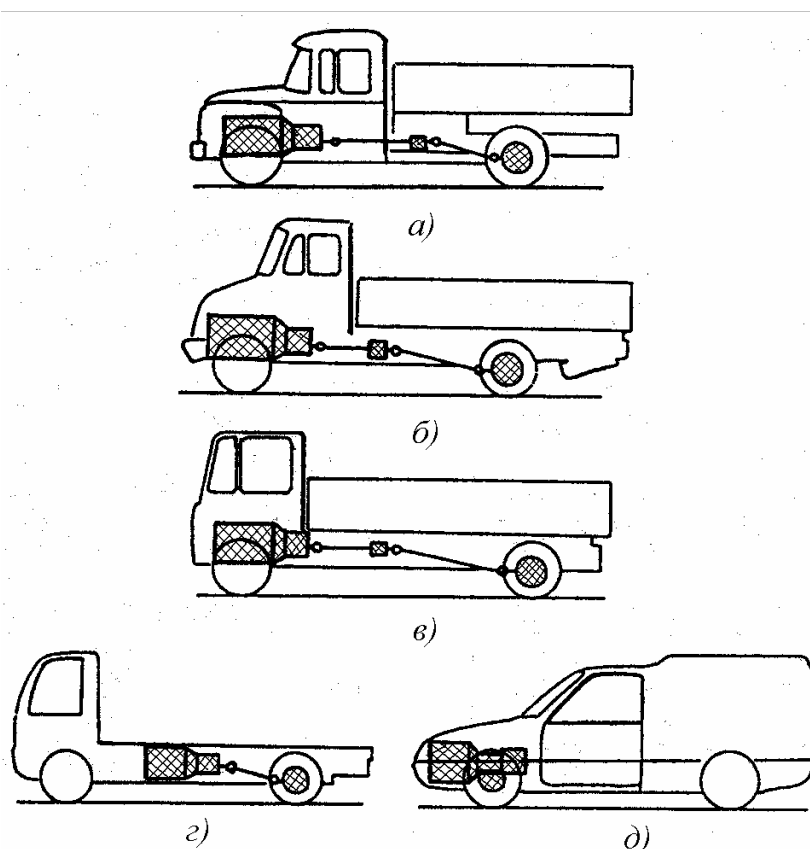


Рис. 1.9. Компоновочные схемы грузовых автомобилей общего назначения:
а - капотная; б - полукапотная; в - бескапотная (кабина над двигателем); г - с двигателем внутри колесной базы; д - на основе конструкции легкового автомобиля

Расположение двигателя вдоль продольной оси грузового автомобиля бескапотной компоновочной схемы может достаточно сильно различаться, что связано с необходимостью обеспечения желаемого распределения нагрузок по осям. Так, при необходимости увеличения нагрузки на переднюю ось двигатель располагают очень близко к переднему концу остова, и он находится практически под кабиной (рис. 1.9,в). Если же нагрузку на переднюю ось нужно понизить, двигатель сдвигается назад и он может частично или полностью оказаться под кузовом. Такие компоновочные схемы часто используют на легких (рис. 1.9,г) или, наоборот, очень тяжелых грузовых автомобилях.

Часто легкие грузовые автомобили делают на базе легковых. В этом случае их компоновочную схему оценивают теми же терминами, что и у легковых автомобилей. Например, автомобиль может быть переднеприводным (рис. 1.9,д).

Поскольку грузовые автомобили часто бывают полноприводными и к тому же могут иметь больше двух осей, существует множество конструктивных вариантов их трансмиссий (рис.1.10).

Наиболее простой вариант трансмиссии имеют автомобили колесной формулы 4×2 (рис. 1.10,а). Если двухосный грузовой автомобиль имеет колесную формулу 4×4 (рис. 1.10,б), то для распределения крутящего момента между передними и задними колесами практически всегда используется раздаточная коробка 7.

Автомобили колесной формулы 6×4 могут также иметь раздаточную коробку 7 (рис. 1.10,в), тогда как при других схемах трансмиссии она может и отсутствовать (рис. 1.10,г).

Полноприводные автомобили колесной формулы 6×6 с традиционной схемой распределения мощности могут иметь параллельный привод среднего и заднего мостов (рис. 1.10, д) или последовательный (рис. 1.10,е).

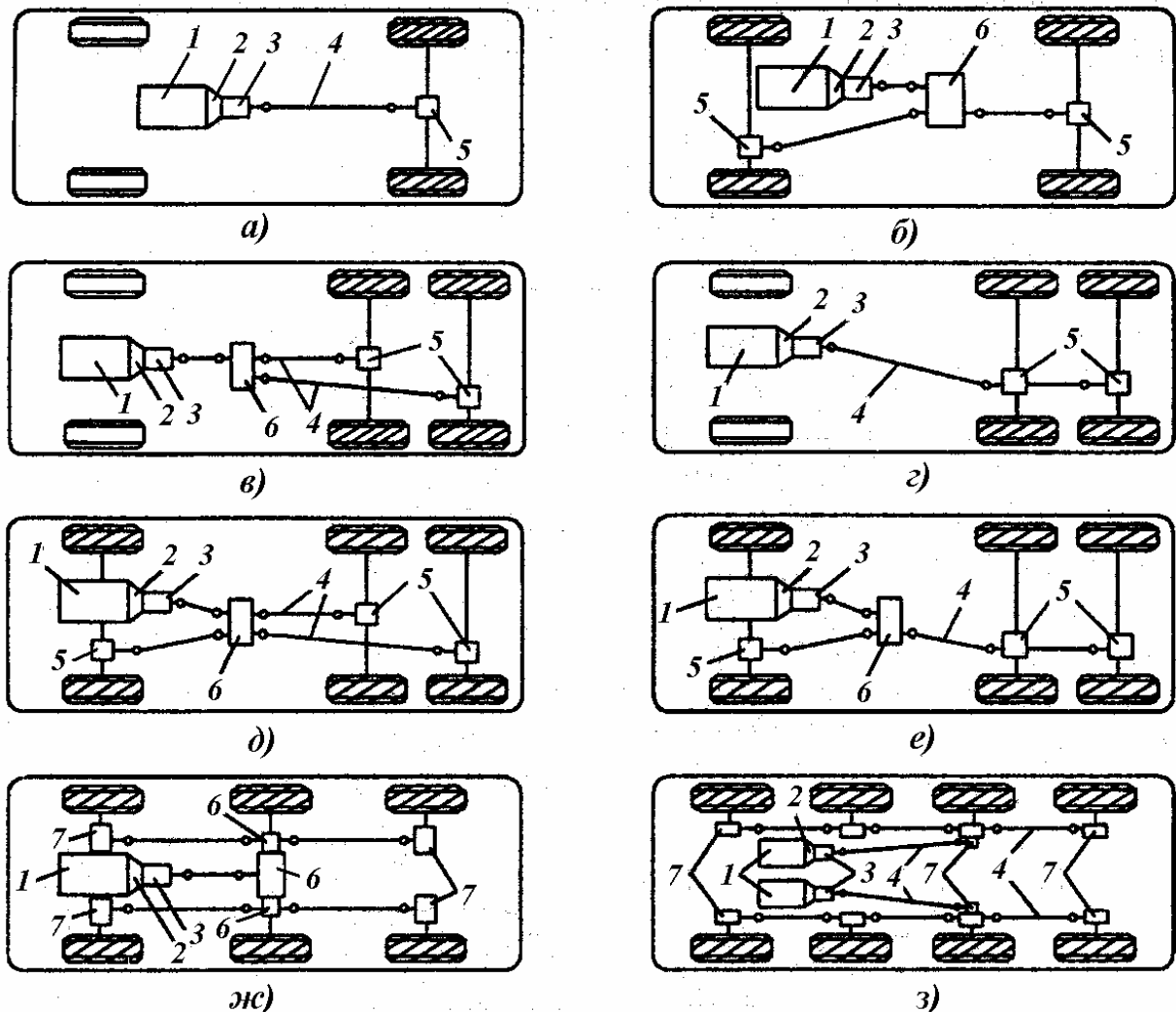


Рис. 1.10. Схемы трансмиссий грузовых автомобилей различных колесных формул:

а - 4×2; б - 4×4; в, г - 6×4; д, е, ж - 6×6; з - 8×8; 1 - двигатель, 2 - сцепление, 3 - КП, 4 - карданная передача, 5 - центральная (главная) передача, 6 - раздаточная коробка; 7 - колесная передача

Специальные полноприводные многоосные автомобили часто имеют схемы трансмиссии с бортовым распределением мощности. При этом в одних схемах для этого используется раздаточная коробка 7 (рис. 1.10,ж), а в других схемах (рис. 1.10,з) предусматривается наличие на автомобиле двух двигателей 1.

Компоновочные схемы автобусов зависят от взаимного расположения двигателя и трансмиссии. Основными являются следующие схемы: двигатель расположен в передней части кузова (рис. 1.11,а), под полом в пределах продольной базы (рис. 1.11,б), сзади продольное (рис. 1.11,в) и со смещением относительно продольной оси (рис. 1.11,г).

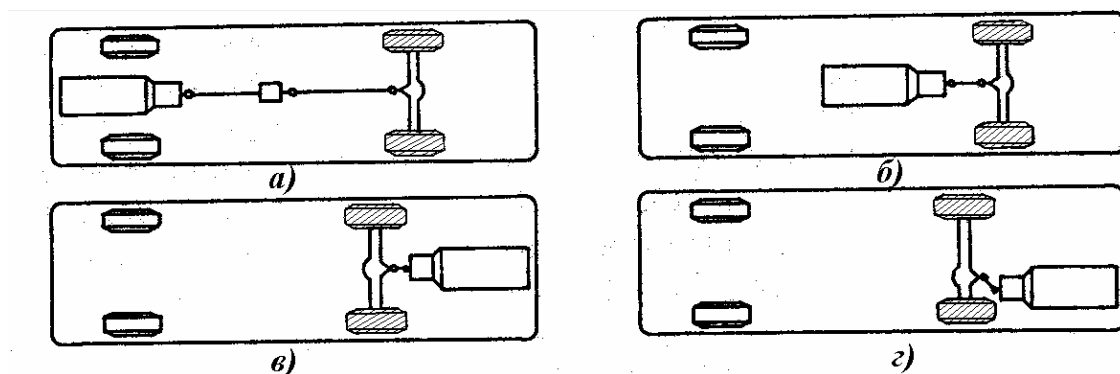


Рис. 1.11. Варианты расположения двигателя автобуса

а - в передней части кузова; *б* - под полом (в пределах продольной базы); *в* - в задней части кузова вдоль продольной оси; *г* - в задней части кузова со смещением относительно продольной оси

При расположении двигателя в передней части кузова (рис. 1.11,а) и большой длине автобуса усложняется подвод крутящего момента к задним ведущим колесам. Поэтому компоновочная схема с передним расположением двигателя получила распространение на небольших автобусах.

Пространство кузова используется более эффективно при расположении двигателя под полом между передней и задней осями (рис. 1.11,б). Однако при такой схеме нужен двигатель с небольшими вертикальными габаритами (этого можно достичь при горизонтальном расположении цилиндров поршневого двигателя), и даже при этом уровень пола поднимается, что затрудняет посадку и высадку пассажиров. Кроме того, здесь значительно затрудняется доступ к двигателю.

Самая малая высота уровня пола может быть достигнута, если расположить двигатель вне колесной базы рядом с ведущим мостом, то есть использовать переднеприводную или заднеприводную компоновочные схемы.

Существуют даже конструкции сочлененных автобусов с таким расположением двигателя (их называют автобусами с толкающей секцией). Смещение продольно расположенного двигателя к борту, противоположному тому, где находятся двери пассажирского салона (рис. 1.11,з), позволяет увеличить размеры накопительной площадки и понизить уровень пола.

Повышения вместимости автобусов обычно добиваются, увеличивая их длину. Особо большие автобусы делают сочлененными. В ряде стран с этой же целью выпускаются двухэтажные городские автобусы, которые, сохраняя высокую маневренность, имеют несколько большую вместимость по сравнению с обычными одноэтажными автобусами. Однако посадка и высадка пассажиров при такой компоновочной схеме затрудняется, а устойчивость автобуса против опрокидывания ухудшается. Высокие туристские автобусы иногда называют полутрехэтажными, поскольку достаточно большое по высоте пространство используется для вспомогательных нужд (хранения багажа, а иногда даже для устройства спальных мест).

Контрольные вопросы

1. Каково назначение тракторов и автомобилей? 2. Из каких основных частей состоит трактор и автомобиль? 3. Какие признаки положены в основу классификации тракторов и автомобилей? 4. Какие максимальные нагрузки на ось автомобиля приняты в России? 5. Что такое колесная формула и в чем состоит разница в обозначениях колесной формулы для трактора и автомобиля? 6. Как строится система индексации автомобилей, прицепов и полуприцепов? 7. Какие классификационные признаки используются при составлении типажа тракторов и автомобилей? 8. Перечислите возможные компоновочные схемы тракторов и автомобилей.

Раздел II. ТРАНСМИССИЯ

Глава 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1. Назначение и классификация трансмиссий

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента двигателя на ведущие колеса трактора или автомобиля и к зависимым валам отбора мощности (ВОМ) трактора, его изменения, изменения направления и частоты вращения ведущих колес, для плавного трогания с места и остановки трактора и автомобиля.

Частота вращения коленчатого вала дизельных двигателей изменяется в диапазоне 1000...2600 мин⁻¹, а бензиновых двигателей – 1000...6000 мин⁻¹, т. е. в 2...6 раз. Диапазон изменения скорости движения современных тракторов составляет 0,1...40 км/ч, а автомобилей – 5...200 км/ч и более. Следовательно, скорости современных тракторов могут изменяться до 400 раз, а автомобилей – до 40 раз. Такое соотношение частот вращения коленчатого вала двигателя и скорости движения трактора и автомобиля обеспечивает трансмиссия.

Современные трансмиссии по способу изменения передаточных чисел классифицируют на бесступенчатые, ступенчатые и комбинированные.

Бесступенчатые трансмиссии позволяют в заданном интервале передаточных чисел иметь любое их значение, вследствие чего работа МТА и автомобиля всегда может быть наиболее производительной и экономичной.

Ступенчатые трансмиссии имеют определенные интервалы (ступени) передаточных чисел в пределах которых работа МТА и автомобиля достаточно производительная и экономичная.

Комбинированные трансмиссии отличаются сочетанием интервалов передач, в которых возможно бесступенчатое изменение передаточных чисел.

По способу преобразования крутящего момента их классифицируют на механические, гидравлические, электрические и комбинированные.

Бесступенчатые трансмиссии по этому признаку подразделяются на механические (фрикционно-тороидные, клиноременные и импульсные - инерционные), гидравлические (гидродинамические и гидрообъемные), электрические (электромеханические).

Ступенчатая трансмиссия по этому признаку является механической, в которой преобразование крутящего момента происходит в шестеренных редукторах, в одном из которых - коробке передач про-

изводится изменение передаточных чисел, ограниченных числом возможных сочетаний зубчатых пар.

На большинстве сельскохозяйственных и значительной части промышленных тракторов и автомобилей применяют ступенчатые трансмиссии, как наиболее отработанные конструктивно, относительно простые, удобные и надежные в работе, имеющие довольно высокий КПД, более низкую стоимость. Основным их недостатком является ступенчатое регулирование крутящих моментов, что довольно часто приводит к неэффективному использованию мощности двигателя.

Рассмотрим принципиальные структурные кинематические схемы трансмиссий на примере тракторных, так как трансмиссия колесного трактора аналогична трансмиссии автомобиля, а у гусеничного трактора существенно отличается.

Кинематические схемы ступенчатых трансмиссий могут быть двух типов. По первой традиционной схеме (рис. 2.1,а,б) мощность двигателя на ведущие колеса трактора разделяется после КП, что обуславливает наличие одной центральной (главной) передачи, размещаемой, как правило, в корпусе заднего моста трактора (гусеничного или колесного с задними ведущими колесами). Такая схема относительно проста, хорошо компоуется, обладает достаточно высоким КПД и приемлемыми показателями материалоемкости.

По второй кинематической схеме (рис. 2.1,в) трансмиссии мощность от двигателя разделяется перед КП или в ней, что обуславливает наличие двух центральных (главных) передач. Положительным качеством этой схемы является меньшая силовая нагруженность деталей КП и центральной (главной) передачи и возможность уменьшения размеров механизма поворота гусеничного трактора. Особенностью этой схемы является невозможность четкого разграничения функций КП и механизма поворота и выполнение одним агрегатом совмещенных функций. Этот тип трансмиссии устанавливается только на гусеничных тракторах.

В традиционных схемах трансмиссии типового колесного трактора с задними ведущими колесами и гусеничного трактора (рис. 2.1,а,б) источником энергии является двигатель внутреннего сгорания 1, с коленчатого вала которого поток мощности поступает в первый агрегат трансмиссии - сцепление 2. Далее поток мощности поступает в КП 3, где обеспечивается ступенчатое изменение подведенного крутящего момента за счет различного сочетания работающих шестерен, образующих необходимые передаточные числа. Как правило, тракторная КП является понижающим редуктором, хотя в ней может быть прямая и повышающая транспортные передачи.

Пара конических шестерен 4 образуют центральную (главную) передачу, соединяющую КП с поперечными валами заднего ведущего моста трактора. Она разделяет поток мощности от КП на два самостоятельных потока по бортам трактора и является понижающим редуктором с постоянным передаточным числом

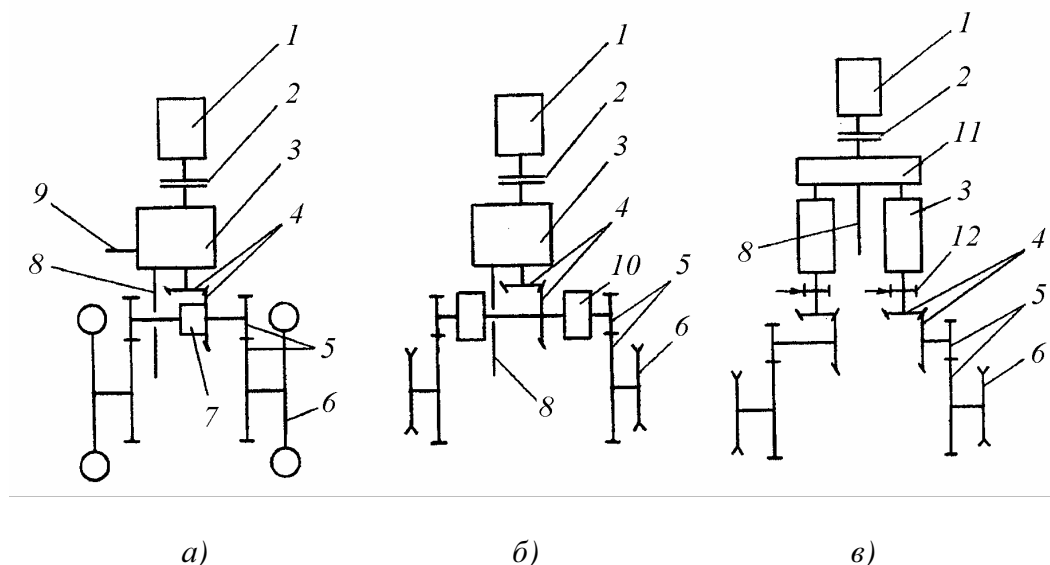


Рис. 2.1. Принципиальные структурные кинематические схемы ступенчатых трансмиссий тракторов:

а – традиционная типового колесного трактора; *б* – традиционная гусеничного трактора; *в* – гусеничного трактора с разделением потока мощности перед КП; 1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – сцепление; 3 – коробка передач; 4 – центральная (главная) передача; 5 – конечная передача; 6 – ведущее колесо; 7 – дифференциал; 8 – привод заднего ВОМ; 9 – привод бокового ВОМ; 10 - механизм поворота; 11 – раздаточный редуктор; 12 - тормоз

У колесного трактора ведомая шестерня центральной (главной) передачи обычно устанавливается на корпусе дифференциала 7 - механизме трансмиссии, кинематически соединяющем центральную (главную) передачу с ведущими валами конечных передач 5 (рис. 2.1,*а*). Дифференциал позволяет ведущим колесам 6 вращаться с разными частотами при повороте трактора или его движении по неровностям пути. Конечная передача является последним понижающим редуктором трансмиссии с постоянным передаточным числом и в ряде случаев определяет величину дорожного просвета (клиренса) трактора.

Для отбора части мощности двигателя для посторонних ее потребителей колесный трактор, как правило, имеет не менее двух приводов ВОМ - заднего 8 и бокового 9.

У гусеничного трактора разветвленные потоки мощности после центральной (главной) передачи 4 (рис.2.1,*б*) вначале поступают в механизм поворота 10, а затем на конечные передачи 5 и ведущие

колеса б, иногда называемые звездочками. Механизм поворота обеспечивает передачу разных ведущих моментов и частот вращения левого и правого ведущих колес б, благодаря чему производится поворот гусеничного трактора.

У гусеничного трактора, как правило, должно быть не менее одного заднего привода ВОМ 8.

В трансмиссии гусеничного трактора с разделением потока мощности перед КП (рис. 2.1, в) поток мощности от двигателя внутреннего сгорания 1 поступает в сцепление 2 и далее в раздаточный редуктор 11, выходные валы которого являются приводными валами двух параллельных КП 3. Отличительной особенностью этих КП является переключение передач на ходу трактора, без разрыва потока мощности, с применением обычных фрикционных муфт с гидродожатием.

На концах выходных валов КП последовательно установлены тормоз 12 и ведущая коническая шестерня отдельной центральной (главной) передачи б.

Тормоза 12 и блокировочные муфты КП являются одновременно агрегатами механизма поворота гусеничного трактора с данным типом трансмиссии.

Конечная передача 5 и ведущие колеса б аналогичны рассмотренным выше. Привод ВОМ 8 обычно осуществляется от раздаточного редуктора 11.

2.2. Передаточное число трансмиссии, КПД и ведущие моменты

Общее передаточное число трансмиссии $u_{тр}$ можно представить как отношение частоты вращения n_d или угловой скорости ω_d коленчатого вала двигателя соответственно к среднему значению частоты вращения n_k или угловой скорости ω_k ведущих колес трактора и автомобиля.

$$u_{тр} = \frac{n_d}{n_k} = \frac{\omega_d}{\omega_k}. \quad (2.1)$$

Средние значения n_k и ω_k принимаются исходя из неравномерности вращения правого и левого ведущих колес трактора и автомобиля.

Поэтому

$$n_k = \frac{n_{пр} + n_{лев}}{2} \quad \text{и} \quad \omega_k = \frac{\omega_{пр} + \omega_{лев}}{2},$$

где индексы "пр" и "лев" – соответственно для правого и левого колеса.

Общее передаточное число рассмотренных ступенчатых трансмиссий можно представить как произведение передаточных чисел составляющих их агрегатов:

- для колесного трактора и автомобиля $u_{\text{тр}} = u_{\text{кп}} u_{\text{цп}} u_{\text{кон}}$;

- для гусеничного трактора $u_{\text{тр}} = u_{\text{кп}} u_{\text{цп}} u_{\text{мп}} u_{\text{кон}}$,

где $u_{\text{кп}}$, $u_{\text{цп}}$, $u_{\text{мп}}$ и $u_{\text{кон}}$ - передаточные числа соответственно КП, центральной (главной) передачи, механизма поворота и конечной передачи.

Изменение передаточного числа трансмиссии в основном производится в КП. Однако в ряде трансмиссий центральные (главные) передачи и механизм поворота выполняются двухступенчатыми, удваивающие общее число передач машины.

При передаче мощности от двигателя к ведущим колесам трактора и автомобиля часть ее теряется на трение в зацеплении зубчатых колес, в подшипниках их валов, в уплотнениях и на разбрызгивание масла в корпусах. Все эти потери учитываются коэффициентом полезного действия (КПД) трансмиссии $\eta_{\text{тр}}$, который определяется как отношение мощности $N_{\text{к}}$, подведенной к ведущим колесам трактора или автомобиля, к эффективной мощности $N_{\text{е}}$ двигателя.

$$\eta_{\text{тр}} = N_{\text{к}} / N_{\text{е}} .$$

Заменяя значения мощностей их составляющими с учетом выражения (2.1), имеем

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{M_{\text{к}} \omega_{\text{к}}}{M_{\text{д}} \omega_{\text{д}}} = \frac{M_{\text{к}}}{M_{\text{д}} u_{\text{тр}}} , \quad (2.2)$$

где $M_{\text{д}}$ и $M_{\text{к}}$ - крутящий момент соответственно двигателя и подводимый к ведущим колесам трактора.

Из выражения (2.2) крутящий момент, подводимый к ведущим колесам трактора,

$$M_{\text{к}} = M_{\text{д}} u_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}} .$$

Таким образом, крутящий момент $M_{\text{к}}$, подводимый к ведущим колесам трактора и автомобиля зависит от крутящего момента $M_{\text{д}}$, развиваемого двигателем, общего передаточного числа $u_{\text{тр}}$ трансмиссии и ее $\eta_{\text{тр}}$ КПД.

Контрольные вопросы

1. Какие типы трансмиссий применяют на тракторах и автомобилях? 2. Из каких элементов состоит трансмиссия трактора и автомобиля? 3. Какие составляющие определяют передаточное число трансмиссии колесного трактора и автомобиля и гусеничного трактора? 4. Как определяется крутящий момент, подводимый к ведущим колесам трактора и автомобиля? 5. Каким образом учитываются потери мощности в трансмиссии?

Глава 3. СЦЕПЛЕНИЕ

Сцепление широко используется на современных тракторах и автомобилях. Его устанавливают между двигателем и коробкой передач, в коробках передач, в механизмах поворота трактора и приводах к ВОМ. Наиболее часто сцепление располагают между двигателем и коробкой передач.

В этом случае **сцепление** предназначено для плавного трогания МТА или автомобиля с места, кратковременного разъединения двигателя и трансмиссии при переключении передач и предохранения трансмиссии от больших динамических нагрузок при изменениях режима работы трактора или автомобиля.

По способу передачи крутящего момента сцепления подразделяются на фрикционные, гидравлические и электромагнитные.

Во фрикционных сцеплениях передача крутящего момента осуществляется посредством сил трения, возникающих между ведущими и ведомыми элементами.

В гидравлических сцеплениях передача крутящего момента происходит при динамическом напоре потока рабочей жидкости на ведомые элементы (гидродинамические муфты) или при статическом напоре (гидростатические муфты). Гидродинамические муфты применяются на ряде промышленных тракторов, так как уменьшают нагрузки в трансмиссии.

В электромагнитных сцеплениях передача крутящего момента осуществляется посредством взаимодействия магнитных полей ведущих и ведомых частей или применения магнитного порошка, замыкающего магнитный поток между элементами сцепления. Электромагнитные сцепления не получили широкого распространения на современных тракторах и автомобилях в виду их низкой надежности и больших габаритных размеров.

В настоящее время на современных тракторах и автомобилях самое широкое распространение получили фрикционные сцепления (ФС), так как они по сравнению с другими типами сцеплений имеют меньшую стоимость и габариты при более высокой надежности. Поэтому дальнейшая классификация дана только для ФС.

По направлению перемещения рабочих поверхностей ФС делятся на осевые и радиальные.

По форме поверхностей трения различают дисковые ФС и конусные (осевые), а также колодочные и ленточные (радиальные). В современных конструкциях тракторов и автомобилей применяются только дисковые ФС, как более надежные.

По числу дисков ФС могут быть одно- двух- и многодисковые.

По состоянию поверхностей трения ФС делят на “сухие” (работают без смазки поверхностей трения, могут быть одно- двух- и многодисковые) и “мокрые” (работают в масляной ванне, могут быть одно- двух- и многодисковые).

По конструкции нажимного механизма различают постоянно замкнутые ФС, нормальное состояние которых без воздействия на органы управления трактористом (водителем) замкнутое, и непостоянно замкнутые, состояние которых определяется водителем и переход из разомкнутого состояния в замкнутое и, наоборот, без воздействия водителя невозможен.

По числу силовых потоков мощности, передающихся через детали, ФС классифицируются на однопоточные, когда весь поток мощности от двигателя передается в трансмиссию, и двухпоточные (применяются только на тракторах), когда один поток мощности от двигателя передается в трансмиссию, а другой - на привод ВОМ.

Двухпоточные ФС в зависимости от числа фрикционных механизмов могут быть:

одинарные - с одним ФС для передачи мощности в трансмиссию (силовой поток к ВОМ передается от ведущих частей ФС или маховика двигателя);

двойные - с двумя отдельными ФС в общем корпусе (одно главное ФС передает мощность от двигателя в трансмиссию, а второе ФС привода ВОМ).

Двойные ФС по способу управления делят на ФС с последовательным управлением - с одной педалью управления и полностью автономным управлением - две педали управления (каждое ФС управляется своей педалью).

3.1. Однодисковые сцепления

Рассмотрим принципиальную схему однопоточного однодискового постоянно замкнутого ФС с остановочным тормозком (рис. 3.1). На автомобилях подобные ФС применяют без остановочного тормозка. Ведущими частями ФС являются все детали, связанные с валом двигателя. К ним относят маховик 1 двигателя и нажимной диск 3, связанный с маховиком поводковым устройством 6 через кожух 5. Ведомыми частями являются ведомый диск 2 в сборе с фрикционными накладками *a*, шлицевой ступицей *b* и маслоотражательными дисками *в* и ведомый вал 4 (у тракторных сцеплений). У автомобильных

ФС ведомый диск установлен на шлицах первичного вала коробки передач.

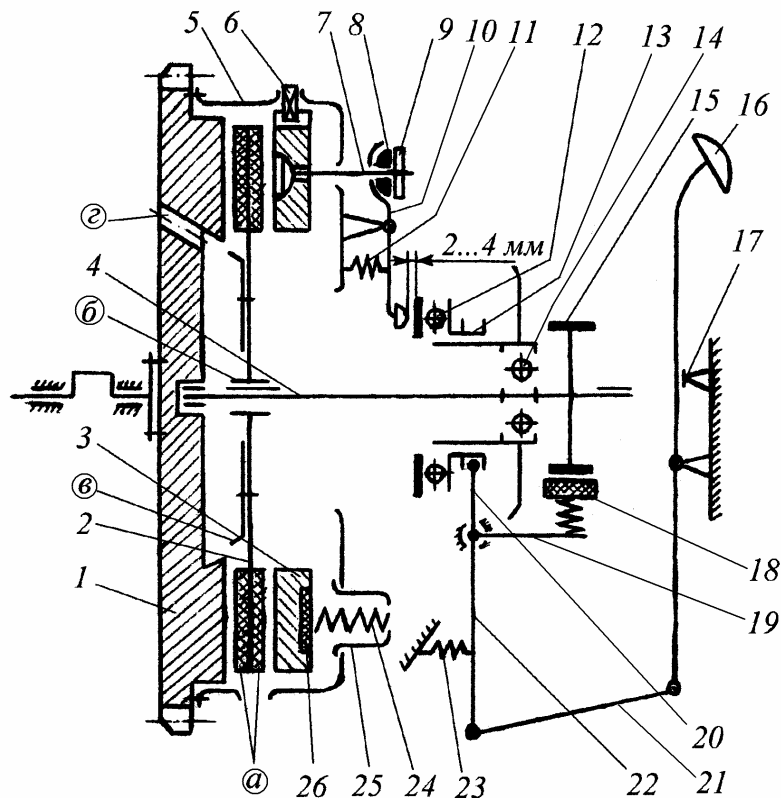


Рис. 3.1. Схема однопоточного однодискового постоянно замкнутого ФС с остановочным тормозком:

1 - маховик с отверстием g для удаления масла; 2 - ведомый диск в сборе с фрикционными накладками a , шлицевой ступицей b и маслоотражательными дисками $в$; 3 - нажимной диск; 4 - ведомый вал ФС; 5 - кожух ФС; 6 - поводковое устройство нажимного диска; 7 - отжимные болты; 8 - сферические опорные шайбы; 9 - регулировочные гайки; 10 - отжимные рычаги; 11 - оттяжные пружины рычагов; 12 - выжимной подшипник отводки; 13 - муфта отводки; 14 - задний подшипник вала ФС; 15 - тормозной шкив вала ФС; 16 - педаль управления ФС; 17 - упор положения педали; 18 - тормозная колодка с пружинным приводом; 19 - рычаг привода тормозка; 20 - рычаг привода муфты отводки; 21 - соединительная тяга; 22 - наружный рычаг привода управления; 23 - возвратная пружина привода управления; 24 - нажимные пружины; 25 - стакан крепления пружины; 26 - термоизоляционная прокладка под пружину

ФС работает следующим образом. При отсутствии усилия со стороны водителя на педали управления 16 нажимные пружины 24, воздействуя на нажимной диск 3, прижимают ведомый диск 2 к маховику 1 двигателя. При этом за счет сил трения между маховиком 1 и накладкой ведомого диска 2, а также нажимным диском 3 и другой накладкой ведомого диска крутящий момент через ведомый вал 4 передается в трансмиссию. Передаваемый момент определяется размерами и фрикционными свойствами накладок ведомого диска 2 и усилием нажимных пружин 24.

При включенном ФС между выжимным подшипником 12 отводки и отжимными рычагами 10 имеется зазор 2...4 мм. При нажатии на педаль 16 управления ФС усилие через соединительную тягу 21 передается на наружный рычаг 22 привода управления и далее через рычаг 20 на муфту 13 отводки, которая, перемещаясь вместе с выжимным подшипником 12 в направлении маховика 1 сначала выбирает зазор между выжимным подшипником и отжимными рычагами 10, а затем воздействует на отжимные рычаги.

Отжимные рычаги 10, поворачиваясь относительно неподвижной оси, через сферические опорные шайбы 8, регулировочные гайки 9 и отжимные болты 7 перемещают нажимной диск 3 в направлении от маховика 1, преодолевая усилие нажимных пружин 24. При появлении зазоров между ведомым диском 2 и ведущими дисками (маховиком и нажимным диском) крутящий момент от двигателя на ведомый вал 4 не передается (ФС выключено). Однако по инерции ведомые части ФС (ведомый диск 2 и вал 4) продолжают вращаться, что затрудняет процесс последующего переключения передачи в коробке передач. Для устранения этого недостатка в тракторных ФС часто применяют специальный остановочный тормозок.

В рассматриваемой схеме тормозок состоит из тормозного шкива 15, жестко связанного с ведомым валом 4 ФС, тормозной колодки 18 с пружинным приводом и рычага 19 привода тормозка, жестко связанного с наружным рычагом 22 привода управления.

Кинематика привода управления ФС выполнена так, что при нажатии на педаль 16 управления сначала выключается ФС, а затем последовательно через рычаг 19 колодка 18 с пружинным приводом прижимается к тормозному шкиву 15. В результате за счет сил трения между колодкой 18 и шкивом 15 вал 4 ФС останавливается, что обеспечивает возможность безударного переключения передач в коробке передач.

При отпускании педали 16 управления ФС за счет усилия нажимных пружин 24 нажимной диск 3, перемещаясь в сторону маховика 1 двигателя, прижимает ведомый диск 2 к маховику, что приводит к включению ФС. Усилие нажимных пружин 24 передается на педаль управления 16 последовательно через нажимной диск 3, отжимные болты 7, отжимные рычаги 10 на выжимной подшипник 12 и муфту отводки 13, через рычаги 20 и 22 и соединительную тягу 21.

В начальный момент перемещения нажимного диска 3 в сторону маховика 1 освобождается тормозной шкив 15 за счет отвода тормозной колодки 18, а затем происходит включение ФС. В момент появления зазора между отжимными рычагами 10 и выжимным подшип-

ником 12 все усилие нажимных пружин 24 направлено на сжатие ведомого диска 2 между ведущими дисками ФС. Дальнейшее перемещение педали 16 до упора 17 осуществляется за счет усилия возвратной пружины 23 привода управления.

Для удаления масла, которое может попасть на накладки ведомого диска при выходе из стоя уплотнения задней опоры коленчатого вала двигателя или из подшипника передней опоры ведомого вала 4, иногда в конструкции ведомого диска 2 применяют специальный маслоотражательный диск 6, который за счет центробежной силы отбрасывает масло на торцовую свободную поверхность маховика и далее через отверстия 2 в маховике - в картер ФС.

Для фиксации отжимных рычагов 10 в одном положении при включенном ФС в конструкции предусмотрены оттяжные пружины 11, усилие которых направлено в сторону противоположную усилию нажимных пружин 24. Это исключает возможность свободного болтания рычагов вокруг своей оси и обеспечивает заданный зазор между рычагами 10 и выжимным подшипником 12.

Для обеспечения необходимой кинематики работы механизма выключения ФС (точки контакта отжимного рычага 10 с отжимным болтом 7 через шайбу 8 и регулировочную гайку 9 при повороте рычага перемещаются по радиусу) отжимные болты 7 с нажимным диском 3 и отжимной рычаг 10 с шайбой 8 контактируют по сферам.

В процессе включения и выключения ФС его детали нагреваются. При нагреве пружин происходит релаксация материала (потеря упругих свойств), что может привести к существенному снижению момента трения ФС и потере ее работоспособности (когда ФС не сможет передавать крутящий момент двигателя в трансмиссию). Поэтому в ФС с целью уменьшения нагрева пружин иногда применяют специальные термоизоляционные прокладки 26.

При буксовании ФС накладки ведомого диска 2 изнашиваются. В результате нажимной диск 2 перемещается в сторону маховика 1, в следствие чего уменьшается зазор между отжимными рычагами 10 и выжимным подшипником 12. Пока есть зазор, все усилие нажимных пружин передается на нажимной диск ФС. При упоре отжимных рычагов 10 в выжимной подшипник 12 часть усилия нажимных пружин передается на подшипник, что приводит к уменьшению момента, передаваемого ФС и потере его работоспособности. Поэтому в эксплуатации водитель следит за величиной этого зазора и регулирует его при техническом обслуживании трактора или автомобиля.

На нажимные пружины 24 при их вращении вместе кожухом 5 ФС действуют центробежные силы, направленные от центра враще-

ния по радиусу. В результате пружины прогибаются, что приводит к уменьшению создаваемого ими усилия на нажимной диск 3. Для уменьшения влияния центробежных сил на прогиб пружин их часто устанавливают в специальные стаканы 25.

Цилиндрические витые пружины в современных ФС располагают по периферии, что обеспечивает равномерное сжатие трущихся поверхностей за счет симметричного расположения пружин относительно друг друга и отжимных рычагов. В зависимости от их числа нажимные пружины располагают на одной или двух окружностях нажимного диска.

В настоящее время в современных конструкциях ФС применяют тарельчатые пружины, обеспечивающие более стабильное нажимное усилие на поверхностях трения ФС в независимости от величины износа фрикционных накладок. При этом нажимное усилие, создаваемое тарельчатой пружиной, не зависит от частоты вращения вала двигателя. Следовательно, ФС с тарельчатыми пружинами можно применять на высокооборотных двигателях.

Конические витые пружины, имеющие более жесткую нелинейную характеристику упругости по сравнению с цилиндрическими, в современных конструкциях ФС не применяют.

Рассмотрим некоторые конструкции современных однодисковых постоянно замкнутых ФС.

На рис. 3.2 представлено ФС с разрезной тарельчатой пружиной и два варианта конструкций ведомого диска 1, где в верхнем сечении показан ведомый диск с демпфером крутильных колебаний, а в нижнем - ведомый диск без демпфера.

В данной конструкции ФС применена прямая установка пружины 4, заключающаяся в том, что пружина по наружному диаметру упирается в нажимной диск 3, а по внутреннему диаметру неразрезной части - в кожух 5. Выключение ФС обеспечивается перемещением выжимного подшипника 6 в сторону маховика 2 двигателя. В результате чего разрезная тарельчатая пружина 4 работает как двухплечий рычаг, который поворачивается относительно точки его крепления с кожухом 5 ФС. При этом лепестки пружины перемещаются в сторону маховика двигателя, а периферийная часть пружины по наружному диаметру - в сторону противоположную от маховика. В результате нажимной диск 3 освобождается, что и приводит к выключению ФС.

В современных конструкциях ФС отвод нажимного диска осуществляется за счет упругости тангенциальных пластин 7, связывающих нажимной диск 3 с кожухом 5. Во включенном ФС пластины 7 за

счет перемещения нажимного диска 3 в сторону маховика 2 двигателя деформируются. При перемещении периферийной части пружины 4 от маховика двигателя нажимной диск 3 освобождается и пластины 7 за счет сил упругости принудительно отводят его от ведомого диска 1, что и обеспечивает чистоту выключения ФС.

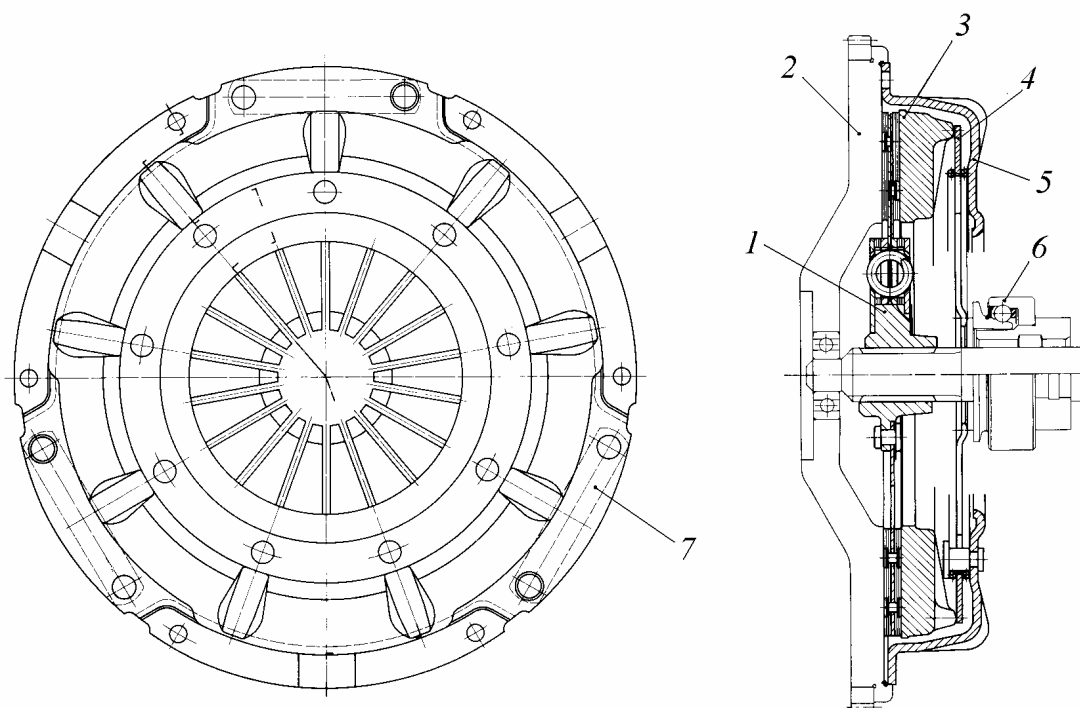


Рис. 3.2. ФС с прямой установкой разрезной тарельчатой пружины:

1- ведомый фрикционный диск 2 - маховик двигателя; 3 - нажимной диск; 4- разрезная тарельчатая пружина; 5 - кожух ФС; 6 - выжимной подшипник; 7 - тангенциальная пластина

В настоящее время намечается тенденция к применению на современных тракторах и автомобилях ФС с так называемой обратной установкой разрезной тарельчатой пружины 3 (рис. 3.3): по наружному диаметру она упирается в кожух 2 ФС, а по внутренней неразрезанной части - в нажимной диск 5. Особенностью такой конструкции является постоянный контакт выжимного подшипника 4 с лепестками пружины 3. Свободный ход педали управления таким ФС обеспечивается конструкцией привода управления.

При воздействии на педаль управления ФС выжимной подшипник 4 перемещается в направлении от маховика 1 двигателя. При этом пружина 3 вместе с выжимным подшипником отходит от нажимного диска 5, который за счет сил упругости тангенциальных пластин 6, связывающих его с кожухом ФС, перемещается от маховика двигателя, что и обеспечивает выключение ФС.

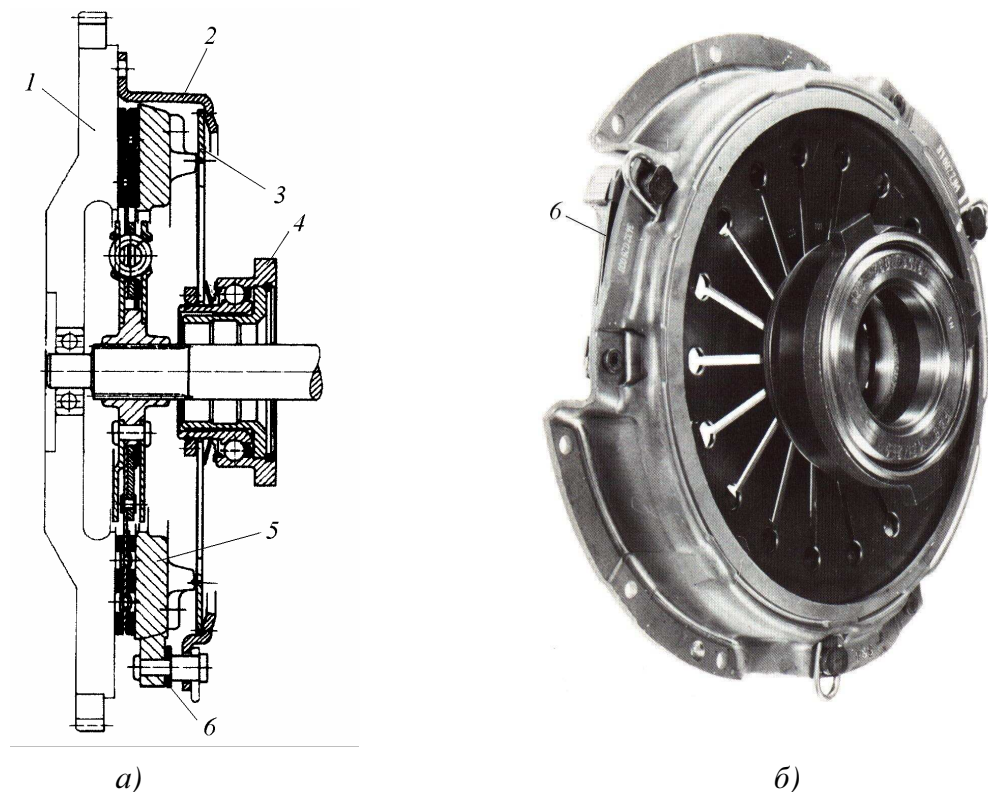


Рис. 3.3. ФС с обратной установкой разрезной тарельчатой пружины:
а - конструкция; *б* - внешний вид; 1 – маховик двигателя; 2 – кожух ФС; 3 – разрезная тарельчатая пружина; 4 – выжимной подшипник; 5 – нажимной диск; 6 – набор тангенциальных пластин

Конструкция ФС с обратной установкой разрезной тарельчатой пружины имеет ряд серьезных преимуществ по сравнению с ФС с прямой установкой аналогичной пружины:

- на 17...40 % меньше усилие на педали управления;
- меньше осевой габаритный размер;
- меньше масса и выше жесткость кожуха;
- лучше охлаждение деталей, так как кожух ФС более открытый.

3.2. Двухдисковые сцепления

Ведущими частями двухдискового ФС (рис. 3.4) являются маховик 1 двигателя, средний ведущий 2 и нажимной 3 диски. При этом ведущий и нажимной диски связаны с маховиком двигателя через кожух ФС (на схеме не показано).

Для обеспечения чистоты выключения двухдискового ФС средний ведущий диск 2 принудительно отводится от маховика 1 двигателя на 2...3 мм при помощи специального механизма разведения дисков.

В варианте А механизм разведения дисков представляет из себя комплект отжимных пружин 5 и регулируемых упоров 6 среднего ве-

дущего диска, расположенных равномерно по окружности. В существующих конструкциях ФС обычно применяют по три или четыре пружины и столько же упоров.

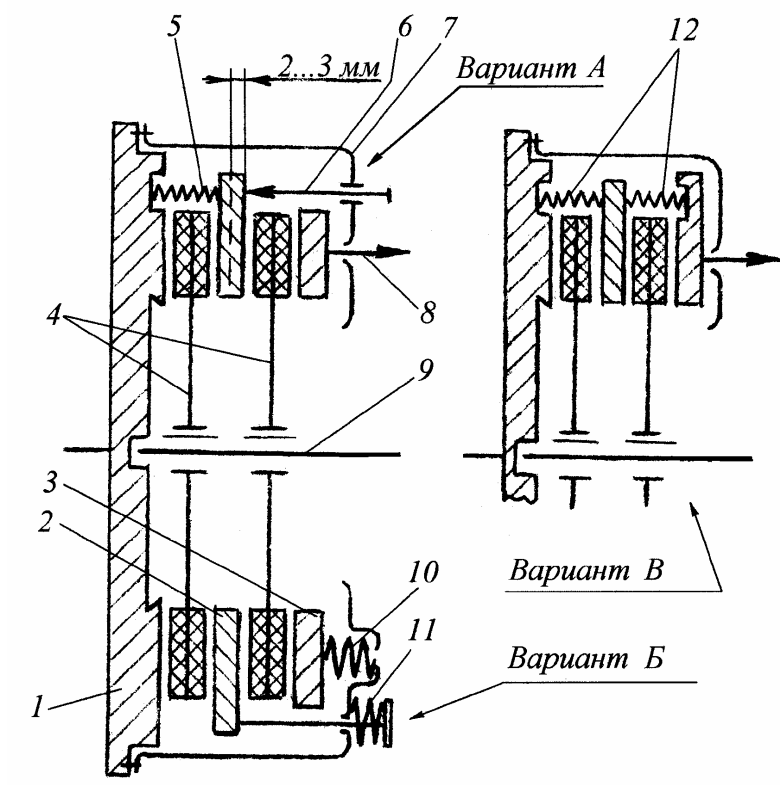


Рис. 3.4. Принципиальная схема двухдискового постоянно замкнутого ФС:

1 - маховик двигателя; 2 - средний ведущий диск; 3 - нажимной диск; 4 - ведомые фрикционные диски в сборе; 5 - отжимная пружина среднего ведущего диска; 6 - регулируемый упор отвода среднего ведущего диска; 7 - кожух ФС; 8 - отводка ФС; 9 - ведомый вал ФС (первичный вал коробки передач); 10 - нажимные пружины; 11 - отжимная пружинная тяга; 12 - разжимные пружины среднего ведущего диска

При выключении ФС отжимные пружины 5 отводят средний ведущий диск 2 от маховика двигателя до упоров 6. Положение упоров 6 ограничивает отвод среднего ведущего диска на 2...3 мм, что обеспечивает гарантированный зазор 1...1,5 мм между поверхностями трения ведомого диска 4, расположенного у маховика 1 двигателя, и поверхностями трения маховика и среднего ведущего диска 2.

При дальнейшем перемещении нажимного диска 3 от маховика двигателя средний ведущий диск 2 не перемещается, что приводит к появлению зазоров между поверхностями трения среднего ведущего диска 2, нажимного диска 3 и ведомого фрикционного диска 4, расположенного у нажимного диска.

Таким образом из анализа процесса выключения ФС следует, что механизм разведения дисков, выполненный по схеме А, обеспечи-

вает более раннее выключение из работы (при выключении ФС) и более позднее включение в работу (при включении ФС) ведомого диска 4, расположенного у маховика 1 двигателя по сравнению с ведомым диском 4, расположенным у нажимного диска 3. Это является одной из причин более интенсивного изнашивания (в 1,5...2 раза) накладок ведомого диска, расположенного у нажимного диска, по сравнению с накладками ведомого диска, расположенного у маховика двигателя.

В варианте *Б* исполнения механизма разведения дисков он представляет собой комплект отжимных пружинных тяг 11 и упоров 6, равномерно расположенных по окружности. Отжимные пружинные тяги 11 одним концом жестко связаны со средним ведущим диском 2, а другим - упруго с кожухом ФС. Принцип работы механизма аналогичен ранее рассмотренному варианту исполнения *А*.

В варианте *В* механизм разведения дисков – это комплект разжимных пружин 12, установленных между маховиком 1 двигателя, средним ведущим 2 и нажимным 3 дисками. Для обеспечения чистоты выключения ФС комплекты пружин 12, расположенные с разных сторон среднего ведущего диска 2, должны иметь одинаковую жесткость. При этом в процессе выключения и включения ФС средний ведущий диск всегда перемещается в 2 раза меньше, чем нажимной диск. Это обеспечивает равенство зазоров между ведущими и ведомыми дисками при выключении ФС и примерно одинаковое время буксования ведомых дисков при выключении и включении ФС, а следовательно, равномерность изнашивания накладок.

Конструкции некоторых типов механизмов разведения дисков в двухдисковых ФС представлены на рис. 3.5.

На рис. 3.5,*а* показана конструкция механизма разведения дисков двухдисковых ФС тракторов Т-150/150К, Т-4А и ТТ-4, а на рис. 3.5,*б* - грузовых автомобилей МАЗ и трактора ДТ-75М. На высокооборотных двигателях под действием центробежных сил пружины 2 прогибаются, что приводит к нарушению работы механизма разведения дисков. Поэтому для таких двигателей применяют ФС с рычажным механизмом разведения дисков.

Конструкция такого механизма показана на рис. 3.5,*в* (ФС грузовых автомобилей КамАЗ). Он состоит из рычагов 7, установленных на среднем ведущем диске 3, и винтовых цилиндрических пружин кручения 8. При выключении ФС рычаги 7 под действием витых пружин 8 кручения поворачиваются против часовой стрелки, упираясь своими концами в маховик 1 двигателя и нажимной диск 4. В результате чего при выключении ФС средний ведущий диск 3 всегда занимает среднее положение между маховиком 1 двигателя и нажим-

ным диском 4. Следовательно, данный механизм работает точно так же как и механизм, представленный на рис. 11.5,а. Но при этом его работа не зависит от частоты вращения вала двигателя.

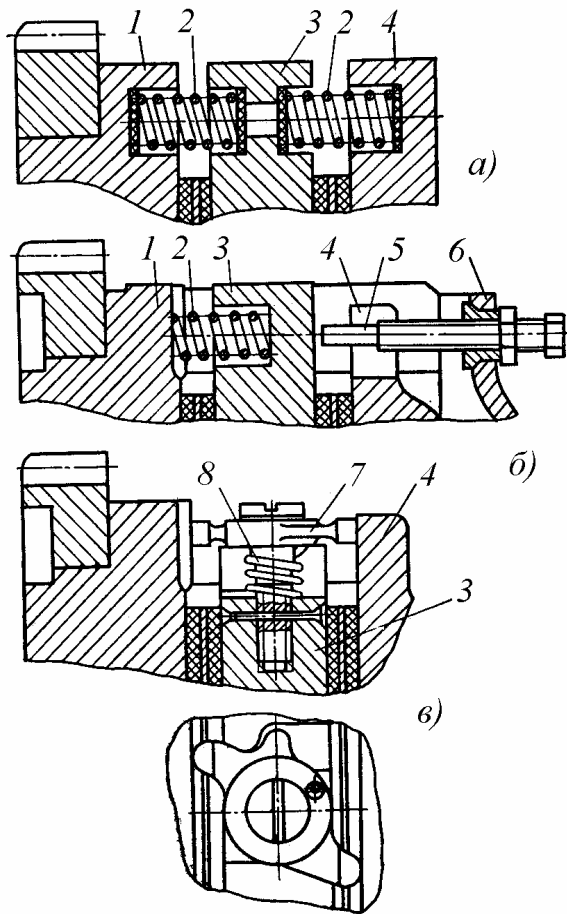


Рис. 3.5. Механизмы разведения дисков двухдисковых ФС:

1 - маховик двигателя; 2 - винтовые цилиндрические пружины сжатия; 3 - средний ведущий диск; 4 - нажимной диск; 5 - регулируемый упор отвода среднего ведущего диска; 6 - кожух ФС; 7 - двухплечий рычаг; 8 - витая цилиндрическая пружина кручения

На рис. 3.6 представлена конструкция двухдискового ФС тракторов Т-150/150К. ФС является одинарным двухпоточным, имеет 20 нажимных винтовых цилиндрических пружин 28, установленным по двум окружностям диаметрами 250 и 350 мм. Один поток мощности передается в трансмиссию через два ведомых диска б, а другой – на привод ВОМ через вал 30. В

каждом ведомом диске б установлен демпфер (фрикционный гаситель крутильных колебаний с восемью равномерно расположенными пружинами). Маховик 1 двигателя имеет четыре паза, в которые входят хвостовики среднего ведущего 3 и нажимного 4 дисков, что обеспечивает их совместное вращение. Для быстрой остановки ведомых деталей при выключении ФС применен колодочный тормозок.

С целью снижения интенсивности изнашивания концов отжимных рычагов 8, взаимодействующих при выключении ФС с упором 16 выжимного подшипника 27, к ним прикреплено упорное кольцо 14. Для обеспечения нормальной работы механизма выключения ФС необходимо, чтобы упорное кольцо 14 находилось в плоскости перпендикулярной оси вращения ведомого вала 19.

Регулировка положения отжимных рычагов 8, а следовательно, упорного кольца 14 осуществляется регулировочными гайками 12, которые фиксируются стопорными пружинами 11, закрепленными на кожухе 7 ФС стопорными болтами 10. Регулировка зазора 3,5...4 мм между упорным кольцом 14 и упором 16 подшипника выключения 27

осуществляется в приводе управления ФС (на рис. 11.6 не показан). Если за счет привода управления ФС регулировку осуществить не удастся, то она обеспечивается за счет изменения положения отжимных рычагов 8 с помощью регулировочных гаек 12. Смазка подшипника 29 вала ФС и выжимного подшипника 27 осуществляется через масленки 2 и 15. Внутри полого вала 19 проходит вал 30 привода ВОМ.

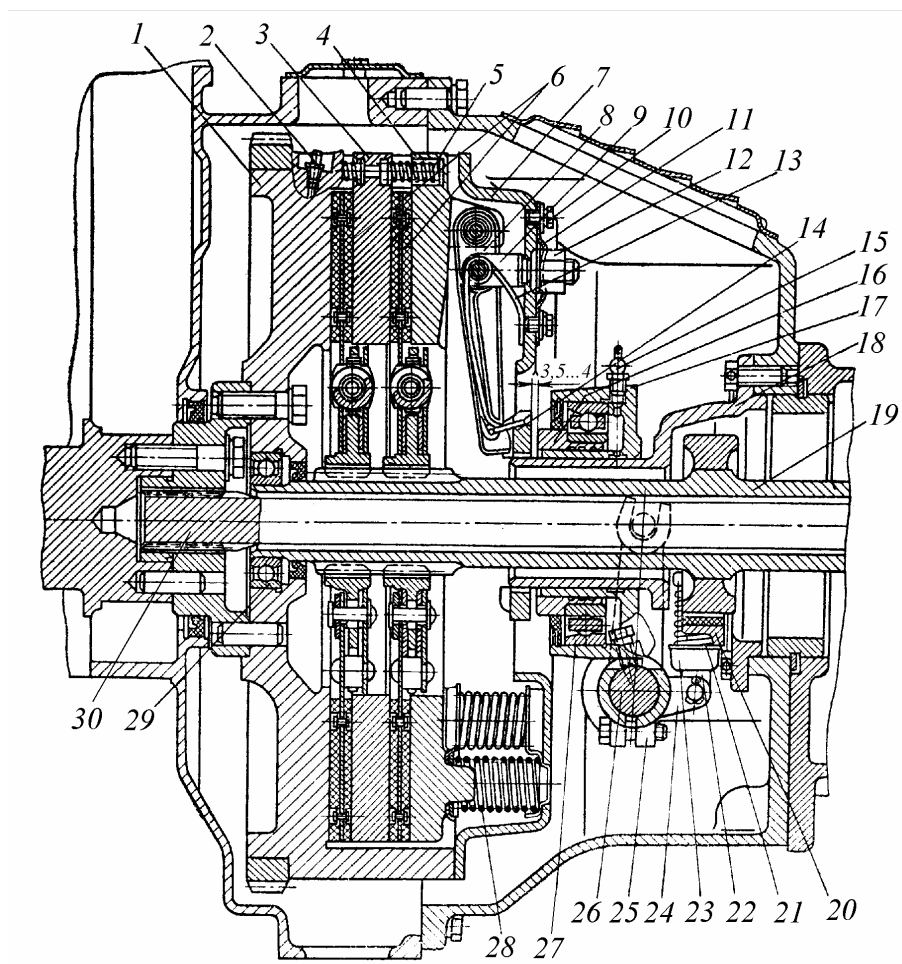


Рис. 3.6. ФС тракторов Т-150/150К:

1 - маховик двигателя; 2,15 - масленки; 3 - средний ведущий диск; 4 - нажимной диск; 5 - разжимные пружины; 6 - ведомый фрикционный диск; 7 - кожух ФС; 8 - отжимной рычаг; 9 - вилка; 10 - болт стопорной пружины; 11 - стопорная пружина; 12 - регулировочная гайка; 13 - отжимная пружина; 14 - упорное кольцо; 16 - упор подшипника; 17 - корпус отводки; 18 - стакан выжимного подшипника; 19 - ведомый вал ФС; 20 - тормозная колодка; 21 - пружина тормозка; 22 - серьга; 23 - стакан пружины; 24 - муфта серьги; 25 - вилка выключения; 26 - валик выключения; 27 - выжимной подшипник; 28 - нажимная пружина; 29 - подшипник вала ФС; 30 - вал привода ВОМ

Аналогичные конструкции двухдисковых ФС только без тормозка и однопоточные применяют на автомобилях.

3.3. Ведомые фрикционные диски

Ведомые фрикционные диски в сборе (рис.3.7,*а*), как правило, состоят из стального основания *1* (листа толщиной 0,8...2,5мм) в виде кольца, по внешней части которого с двух сторон установлены фрикционные накладки *2* с помощью заклепок *б*, а к внутреннему отверстию приклепана ступица *3* со шлицами для подвижного соединения с валом ФС.

Для лучшего прилегания фрикционных накладок к поверхностям трения ведущих дисков и предотвращения коробления стального основания при нагревании его делают с радиальными прорезями, заканчивающимися отверстием несколько большего диаметра. Такой вид стального основания характерен для так называемого “жесткого ведомого диска”, не обладающего ни осевой, ни тангенциальной податливостью. Положительным качеством таких ведомых дисков является их конструктивная простота и малая стоимость, а главным недостатком - то, что они не обеспечивают плавное включение ФС.

Более перспективными являются ведомые диски с осевой и тангенциальной податливостями. Применение ведомых дисков с осевой податливостью обеспечивает более плавное включение ФС, что упрощает процесс управления трактором или автомобилем при трогании с места.

Рассмотрим способы повышения осевой податливости ведомых дисков.

На рис. 3.7,*б* осевая податливость ведомого диска обеспечивается за счет применения фасонных прорезей на стальном основании с последующим выполнением лепестков *4* основания в виде отдельных пластинчатых пружин. Недостатком данной конструкции является сложность получения одинаковой жесткости у всех лепестков основания.

Более перспективным является ведомый диск (рис. 11.7,*в*), в котором осевая податливость обеспечивается применением отдельных пластинчатых пружин *5*, установленных между фрикционными накладками и закрепленных на малом радиусе стального основания *1*. При этом пластинчатые пружины выполняются из листовой стали меньшей толщины чем основание *1* диска. Здесь легче по сравнению с ранее рассмотренной конструкцией ведомого диска обеспечить одинаковую жесткость пластинчатых пружин *5*.

В более ранних конструкциях ФС применялись ведомые диски (рис. 3.7,*г*), в которых осевая податливость обеспечивалась применением отдельных пластинчатых пружин *5*, приклепанных к стальному основанию *1* со стороны нажимного диска. Такая конструкция имеет большой момент инерции ведомого диска и обеспечивает только его

одностороннюю осевую податливость (со стороны нажимного диска). При сборке ФС необходимо помнить, что ведомый диск нужно устанавливать так, чтобы пружины 5 были обращены в сторону нажимного диска. При обратной установке ведомого диска снижается долговечность его фрикционных накладок.

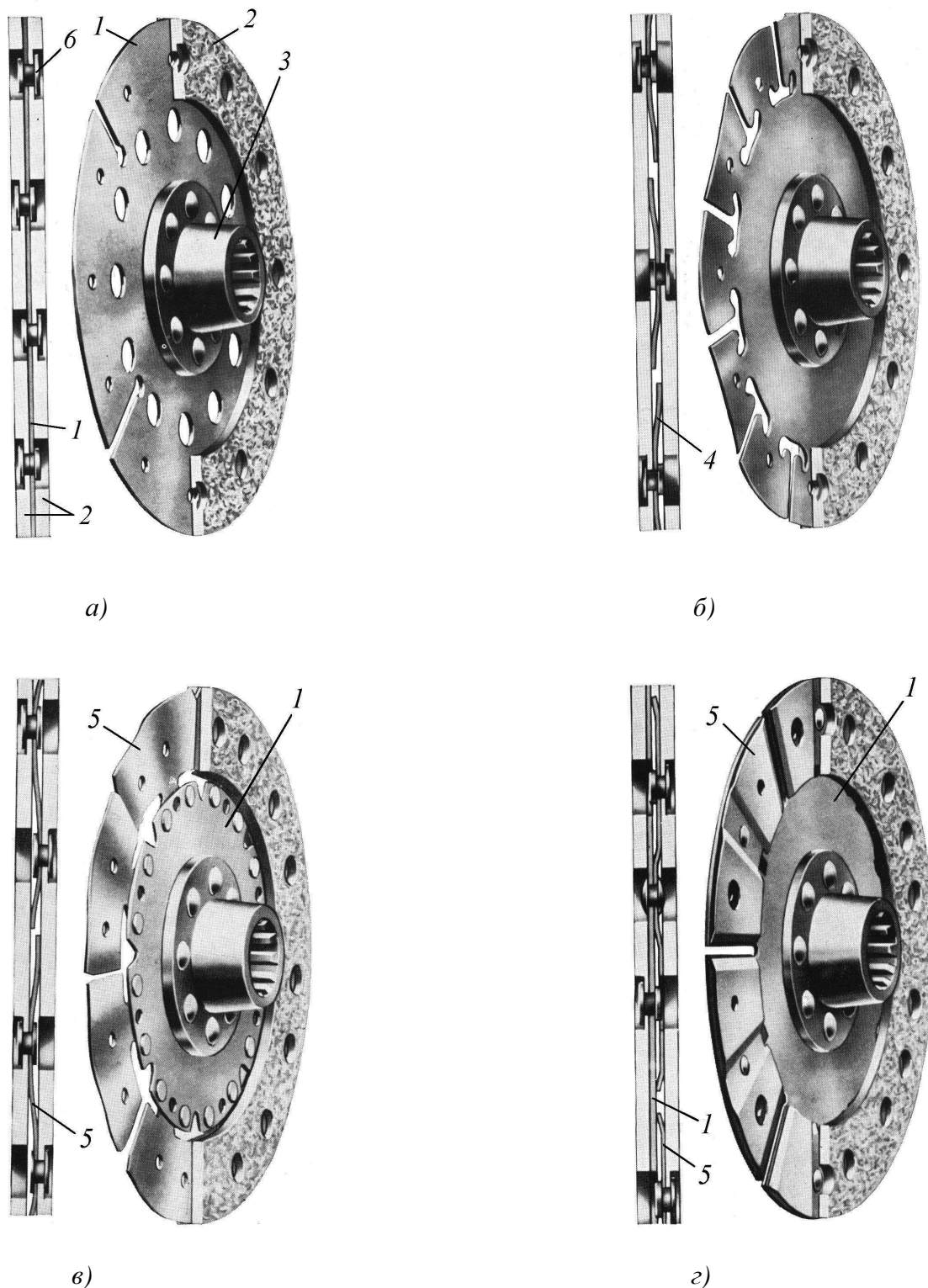


Рис. 3.7. Конструкции ведомых дисков:

1 - стальное основание; 2 - фрикционные накладки; 3 - ступица; 4 - лепесток основания диска; 5 - пластинчатая пружина; 6 - заклепка

Гасители крутильных колебаний (демпферы). При работе трактора и автомобиля в валопроводах трансмиссии возникают крутильные колебания. Их источником, в первую очередь, являются гармонические составляющие крутящего момента двигателя, а также колебательные процессы, возникающие в самой трансмиссии вследствие карданных соединений, пересопряжений шестерен, внешних воздействий при работе машины.

В ряде случаев частота вынужденных крутильных колебаний может оказаться равной частоте собственных колебаний упругой системы трансмиссии, что приводит к появлению резонанса - резкого повышения уровня амплитуд крутящих моментов и напряжений в деталях трансмиссии, что может привести к их поломке.

Для устранения явления резонанса применяют специальные механизмы - гасители крутильных колебаний (демпферы), которые преобразуют энергию колебаний в теплоту. Наиболее удобным местом для установки демпфера является ведомый диск ФС. Характерной особенностью демпферов является наличие упругого элемента, обеспечивающего относительное перемещение ведущих и ведомых частей и возникновение при этом сил трения для рассеяния энергии колебательного процесса.

На современных тракторах и автомобилях широкое распространение получили упруго-фрикционные демпферы (рис. 3.8).

На рис. 3.8,*а* показан ведомый диск ФС с упруго-фрикционным демпфером с цилиндрическими пружинами. Рассеяние энергии крутильных колебаний происходит за счет сил трения между фланцем ступицы 1 и дисками 2. В некоторых конструкциях для увеличения сил трения и эффективности демпфирования между фланцем ступицы 1 и дисками 2 устанавливаются фрикционные накладки 3. Сила трения в демпфере определяется усилием нажимных пружин 6. При передаче крутящего момента от дисков 2 на ступицу 1 цилиндрические пружины 4 деформируются, что обеспечивает относительное перемещение дисков и ступицы (тангенциальную податливость ведомого диска) и за счет трения между ними - преобразование энергии крутильных колебаний в теплоту. Кроме того, при правильном выборе жесткости пружин 4 обеспечивается смещение зоны резонансных колебаний за пределы рабочих частот вращения вала двигателя.

В некоторых конструкциях ведомых дисков (рис. 3.8,*б*) применяют демпферы с упругими элементами, выполненными в виде резиновых блоков 5. Рассеяние энергии крутильных колебаний обеспечивается за счет не только трения между дисками 2 и фланцем ступицы

1, но и больших внутренних гистерезисных потерь в резиновых блоках 5 при их деформации.

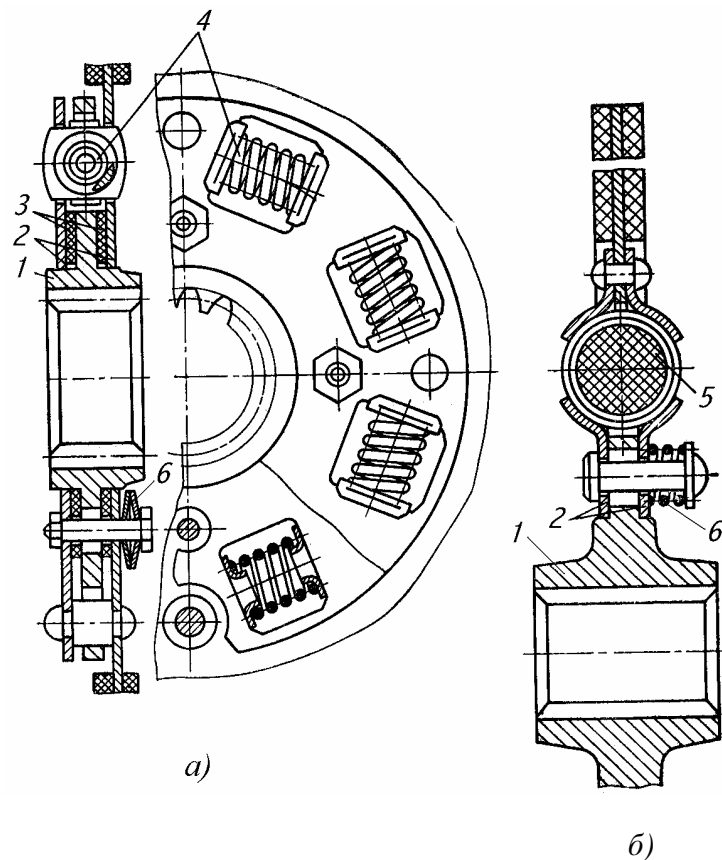


Рис. 3.8. Ведомые диски с упруго-фрикционными демпферами:

а - с цилиндрическими пружинами; *б* - с резиновыми блоками; 1 - ступица; 2 - диски; 3 - фрикционные накладки; 4 - цилиндрические пружины; 5 - резиновые блоки; 6 - нажимные пружины демпфера

Фрикционные накладки в настоящее время лимитирует общий срок службы ФС.

Материалы фрикционных накладок можно разделить на две группы:

- композиционные на основе полимеров;
- порошковые.

Композиционные материалы на основе полимеров представляют собой многокомпонентную композицию, содержащую основу, теплостойкую арматуру и наполнитель. Основу в таких материалах составляют связующие: каучуки, смолы и их комбинации.

Наполнители регулируют рабочие и технологические свойства материала. Их разделяют на металлические (медь, бронза, латунь, цинк, алюминий, свинец, железо, титан и другие металлы и соединения в виде порошков, стружки или проволоки), неметаллические (графит, углерод, кокс, сера и др.), органические, например скорлупа

ореха кешью. Все материалы на полимерной основе содержат теплоустойчивую арматуру: асбест, волокна, вату и др. Этот компонент во многом определяет свойства и технологию изготовления материала, и поэтому он часто отражается в названии. Так, материалы, армированные асбестом, называют фрикционными асбополимерными материалами (ФАПМ).

Материалы, в которых асбест заменен на другую теплоустойчивую арматуру, называют фрикционными безасбестовыми полимерными (ФБПМ). Применение ФБПМ в ФС было связано, в первую очередь, в связи с обнаруженной канцерогенностью асбеста, отчего в ряде стран последовал запрет на его применение на транспорте. В настоящее время в качестве заменителя асбеста применяют синтетические арамидные волокна типа “Кевлар”, стекло, керамику, борные и углеродные соединения, базальт, слюду, валлостонит и металлическое стальное волокно. Наиболее широко используются арамидные волокна типа “Кевлар”. При этом незначительная добавка арамидных волокон в ФАПМ (до 5%) повышает износостойкость фрикционной накладки примерно в 1,5 раза.

Размеры фрикционных накладок нормированы ГОСТ 1786. Толщина новой накладки порядка 3...5,5 мм. Накладки выполняются в виде целого кольца, либо в виде усеченных секторов. Иногда на поверхности накладки выполняют вентиляционные канавки для охлаждения поверхности трения и удаления продуктов износа.

Порошковые фрикционные материалы выполняют на медной основе (62...71 % меди) или на железной основе (60...65% окиси железа) с добавлением наполнителей - оксида кремния (для повышения износостойкости), барита и графита (для стабилизации фрикционных свойств) и др.

Наибольшее распространение получили порошковые материалы на медной основе.

Накладки из порошкового материала весьма хрупкие. Поэтому их всегда применяют совместно со стальной подложкой - основанием ведомого диска, или отдельной пластины - подложки, которая затем приклепывается к основанию ведомого диска.

3.4. Двухпоточные сцепления

Рассмотрим принципиальные кинематические схемы двухпоточных ФС. На рис. 3.9 представлены схемы одинарных двухпоточных ФС. На рис. 3.9,а поток мощности от двигателя в трансмиссию передается через ведомый диск 2, а на привод ВОМ - через кожух б и

шестеренный привод ВОМ. На рис. 3.9,б поток мощности на привод ВОМ передается от маховика 1 двигателя. По данной схеме выполнены ФС тракторов Т-150/150К. На современных тракторах более широко используется схема, представленная на рис. 3.9,а (тракторы МТЗ-80/82, МТЗ-100/102).

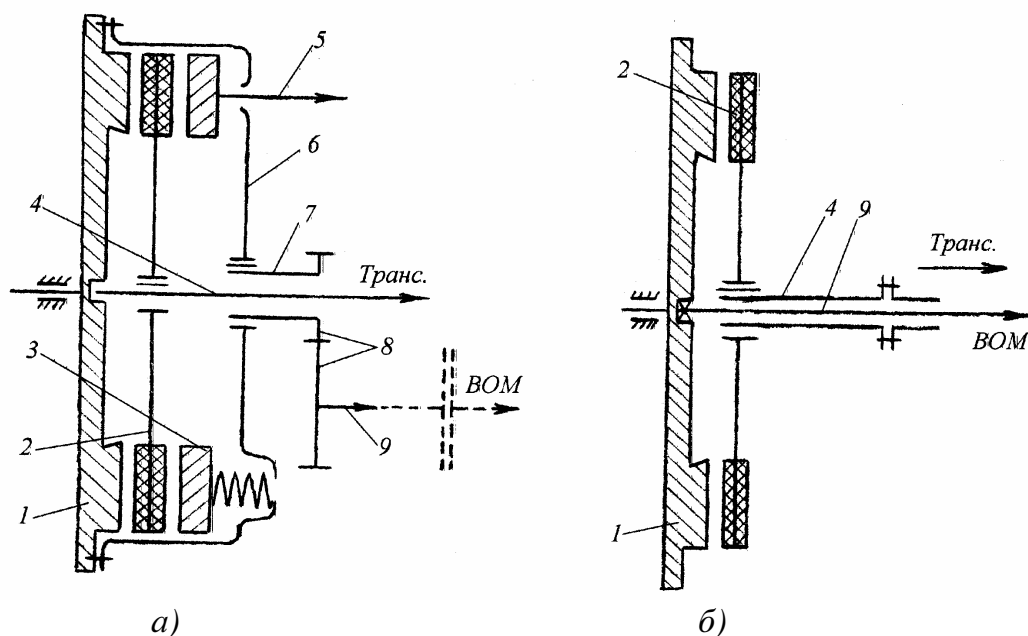


Рис. 3.9. Схемы одинарных двухпоточных ФС:

1 - маховик; 2 - ведомый диск; 3 - нажимной диск; 4 - вал ФС; 5 - отводка; 6 - кожух ФС; 7 - полый вал привода ВОМ; 8 - шестеренный привод ВОМ; 9 - вал привода ВОМ

Современные конструкции одинарных двухпоточных ФС выполняются как с тарельчатыми, так и с цилиндрическими нажимными пружинами.

Двойные ФС в зависимости от способа управления разделяются на ФС с последовательным и раздельным управлением. ФС с последовательным управлением применяют в случае использования частично независимого ВОМ, а с раздельным - при наличии полностью независимого ВОМ.

Двойные ФС с последовательным управлением (рис. 3.10,а) используются на колесных тракторах МТЗ-5МС, МТЗ-5ЛС и самоходном шасси Т-16М.

Усилие сжатия на поверхностях трения главного ФС создается нажимными пружинами 13, передающими усилие через нажимной диск 8, ведомый диск 5 ФС ВОМ, средний ведущий диск 4 на ведомый диск 2 главного ФС. Усилие нажатия на поверхностях трения ФС привода ВОМ может иметь два значения в зависимости от выключенного или включенного положения главного ФС. При полностью

включенном главном ФС на поверхности трения ведомого диска 5 ФС ВОМ кроме усилия нажимных пружин 13 дополнительно передается сжимающее усилие от пружин пружинной тяги 14. При выключенном главном ФС усилие сжатия на поверхностях трения ведомого диска 5 ФС ВОМ создается только пружинами пружинной тяги 14. Следовательно, момент трения ФС привода ВОМ при движущемся тракторе всегда больше, чем при остановленном.

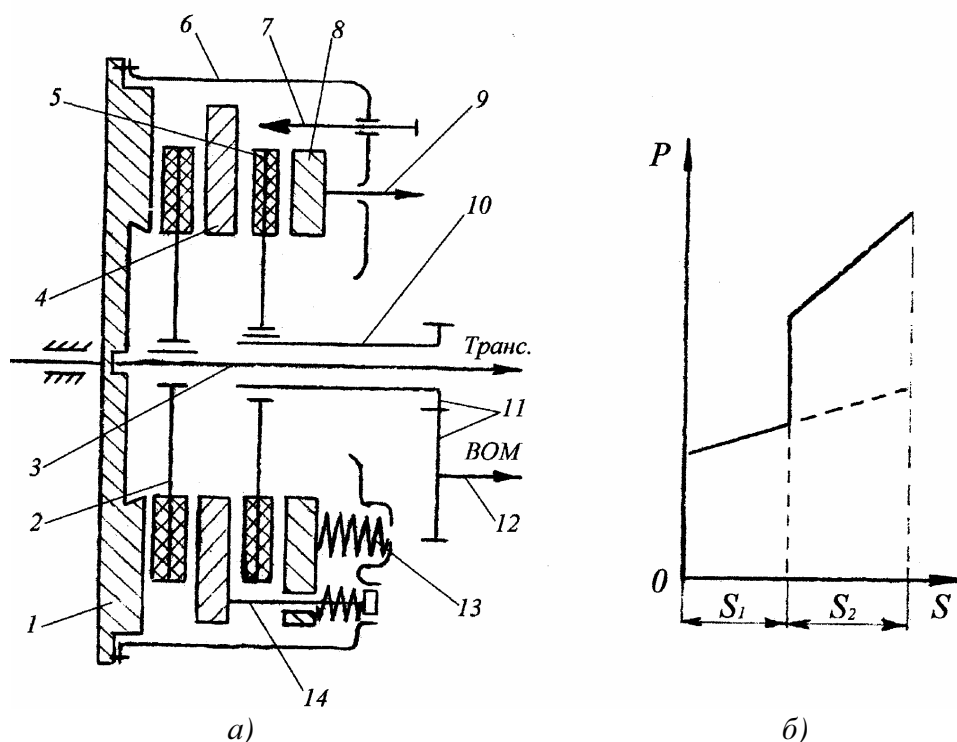


Рис. 3.10. Двойное ФС с последовательным управлением:

a - схема ФС; *б* - характеристика роста усилия на педали управления; 1 - маховик; 2 - ведомый диск главного ФС; 3 - вал главного ФС; 4 - средний ведущий диск; 5 - ведомый диск ФС ВОМ; 6 - кожух; 7 - регулируемый упор отвода среднего ведущего диска; 8 - нажимной диск; 9 - отводка ФС; 10 - полый вал ФС ВОМ; 11 - шестеренный привод ВОМ; 12 - вал ВОМ; 13 - нажимные пружины главного ФС; 14 - пружинная тяга ФС ВОМ

Рассмотрим характер изменения усилия на педали управления при выключении двойного ФС с последовательным управлением (рис. 3.10,б). Педаль управления через систему тяг и рычагов связана с отводкой 9. При нажатии на педаль управления ФС отводка 9, перемещающая нажимной диск 8 от маховика 1 двигателя, сжимает нажимные пружины 13. Вместе с нажимным диском с помощью пружинной тяги 14 перемещаются средний ведущий диск 4 и ведомый диск 5 ФС ВОМ. В результате ведомый диск 2 главного ФС освобождается (главное ФС выключается) и момент от двигателя передается через ведомый диск 5 на привод ВОМ.

Ход педали управления ФС на рис. 3.10,б для данного случая соответствует величине S_1 . Перемещение среднего ведущего диска ограничивается упором 7, который служит для регулировки зазоров между накладками ведомого диска 2 и поверхностями трения маховика 1 двигателя и среднего ведущего диска 4 при выключенном главном ФС. При величине хода педали S_1 в работу вступают пружины тяги 14.

Поскольку пружины находятся в предварительно поджатом состоянии, то на педали управления происходит резкий скачек усилия и в интервале перемещения S_2 оно возрастает более интенсивно. При освобождении ведомого диска 5 крутящий момент от двигателя на привод ВОМ не передается. Включение двойного ФС осуществляется в обратной последовательности (сначала включается ФС ВОМ, а затем главное ФС).

Двойное ФС с независимым управлением (рис. 3.11) применяют в случае полностью независимого ВОМ (тракторы Т-40 и Т-40А). Управление таким ФС осуществляется с помощью двух педалей. Одна педаль управляет главным ФС, а другая - ФС привода ВОМ. Характерной особенностью ФС, помимо раздельного управления и наличия двух самостоятельных приводов управления 9 и 14, является наличие двух независимых друг от друга комплектов фрикционных дисков:

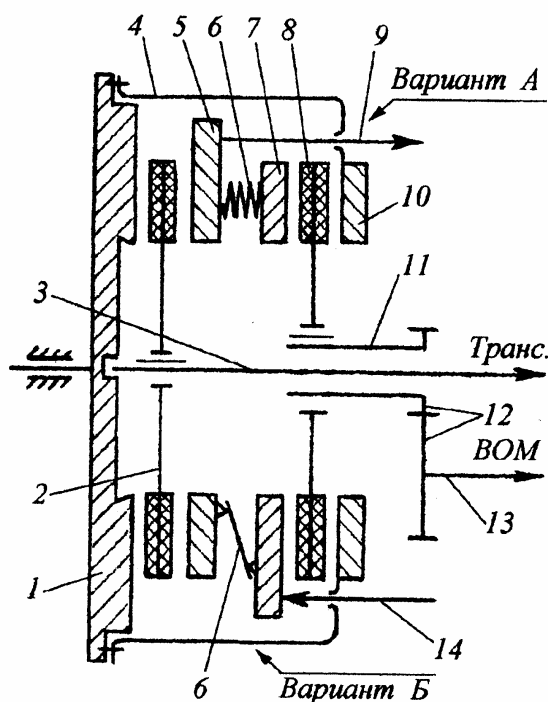


Рис. 3.11. Схема двойного ФС с независимым управлением: 9 и 14, является наличие двух независимых друг от друга комплектов фрикционных дисков:

Рис. 3.11. Схема двойного ФС с независимым управлением:

1 - маховик; 2 - ведомый диск главного ФС; 3 - вал главного ФС; 4 - кожух ФС; 5 - нажимной диск главного ФС; 6 - нажимные пружины; 7 - нажимной диск ФС ВОМ; 8 - ведомый диск ФС ВОМ; 9 - привод выключения главного ФС; 10 - упорный диск ФС ВОМ; 11 - полый вал ФС ВОМ; 12 - шестеренный привод ВОМ; 13 - вал ВОМ; 14 - привод выключения ФС ВОМ

для главного ФС - торцовая поверхность маховика 1 двигателя, ведомый диск 2 и нажимной диск 5;

для ФС привода ВОМ - нажимной диск 7, ведомый диск 8 и торцовая поверхность упорного диска 10.

Нажимные диски 5 и 7 подвижно соединены с маховиком 1 (на схеме не показано). Нажимное усилие на поверхностях трения ФС создается пружинами 6, которые могут быть винтовыми цилиндрическими (вариант А) или тарельчатыми (вариант Б).

Выключение главного ФС производится с помощью привода 9, который воздействуя на нажимной диск 5 отводит его от маховика 1 двигателя. ФС ВОМ выключается приводом 14, который перемещает нажимной диск 7 в сторону маховика 1. Таким образом, в рассматриваемой схеме оба ФС автономны и нагружены одним и тем же нажимным усилием пружин 6. При выключении одного из ФС за счет поджатия пружин 6 момент, передаваемый другим ФС, несколько возрастает. Это в ряде случаев имеет положительное значение при выполнении трактором тяжелых работ, когда буксование ФС существенно возрастает.

3.5. Привод управления сцеплением

Качество привода, определяющего удобство и легкость управления, оценивается работой, которую должен совершить водитель для полного выключения ФС. В настоящее время усилие на педали управления ФС регламентировано и составляет не более 150 Н при наличии усилителя и не более 250 Н - без усилителя. При этом полный ход педали ФС не должен превышать 150...180 мм.

Различают **приводы непосредственного действия** (вся работа по управлению ФС осуществляется за счет мускульной энергии человека) и **приводы с усилителями** (частично или полностью используются другие источники энергии).

В зависимости от способа передачи энергии приводы непосредственного действия бывают механическими (энергия передается системой тяг и рычагов) и гидравлическими (энергия передается жидкостью через систему цилиндров, поршней и трубопроводов).

Механические приводы непосредственного действия (рис. 3.12,а) характеризуются простотой конструкции и технологии изготовления, малой стоимостью и безотказностью в работе.

Гидравлические приводы непосредственного действия. Здесь педаль управления 7 воздействует на шток, перемещающий поршень внутри главного цилиндра 8 (рис. 11.12,б). Жидкость, вытесняемая из главного гидроцилиндра, по трубопроводу 9 поступает в рабочий цилиндр 10, перемещая его поршень, шток которого связан с рычагом 5 управления ФС. Для исключения попадания в

трубопровод 9 пузырьков воздуха главный цилиндр 8 всегда выполняют с компенсационным бачком, заполненным рабочей жидкостью.

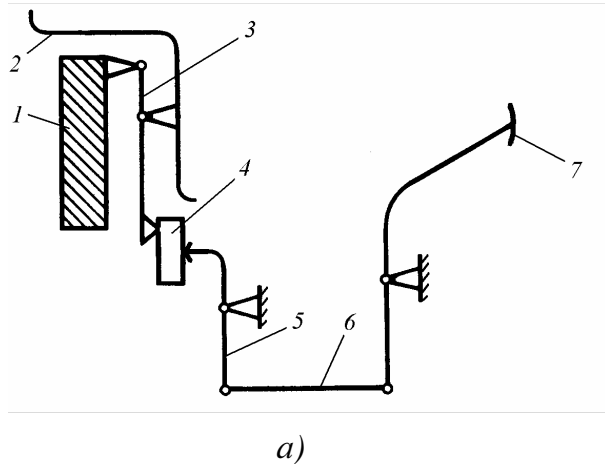
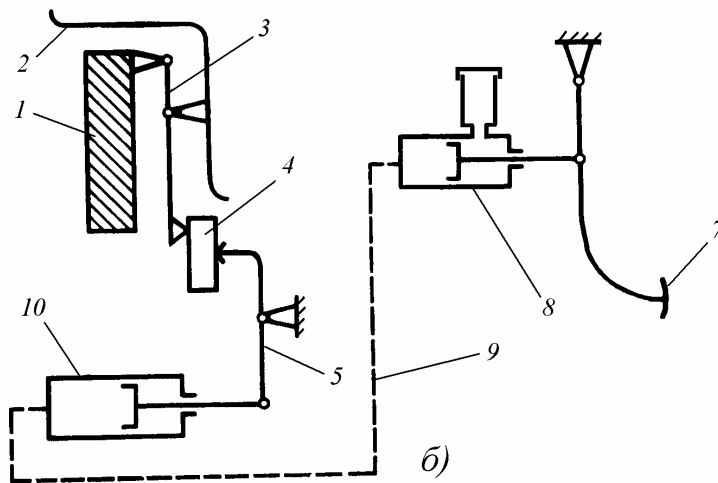


Рис. 3.12. Схемы приводов непосредственного действия ФС:
а – механического; *б* – гидравлического; 1 – нажимной диск; 2 – кожух ФС; 3 – отжимной рычаг; 4 – муфта отводки с выжимным подшипником; 5 – рычаг управления ФС; 6 – продольная тяга; 7 – педаль управления; 8 – главный цилиндр с компенсационным бачком; 9 – трубопровод; 10 – рабочий цилиндр



Очень часто привод ФС непосредственного действия не может отвечать требованиям по величине усилия на педали управления. Тогда применяют приводы с усилителями (сервоприводы), в которых частично или полностью работа по управлению ФС осуществляется за счет других источников энергии.

Очень часто привод ФС непосредственного действия не может отвечать требованиям по величине усилия на педали управления. Тогда применяют приводы с усилителями (сервоприводы), в которых частично или полностью работа по управлению ФС осуществляется за счет других источников энергии.

В современных тракторах и автомобилях применяют сервоприводы пружинного типа, гидравлические, пневматические и вакуумные.

Рассмотрим в качестве примера гидравлический привод ФС с пневматическим усилителем автомобилей КамАЗ и ЗИЛ-433360 (рис. 3.13). Педаль гидропривода 5 подвесная, шарнирно закрепленная на кронштейне 7 и жестко соединенная с рычагом 2. Оттяжной пружиной 4 и ограничителем хода 1 педаль удерживается в определенном поднятом положении. Рычаг 2 через эксцентриковый палец 3 связан со штоком 6 гидроцилиндра 8, который трубопроводом соединен с гидравлической частью пневмоусилителя 9.

Рассмотрим принципиальные кинематические схемы двухпоточных ФС. На рис. 3.9 представлены схемы одинарных двухпоточных ФС. На рис. 3.9,а поток мощности от двигателя в трансмиссию

передается через ведомый диск 2, а на привод ВОМ - через кожух 6 и шестеренный привод ВОМ. На рис. 3.9,б поток мощности на привод ВОМ передается от маховика 1 двигателя. По данной схеме выполнены ФС тракторов Т-150/150К. На современных тракторах более широко используется схема, представленная на рис. 3.9,а (тракторы МТЗ-80/82, МТЗ-100/102).

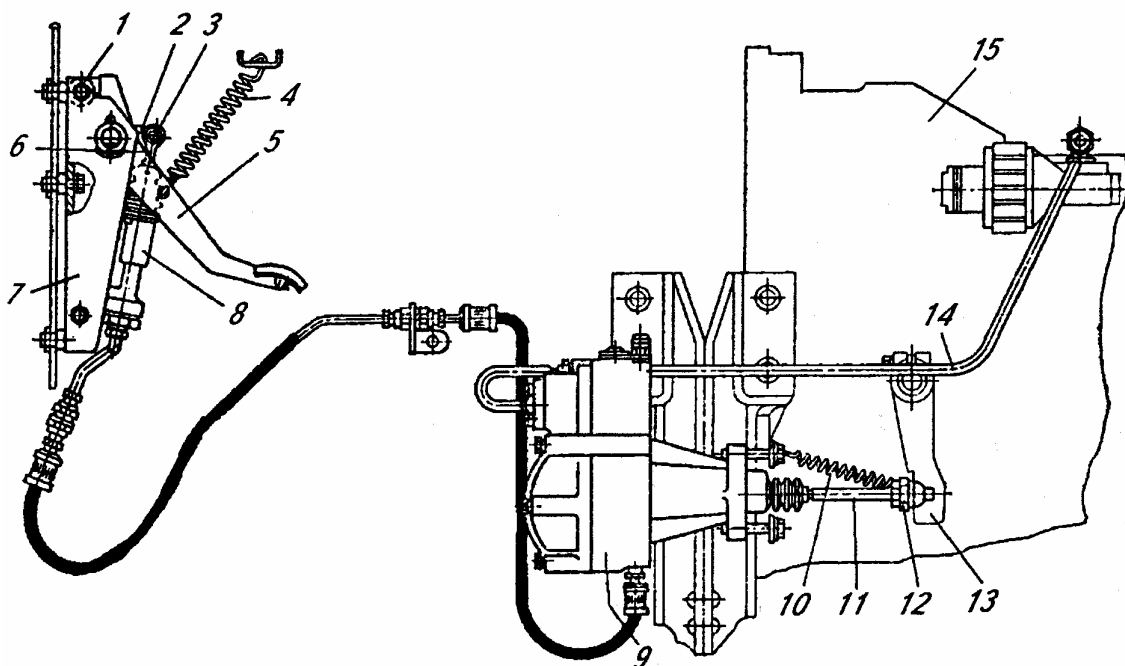


Рис. 3.13. Привод сцепления с пневматическим усилителем:

1 - ограничитель хода педали; 2 - рычаг; 3 - эксцентриковый палец; 4, 10 - оттяжные пружины; 5 - педаль; 6 - шток гидроцилиндра; 7 - кронштейн крепления педали; 8 - гидроцилиндр; 9 - пневматический усилитель; 11 - шток поршня пневматического усилителя; 12 - регулировочная гайка; 13 - рычаг вала вилки; 14 - шланг подвода воздуха к пневматическому усилителю; 15 - картер ФС

Пневмоусилитель состоит из переднего 14 (рис. 3.14) и заднего 20 корпусов. Между ними зажата диафрагма 7 следящего устройства.

Поршень 12 пневмоусилителя, опирающийся на пружину, установлен в расточке переднего корпуса и уплотнен манжетой 13. В заднем корпусе расположен исполнительный цилиндр 18 с поршнем 19, опирающийся на шток 2, на конце которого накрута сферическая регулировочная гайка 1. Гайка 1 упирается в рычаг 13 (рис. 3.13), закрепленный на валу вилки выключения ФС.

Следящее устройство предназначено для автоматического регулирования давления воздуха справа поршня 12 (рис. 3.14). Это устройство состоит из впускного 10 и выпускного 11 клапанов, диафрагмы 7, седла выпускного клапана 8 и следящего гидравлического

поршня 4. Сжатый воздух подводится из пневмосистемы автомобиля через штуцер к отверстию В.

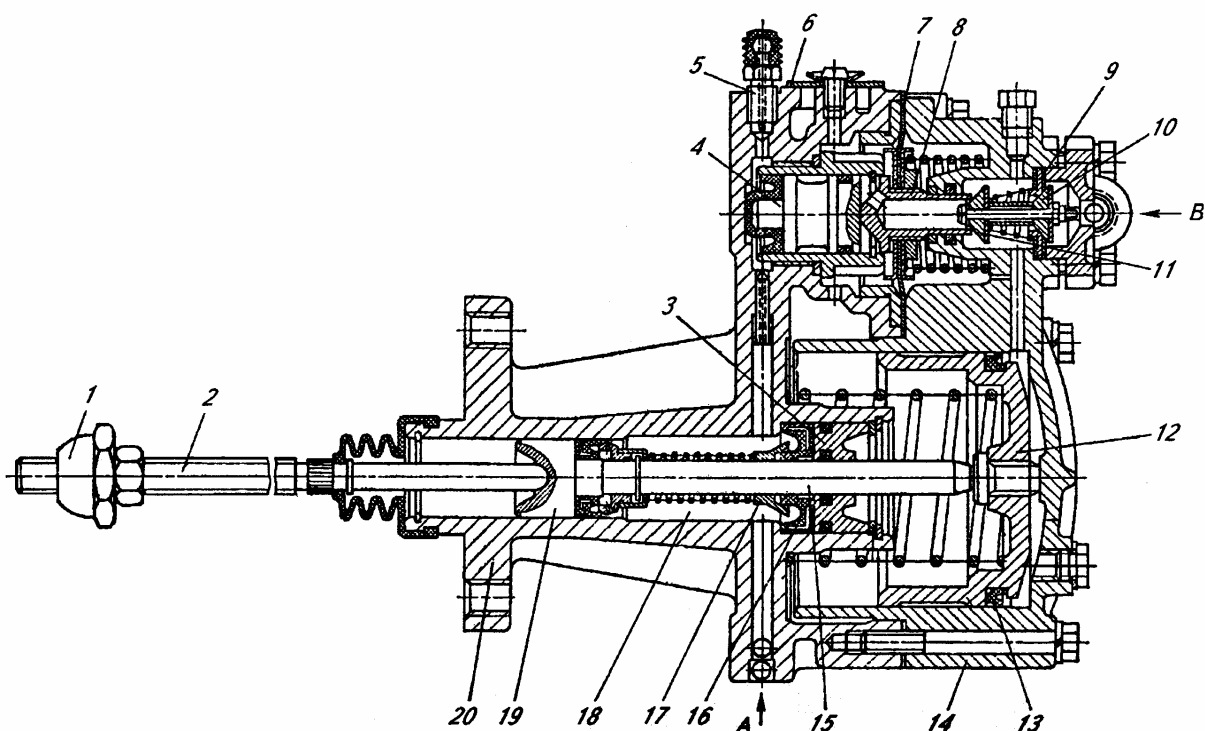


Рис. 3.14. Пневматический усилитель:

1 - сферическая гайка; 2, 15 - штоки; 3 – корпус уплотнения поршня; 4 - следящий поршень; 5 - клапан удаления воздуха из гидросистемы; 6 - уплотнитель выпускного отверстия; 7 - диафрагма следящего устройства; 8 - седло выпускного клапана; 9 - седло впускного клапана; 10 - впускной клапан; 11 - выпускной клапан; 12 - поршень пневматический; 13 - уплотнение поршня (манжета); 14 - передний корпус; 16 - манжета; 17 - распорная втулка; 18 - исполнительный цилиндр; 19 - поршень выключения ФС; 20 - задний корпус; А - подвод жидкости; В - подвод воздуха

При отсутствии воздействия водителя на педаль давления жидкости в корпусе пневмоусилителя нет. Диафрагма 7 и седло 8 выпускного клапана пружиной отжаты влево. Впускной клапан 10 закрыт и воздух из пневмосистемы автомобиля не поступает. Выпускной клапан 11 сообщает правую полость пневмоцилиндра с атмосферой. Поршень 12 пружиной отжат вправо и не воздействует на шток 15.

Если в пневмосистеме автомобиля отсутствует сжатый воздух, то при нажатии на педаль давление на поршень 19 и усилие на штоке 2 будут зависеть от давления в гидроцилиндре 8 (рис. 3.13).

Когда необходимо выключить ФС, нажимают на педаль, увеличивая давление жидкости, подводимой в канал А (рис. 3.14) пневмоусилителя, которая одновременно воздействует на поршни 19 и 4. Усилие от поршня 19 передается на шток 2 и вилку выключения ФС. Под давлением жидкости поршень 4 и диафрагма 7 смещаются впра-

во, выпускной клапан *11* закрывается, а впускной клапан *10* открывается. По каналу *B* воздух проходит к поршню *12*, смещает его влево и совместно с жидкостью воздействует на шток *2*, выключая ФС.

Если действие на педаль уменьшается, то давление жидкости в гидроцилиндре и на поршень *19* снижается и диафрагма *7* под действием пружины выгибается влево, открывая выпускной клапан *11* и закрывая впускной клапан *10*. Под действием пружины пневматического поршня и оттяжных пружин в приводе управления ФС шток *2* смещается вправо и ФС включается.

При постоянном усилии на педали (ФС выключено) усилие на штоке *2* также должно быть постоянным. Это возможно только тогда, когда впускной *10* и выпускной *11* клапаны закрыты, что соответствует среднему равновесному положению диафрагмы *7* следящего устройства. В этом случае усилие на педали, передаваемое через следящий поршень *4* на диафрагму *7* слева, пропорционально силе давления сжатого воздуха, действующего на диафрагму справа, а следовательно, и усилию на пневматическом поршне *12*, что и требуется для следящего устройства. Изменение усилия на поршне *12* и штоке *2* может быть достигнуто изменением усилия на педали.

При выходе из строя пневмосистемы или при отсутствии в ней воздуха перемещение поршня *19* выключения ФС осуществляется только под действием давления рабочей жидкости. В этом случае усилие на педали существенно (в несколько раз) увеличивается.

Регулировка привода заключается в установлении свободного хода муфты выключения ФС. Для этого от рычага *13* (см. рис. 3.13) отъединяют пружину *10* и поворачивая гайку *12*, устанавливают свободный ход рычага *13* равным 4...5 мм, что соответствует свободному ходу выжимного подшипника (3,6 + 0,4) мм. Полный ход рычага *13* должен быть 90 мм при нажатии педали ФС до упора.

На рис. 3.15 показан механический привод ФС с пружинным усилителем тракторов МТЗ-80/82. Он включает педаль *1*, трехплечий рычаг *2*, промежуточную тягу *6*, рычаг *7* вилки выключения и пружинный сервоусилитель. Сервоусилитель состоит из винтовой цилиндрической пружины *3* и упорного болта *4*, ввернутого в кронштейн *5*. При включенном ФС пружина *3* сервоусилителя удерживает педаль *1* ФС в исходном состоянии.

При нажатии на педаль *1*, когда выбирается свободный ход и усилие на ее перемещение невелико, происходит сжатие пружины *3*. Когда свободный ход педали выбран и усилие на ней возрастает, пружина занимает такое положение, что начинает разжиматься и ее

упругая сила через среднее плечо поворачивает рычаг 2, уменьшая тем самым усилие на перемещение педали при выключении ФС.

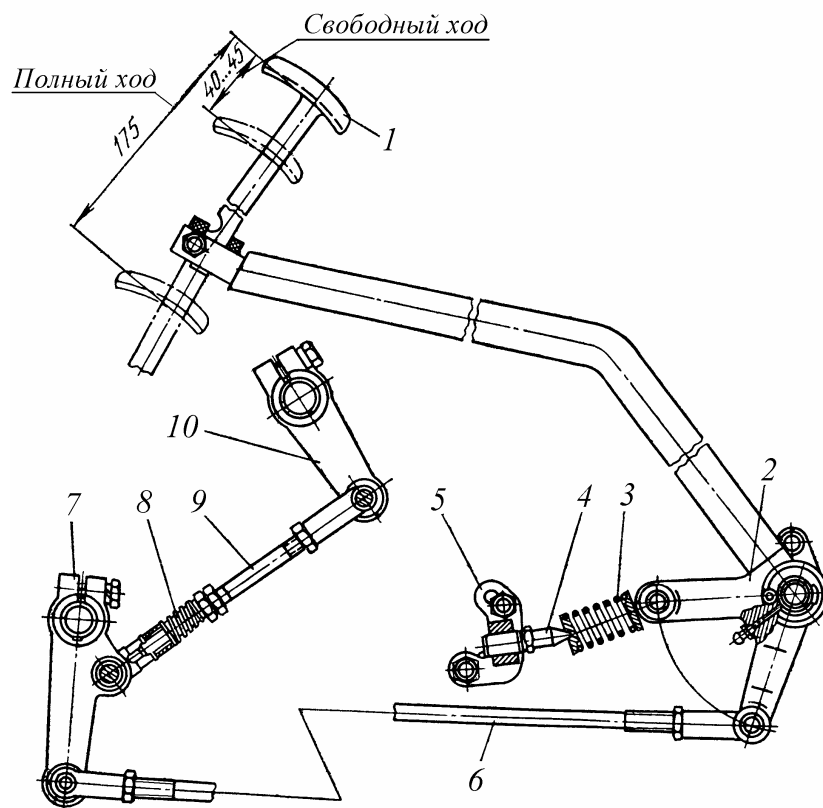


Рис. 3.15. Механический привод ФС тракторов МТЗ-80/82 с пружинным усилителем:

1 – педаль; 2 – трехплечий рычаг; 3 – пружина; 4 – упорный болт; 5 – кронштейн; 6 – промежуточная тяга; 7, 10 – рычаг; 8 – компенсационная пружина; 9 – тяга тормозка

В данной конструкции привод ФС совмещен с приводом управления тормозком. Последний состоит из тяги 9 тормозка и рычага 10 с валиком вилки управления тормозком. Рычаг 10 соединен с рычагом 7 тягой 9 с компенсационной пружиной 8, которая обеспечивает плавное включение тормозка.

Свободный ход педали 1 регулируется изменением длины промежуточной тяги 6. Ход подвижного диска тормозка ФС регулируется изменением длины тяги 9.

3.6. Уход за сцеплениями

Уход за ФС заключается в своевременном смазывании подшипников (в старых конструкциях) и подтяжке резьбовых соединений, а также регулировке и, при необходимости, промывке муфты. В ФС смазывают выжимной подшипник и поверхности скольжения муфты

отводки, передний и задний подшипники вала ФС, а также втулки вала вилки выключения и ось педали.

В результате изнашивания фрикционных накладок толщина комплекта дисков уменьшается. При этом снижается и нажимное усилие пружин (пружины). В результате момент трения ФС также уменьшается, что приводит к длительным пробуксовкам ФС и более интенсивному изнашиванию фрикционных накладок. При небольшой величине износа фрикционных накладок пробуксовывание ФС устраняют соответствующей регулировкой.

Регулировка одинарных ФС сводится к установлению соответствующего зазора (3...4,5 мм) между выжимным подшипником и головками отжимных рычагов (или упорным кольцом) или лапками разрезной тарельчатой пружины (см. рис. 3.1 и 3.2). В современных конструкциях ФС (рис. 3.3) осуществляется регулировка зазора в приводе управления. В двухдисковых ФС дополнительно регулируют зазор (2...3 мм) между регулируемыми упорами и средним ведущим диском (рис. 3.5,б).

В двойных ФС с совмещенным управлением регулируют:

- ход педали до упора в специальную защелку, фиксирующую полностью выключенное положение главного ФС (обычно путем изменения длины соответствующей тяги);

- зазор между выжимным подшипником и отжимными рычагами (или упорным кольцом) или лапками разрезной тарельчатой пружины, обеспечивающий свободный ход педали;

- зазор между специальными упорными болтами и передним нажимным диском для обеспечения полного выключения главного ФС без выключения ФС привода ВОМ.

В двойных ФС с независимым управлением каждая муфта регулируется аналогично одинарной.

Возможна пробуксовка и правильно отрегулированного ФС при случайном попадании масла на поверхности трения. В этом случае трущиеся поверхности дисков промывают керосином при выключенном ФС.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой ФС и для чего оно предназначено? 2. Из каких составных частей состоит однодисковое и двухдисковое ФС и как в них передается крутящий момент от ведущих к ведомым деталям? 3. Для чего предназначен и как работает упруго-фрикционный демпфер? 4. Для чего предназначены и как работают одинарные двухпоточные и двойные ФС? 5. Какие существуют приводы управления ФС и принцип их работы? 6. В чем состоят преимущества ФС с обратной установкой разрезной тарельчатой пружины по сравнению с прямой ее установкой?

Глава 4. КОРОБКА ПЕРЕДАЧ И РАЗДАТОЧНАЯ КОРОБКА

В процессе движения МТА или автомобиля нагрузка на двигатель существенно изменяется. Она зависит от скорости и ускорения автомобиля, количества пассажиров и массы перевозимого груза, качества дорожного покрытия и других факторов. Трактор в процессе эксплуатации агрегируется с большим комплексом машин-орудий, имеющих широкий диапазон тяговых сопротивлений и требуемых скоростей. При этом желательно, чтобы двигатель трактора и автомобиля работал в оптимальном режиме загрузки, когда работа машины наиболее производительна и экономична. Кроме того, трактор и автомобиль должны иметь возможность двигаться задним ходом и длительное время стоять на месте при работающем двигателе.

При использовании на тракторе и автомобиле в качестве источника энергии двигателя внутреннего сгорания эти требования можно обеспечить только при условии, что конструкцией предусмотрена возможность изменения передаточных чисел трансмиссии. Для этой цели в ступенчатых трансмиссиях тракторов и автомобилей применяются такие агрегаты, как коробка передач (КП), у тракторов дополнительно - увеличитель крутящего момента (УКМ) и ходоуменьшитель, у автомобилей – делитель (мультипликатор) или демумльтипликатор, которые являются агрегатами составной КП.

Основная роль в изменении передаточных чисел отводится КП. Водитель выбирает нужную передачу в КП, желая получить необходимую скорость передвижения или нужный уровень загрузки двигателя. Если конструкция КП позволяет переключать передачи «на ходу», т.е. без остановки машины, то особых проблем с выбором передачи не возникает. Однако на некоторых тракторах применяют еще КП, допускающие включение передачи только при остановке трактора. Это создает определенные трудности и неудобства в случаях, когда условия движения требуют, например, временного увеличения крутящего момента на колесах (при преодолении подъемов, участков с большим сопротивлением движению, при временном возрастании крюковой нагрузки, при повороте и т.д.) или уменьшения скорости движения для совершения маневра. Водителю приходится сначала переходить на пониженную передачу, а затем опять возвращаться на основную, каждый раз предварительно останавливаясь и разгоняясь с места.

Для решения подобных проблем и предназначен УКМ – устройство (дополнительная КП), позволяющее изменить передаточное число трансмиссии во время движения МТА.

Некоторые технологии сельскохозяйственного, промышленного и другого производства требуют пониженных скоростей движения МТА. Так, требуемые скорости рассадопосадочных машин и разбрасывателей удобрений лежат в пределах 0,1...0,7 км/ч, дождевальных установок, машин для уборки овощей - 0,65...1,5 км/ч, роторных канавокопателей - 0,1...0,2 км/ч. Для реализации подобных скоростей в трансмиссию трактора часто устанавливают дополнительный агрегат – ходоуменьшитель (дополнительная КП), позволяющий получать большие передаточные числа.

У автомобилей большой грузоподъемности и у автомобилей-тягачей, постоянно работающих с прицепом или полуприцепом, часто применяют составную КП, состоящую из основной КП и дополнительной - делителя (мультипликатора) или демумльтипликатора.

Делителем (мультипликатором) называют повышающую дополнительную КП, располагаемую обычно перед основной КП и имеющую две передачи – прямую с передаточным числом $u_k = 1$ и повышающую с передаточным числом $u_k < 1$. Делитель уменьшает разрыв между передаточными числами соседних передач и на 20...25% увеличивает диапазон изменения передаточных чисел в составной КП.

Демумultiпликатором называют понижающую дополнительную КП, располагаемую обычно за основной КП и имеющую две или три передачи – прямую с $u_k = 1$ и понижающие с $u_k > 1$. Демумultiпликатор увеличивает в 2...3 раза передаточные числа составной КП, значительно расширяя диапазон изменения передаточных чисел.

У колесных тракторов и автомобилей со всеми ведущими колесами в состав трансмиссии входит раздаточная коробка. Это устройство, которое позволяет передавать мощность от КП к ведущим мостам.

4.1. Коробки передач. Общие сведения

Коробка передач (КП) предназначена для изменения общего передаточного числа трансмиссии, что обеспечивает:

- получение необходимой величины крутящего момента на ведущих колесах трактора или автомобиля при неизменном крутящем моменте двигателя;

- получение различных скоростей движения трактора или автомобиля вперед при наиболее рациональной загрузке двигателя;
- движение трактора или автомобиля задним ходом и длительную их стоянку при работающем двигателе вхолостую или при приводе стационарных агрегатов трактора от ВОМ.

Коробки передач располагается обычно между ФС и центральной (главной) передачей трансмиссии, и представляют собой редукторы с набором валов и зубчатых колес. Последние вводятся во временные силовые связи для получения необходимого передаточного числа между входным и выходным валом. Так как число пар зубчатых колес ограничено, то и число передач (число возможных передаточных чисел) КП фиксировано. Чем больше число передач, тем больше возможностей для выбора режимов движения МТА и автомобиля, но тем сложнее и дороже конструкция КП и сложнее управление ее работой.

Современные КП тракторов обеспечивают получение от 5 до 36 и более передач переднего хода, что связано с разнообразием работ, выполняемых, главным образом, универсальными тракторами. При этом все передачи подразделяются на четыре диапазона, характерные для назначения трактора: основной (рабочий), резервный, транспортный и технологический (замедленный, иногда называемый рассадочно - посадочный).

Основной диапазон служит для выполнения главных сельскохозяйственных или других работ, требующих высоких значений силы тяги на крюке трактора при допустимом буксовании его движителей и эксплуатационной загрузке двигателя близкой к номинальной. В этом диапазоне скоростей трактор работает наибольшее время эксплуатации. Число передач в данном диапазоне зависит от типа и назначения трактора: обычно 3-7 и больше.

Резервный диапазон передач (не более двух) служит для получения повышенных тяговых усилий примерно на 20...25% больше, чем на основном диапазоне. Он необходим для преодоления больших тяговых сопротивлений в экстремальных условиях эксплуатации МТА.

Транспортный диапазон (1-8 передач) имеет передачи, позволяющие МТА двигаться в различных условиях профиля дороги и ее покрытия.

Технологический диапазон необходим для выполнения работ, требующих стабильных небольших технологических скоростей движения МТА, особенно в сельскохозяйственном производстве и для тракторов трубоукладчиков. Число передач в этом диапа-

зоне наибольшее - достигает 12-16. Следует отметить, что в этом диапазоне не всегда удается полностью использовать мощность двигателя трактора, несмотря на оптимальные варианты комплектации МТА.

Современные КП автомобилей обеспечивают получение от 4 до 10, иногда 16, а крайне редко даже 24 передач переднего хода.

В автомобильных КП обычно имеется одна передача заднего хода. В тракторных КП количество передач заднего хода обычно не более одной - двух, но в реальных конструкциях встречается и большее их число, вплоть до полностью реверсивных КП, когда число передач вперед и назад одинаковое.

Классификацию КП можно провести по следующим характерным признакам:

- по способу образования шестеренной передачи;
- по способу зацепления шестерен;
- по методу переключения передач;
- по способу управления;
- по расположению валов относительно продольной оси автомобиля или трактора;
- по конструктивной компоновке;
- по кинематической схеме.

По способу образования шестеренной передачи КП бывают с неподвижными осями валов, планетарные и комбинированные. В настоящее время большинство отечественных тракторов и автомобилей имеют КП с неподвижными осями валов. Планетарные передачи в отечественных тракторах и автомобилях пока имеют ограниченное применение, только как элементы отдельных устройств трансмиссии - увеличитель крутящего момента, ходоуменьшитель, механизм реверса или в качестве планетарный КП на промышленных тракторах. В зарубежном автотракторостроении достаточно широко применяются планетарные КП, особенно на промышленных тракторах. Если в КП применены оба способа образования передачи, то ее называют комбинированной.

По способу зацепления шестерен КП бывают с подвижными шестернями (каретками) и с шестернями постоянного зацепления. Принципиальные схемы элементов зацепления шестерен в нейтральном положении приведены на рис. 4.1.

На рис. 4.1,а включение передачи производится продольным перемещением каретки 2 (в данном случае двухвенцовой, для образования двух различных передач) по шлицам вала 1 до полного ее зацепления с одной из шестерен 4, неподвижно закрепленных на параллельном валу 3. Необходимо отметить, что в подобных конструкциях

КП возможно применение только прямозубых цилиндрических шестерен.

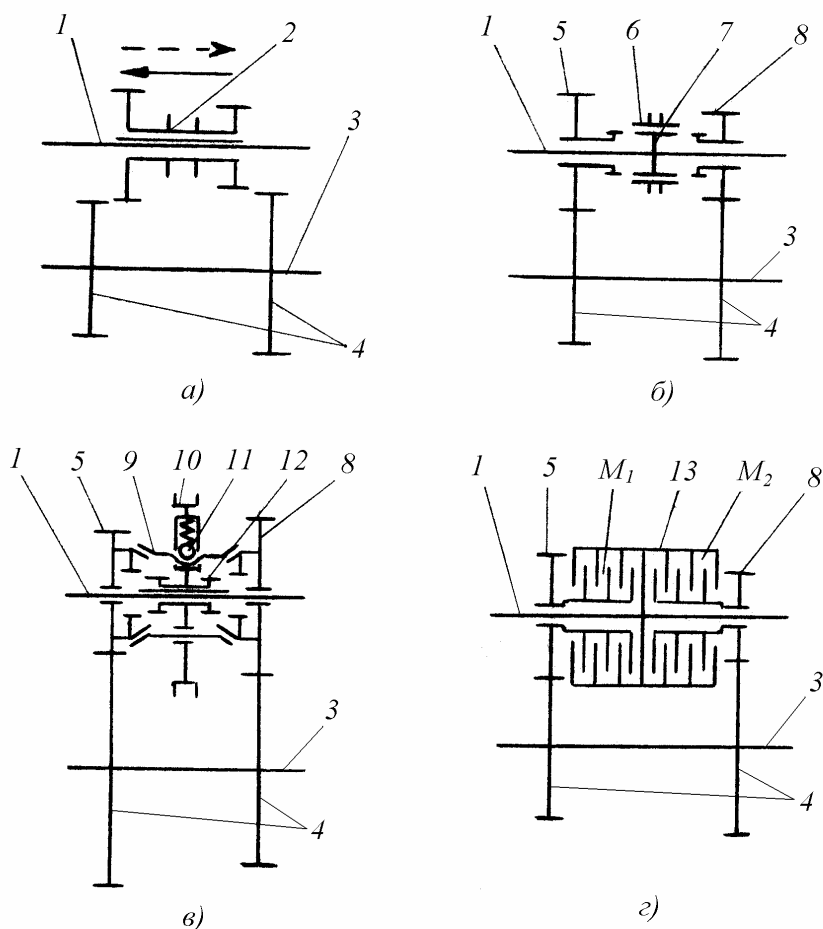


Рис. 4.1. Принципиальные схемы элементов зацепления шестерен в КП:

1, 3 – валы; 2 – каретка; 4, 5, 8 – шестерни; 6 – зубчатая муфта; 7 – зубчатый венец; 9 – прижимное кольцо; 10 – поводковое устройство; 11 – пружинный фиксатор; 12 – зубчатая муфта синхронизатора; 13 – наружный барабан фрикционных муфт

На рис. 4.1,б, в и г показаны три варианта блокировки свободно вращающихся шестерен (прямозубых или косозубых) постоянного зацепления с валом для включения передачи.

На рис. 4.1,б включение передачи производится продольным перемещением зубчатой муфты 6, установленной на зубчатом венце 7 вала 1, до полного ввода ее в зацепление с аналогичными венцами на ступицах свободно вращающихся шестерен 5 или 8.

На рис. 4.1,в включение передачи производится с помощью синхронизатора. Принцип работы синхронизатора заключается в том, что его зубчатая муфта 12 вала 1 может входить, в зацепление с зубчатыми венцами ступиц свободно вращающихся шестерен 5 или 8 только после предварительного выравнивания их угловых скоростей с валом 1 муфты. Это достигается посредством сил трения в контакте конус-

ных поверхностей ступиц и прижимного кольца 9, имеющего упругую связь с поводковым устройством 10 муфты 12. После чего при дальнейшем приложении осевого усилия к поводковому устройству 10 преодолевается сопротивление пружинных фиксаторов 11, и последующее включение передачи происходит легко и безударно.

На рис. 4.1,2 включение передачи происходит с помощью многодисковых фрикционных муфт M_1 и M_2 (чаще всего с гидравлическим нажимным механизмом), общий наружный барабан 13 которых соединен с валом 1, а их внутренние барабаны закреплены на ступицах блокируемых свободно вращающихся шестерен 5 и 8. В ряде случаев при использовании этого метода переключения можно отказаться от применения ФС.

В планетарных КП применяют только шестерни постоянного зацепления.

По методу переключения передач КП подразделяются на переключаемые с остановкой машины (с разрывом потока мощности) и применяются только на тракторах и без остановки машины (без разрыва потока мощности или с кратковременным разрывом, не прекращающим вращение валов), применяются на автомобилях и тракторах. В первом случае включение передачи происходит при неподвижных валах, и МТА разгоняется с места на любой передаче. Такие КП обычно выполняют с каретками или блокировочными муфтами (рис. 4.1,а и рис. 4.1,б). Во втором случае КП выполняются с элементами переключения, представленными на рис. 4.1,в и рис. 4.1,г, или это коробки планетарного типа.

По способу управления КП бывают с механическим, гидравлическим, пневматическим и электромагнитным механизмами переключения передач. Если в КП переключение передач производится с остановкой машины или без ее остановки, но с синхронизаторами, то обычно применяется управляемая вручную механическая рычажная система с тягами, перемещающими каретку или блокировочные муфты.

Гидравлический и электромагнитный способы управления применяют в КП с переключением передач на ходу посредством многодисковых фрикционных муфт с дистанционным управлением. Если в КП применены оба метода переключения передач, то, как правило, переключение диапазонов производится рычажно-тяговой системой, а переключение передач внутри диапазона - блокировочными фрикционными муфтами.

По расположению валов относительно продольной оси машины КП подразделяются на продольные и

поперечные. Последние чаще всего применяются на колесных тракторах малых тяговых классов 0,6 и 0,9 и переднеприводных легковых автомобилях, что позволяет уменьшить их продольную базу, улучшив, тем самым, их маневренность, и упростить центральную (главную) передачу их трансмиссий, заменяя коническую пару шестерен цилиндрической.

По конструктивной компоновке различают КП:

- выполненные в виде самостоятельного агрегата;
- выполненные вместе с другими агрегатами трансмиссии в общем корпусе заднего моста (применяются только на тракторах). Последняя компоновка характерна для КП с поперечными валами.

По кинематической схеме КП подразделяются на двухвальные, трехвальные, составные и специальные. Следует отметить, что термины двух и трехвальные КП относятся только к способу получения передач переднего хода для автомобиля и основного диапазона передач для трактора. Для получения передач других диапазонов и заднего хода в этих КП обычно имеются дополнительные валы и пары шестерен. Входной и выходной валы этих КП обычно называют первичным и вторичным.

В двухвальной КП поток мощности от первичного к параллельному вторичному валу всегда передается только через одну пару шестерен. Поэтому такую КП называют еще однопарной.

В трехвальной КП при получении основных передач поток мощности от первичного вала вначале передается через дополнительную пару шестерен постоянного зацепления к промежуточному валу и от него к параллельному вторичному валу через соответствующую пару шестерен. Таким образом, в трехвальной КП силовой поток на основных передачах всегда передается через две пары шестерен, почему ее и называют также двухпарной. В КП с продольными валами и соосным расположением первичного и вторичного валов есть возможность их замыкания и получения прямой передачи с передаточным числом равным единице. Для трактора она обычно является транспортной, а не основной.

Составные КП представляют собой комбинации двухвальных, трехвальных и планетарных КП, которые соединяют последовательно для увеличения общего передаточного числа и числа передач. Располагаются они или последовательно по продольной оси трактора или автомобиля в одном общем корпусе, или в отдельных картерах, фланцуемых друг к другу. Иногда составные КП komponуются комбинацией двухвальных КП, выполненных на параллельных валах в одном общем картере. Во всех случаях одна из КП является главной,

посредством которой устанавливаются передачи внутри заданного их диапазона, а другая или другие КП предназначены для выбора необходимого диапазона передач.

Специальные КП имеют кинематические схемы, отличные от рассмотренных. К ним следует относить и разнообразные схемы планетарных КП.

4.2. Принципиальные кинематические схемы и работа коробок передач

Принципиальные кинематические схемы КП с неподвижными осями валов рассмотрим на примере КП, где переключение передач выполняется с помощью подвижных кареток.

Простейшая схема двухвальной КП (рис. 4.2,*a*) с разрывом потока мощности при переключении передач, состоит из первичного вала *1* и вторичного *8*. К валу *1* мощность от двигателя подводится обычно через ФС, а выходной конец вала *8* может иметь ведущую коническую или цилиндрическую шестерню *7* главной (центральной) передачи. На шлицах первичного вала *1* установлены подвижные двухвенцовая каретка *2* для получения второй (влево по стрелке) и третьей (вправо по стрелке) передачи и одновенцовая каретка *4* для получения первой (влево по стрелке) передачи и заднего хода (вправо по стрелке). Правый выступающий шлицевой хвостовик *z* первичного вала *1* (в тракторных КП) может быть приводом зависимого ВОМ. На вторичном валу *8* неподвижно установлены ведомые шестерни передач переднего хода: первой *10*, третьей *11* и второй *12*, в зацепление с которыми вводятся зубчатые венцы кареток для получения необходимой передачи, и ведомая шестерня *9* заднего хода.

Перемещение кареток по шлицам первичного вала *1* осуществляется отдельной рычажно-тяговой системой ручного управления КП, которая позволяет фиксировать в зацеплении только одну пару шестерен, обеспечивающую необходимое передаточное число.

Шестерни и валы размещаются внутри картера *3* КП, в отверстиях стенок и перегородок которого установлены соответствующие подшипники опор валов или дополнительных осей. В отечественных тракторах в основном применяются литые чугуновые картеры КП. В автомобилях и зарубежных конструкциях тракторов широко применяются также более легкие алюминиевые сплавы.

Для получения передачи заднего хода между валами КП вводят дополнительную шестеренную передачу, изменяющую направление вращения ее вторичного вала при неизменном вращении первичного

вала. Это может быть шестерня или блок из двух шестерен одного или разных диаметров, находящихся в постоянном зацеплении с ведомой шестерней, закрепленной на вторичном валу. В рассматриваемой схеме КП задний ход получается при введении каретки 4 в контакт с блоком шестерен 5, находящимся в постоянном зацеплении с ведомой шестерней 9 вторичного вала. Блок шестерен 5 установлен на подшипниках закрепительной оси 6.

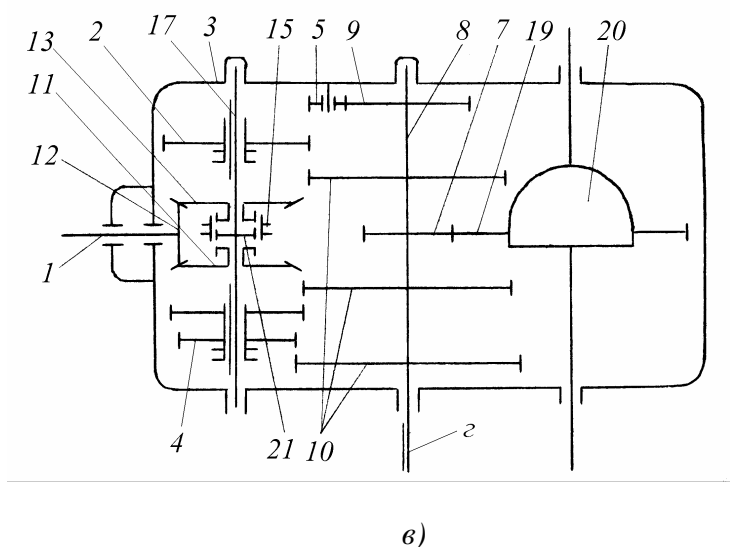
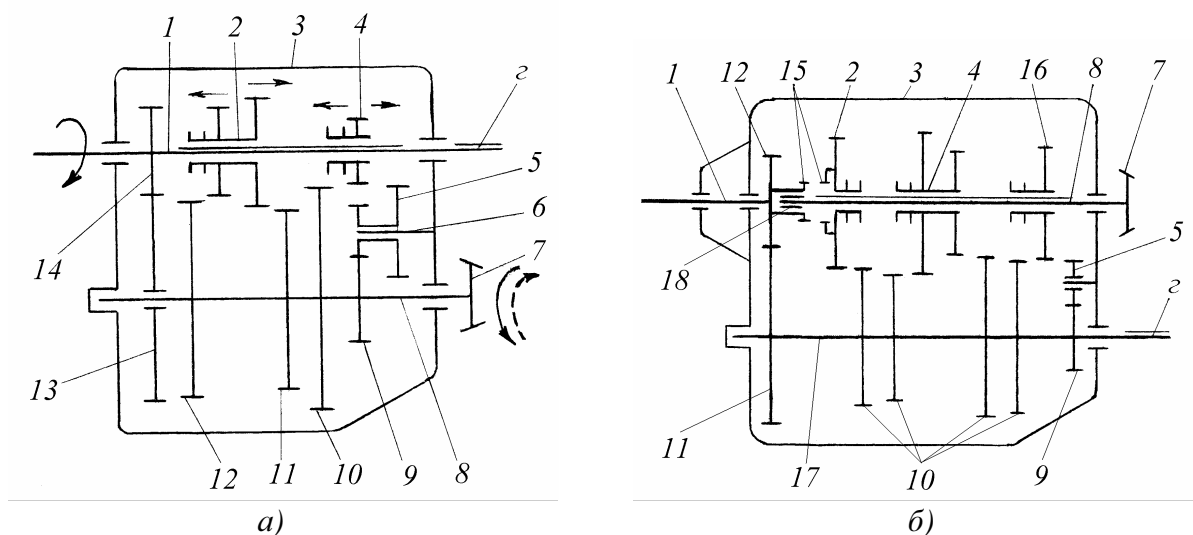


Рис. 4.2. Принципиальные кинематические схемы КП:
а – двухвальной; *б* – трехвальной; *в* – трехвальной с поперечными валами; 1 – первичный вал; 2, 4, 16 – каретки; 3 – картер; 5, 9-14 – шестерни КП; 6 – ось; 7, 19 – ведущая и ведомая шестерни центральной (главной) передачи; 8 – вторичный вал; 15 – зубчатая муфта; 17 – промежуточный вал; 18 – подшипник; 20 – корпус дифференциала; 21 – зубчатый венец

В данной кинематической схеме двухвальной КП показано практически минимальное число передач - три вперед и одна - назад. На практике число передач не превышает шести, так как при их увеличении возрастает длина валов и их прогиб при передаче крутящего момента. Это ведет к нарушению зацепления шестерен и ухудшению работы подшипниковых узлов, а в итоге - к снижению долговечности КП.

Смазывание трущихся деталей данной КП осуществляется маслом, заливаемым в ее картер и последующим его разбрызгиванием венцами вращающихся ведомых шестерен при движении автомобиля или трактора. Для смазывания деталей КП при стационарной работе МТА, когда вторичный вал неподвижен, в ряде конструкций применяют специальные маслоразбрызгивающие шестерни, кинематически связанные с первичным валом. Один из этих вариантов показан на приводимой схеме КП, где свободно вращающаяся на валу 8 ведомая маслоразбрызгивающая шестерня 13 имеет постоянный привод от ведущей шестерни 14 первичного вала 1.

Достоинствами двухвальных КП являются: конструктивная простота и высокий механический КПД, так как при передаче мощности в зацеплении участвует только одна пара шестерен. *Недостатками* - невозможность получения более 5-6 передач переднего хода, вследствие повышенного прогиба валов, и малый диапазон передаточных чисел.

Двухвальные КП применяют в переднеприводных и заднеприводных (с задним расположением двигателя) легковых автомобилях. Конструктивно они объединены в одном блоке с двигателем, сцеплением, центральной (главной) передачей и дифференциалом. При этом они выполняются с шестернями постоянного зацепления (см. рис. 4.1,в и 4.1,г).

На тракторах двухвальные КП в качестве самостоятельного агрегата имеют ограниченное применение, но их часто используют как один из элементов составной КП с шестернями постоянного зацепления (см. рис. 4.1,б - г).

Простейшая схема трехвальной КП (рис. 4.2,б) с разрывом потока мощности при их переключении и с продольным расположением валов состоит из соосно расположенных первичного 1 и вторичного 8 валов и промежуточного вала 17. Валы 1 и 17 соединены парой цилиндрических шестерен постоянного зацепления - ведущей 12 и ведомой 11, образующих передаточное число первой ступени КП. На конце вторичного вала 8 в тракторных КП обычно установлена или выполнена за одно с ним ведущая коническая шестерня 7 главной (центральной) передачи.

На промежуточном валу 17 жестко закреплены ведущие шестерни 10 переднего хода. В зацепление с ними входят зубчатые венцы ведомых кареток вторичного вала 8, образуя тем самым передаточные числа второй ступени данной КП. На промежуточном валу 17 закреплена и ведущая шестерня 9 передачи заднего хода, находящаяся в постоянном зацеплении с одновенцовой "паразитной" шестерней 5.

На шлицах вторичного вала 8 установлены типовые одновенцовая 16 и двухвенцовая 4 каретки и комбинированная одновенцовая каретка 2 с зубчатой блокировочной полумуфтой 15. Последняя при перемещении каретки 2 влево входит в зацепление с зубчатой полумуфтой в торце первичного вала 1, образуя тем самым прямую передачу мощности от вала 1 к валу 8. Передний подшипник 18 (обычно роликовый) вторичного вала 8 установлен в расточке торца первичного вала 1 и нагружен только радиальными силами. Остальные опоры валов установлены в отверстиях стенок или специальных перегородок картера 3 аналогично креплению валов двухвальной КП. В некоторых конструкциях тракторных трехвальных КП с целью устранения консольного крепления шестерни 12 и облегчения работы переднего подшипника 18 вала 8 исключают прямую передачу и выполняют отдельные опоры конца вала 1 и начала вала 8, тем более что на тракторах прямая передача не относится к основному (рабочему) их диапазону.

В данной кинематической схеме трехвальной КП можно получить пять передач (включая прямую) переднего хода и одну заднего.

Смазывание деталей КП производится разбрызгиванием масла, залитого в ее картер, шестернями промежуточного вала 17, который всегда вращается при работающем двигателе и включенном ФС. Шлицевой хвостовик 2 промежуточного вала 17 может использоваться в тракторных КП как привод зависимого ВОМ.

Трехвальные КП наибольшее распространение получили на легковых, грузовых автомобилях и автобусах. На тракторах такие КП чаще применяют в качестве одного из элементов составной КП.

Простейшая схема трехвальной КП с поперечным расположением валов, полным реверсированием всех передач и конструктивной компоновкой в общем корпусе заднего моста трактора, представлена на рис. 4.2,в. Такие КП применяют только на тракторах.

Наиболее интересным элементом схемы является механизм реверса передач, позволяющий промежуточному валу 17 вращаться в разные стороны при постоянном направлении вращения первичного вала 1. Он состоит из ведущей конической шестерни 12, находящейся в постоянном зацеплении с двумя одинаковыми ведомыми коническими шестернями 11 и 13, свободно установленными на валу 17 и вращающимися в противоположные стороны. На ступицах этих шестерен имеются зубчатые венцы, аналогичные зубчатому венцу 21 вала 17, на котором установлена подвижная зубчатая муфта 15, блокирующая вал с любой из вышеуказанных шестерен. На схеме показано

положение муфты 15 для движения трактора вперед. При замыкании вала 6 с шестерней 13 трактор будет двигаться назад. Перемещение муфты 15 производится отдельным рычагом управления реверсом.

Соединение одновенцовой 2 и двухвенцовой 4 кареток с ведомыми шестернями 10 вторичного вала 17 аналогично рассмотренному выше.

В аналогичных КП с полным реверсированием всех передач переднего хода иногда, как показано на схеме, выполняется одна отдельная передача заднего хода. Она осуществляется перемещением каретки 2 в зацепление с “паразитной” шестерней 5, находящейся в постоянном зацеплении с ведомой шестерней 9 заднего хода на вторичном валу 8. Применение данной передачи объясняется удобством управления КП одним рычагом для передач как переднего хода, так и заднего. При полностью реверсивной КП без дополнительной задней передачи для получения заднего хода трактористу приходится одновременно манипулировать двумя рычагами управления - реверса и КП, что вызывает определенное неудобство.

Компоновка поперечно расположенных валов 17 и 8 в общем корпусе 3 трансмиссии облегчает выполнение центральной (главной) передачи цилиндрическими шестернями - ведущей 7 и ведомой 19, установленной на корпусе дифференциала 20. Шлицевый хвостовик 2 вторичного вала 8 может быть боковым приводом синхронного ВОМ.

Смазывание деталей КП производится разбрызгиванием масла, находящегося в корпусе.

Подобного типа КП применяются на легких колесных универсальных тракторах, которые по характеру работы должны иметь возможность длительное время и при разных тяговых нагрузках двигаться задним ходом.

Достоинствами трехвальных КП являются: значительно больший чем у двухвальных диапазон передаточных чисел, так как на основных рабочих передачах всегда участвуют две пары шестерен; высокий КПД на прямой (транспортной) передаче и отсутствие необходимости в маслоразбрызгивающей паре шестерен. *Недостатками* - более низкий КПД на всех передачах кроме прямой, так как в зацеплении находятся одновременно две пары шестерен, вместо одной у двухвальной; невозможность получения более 5-6 передач переднего хода, ввиду повышенного прогиба валов; повышенный износ подшипника передней опоры вторичного вала, расположенного в расточке торца первичного вала при работе автомобиля или трактора на всех передачах, кроме прямой. При включенной прямой передаче указанный подшипник не вращается. Поскольку на этой транспортной пере-

даче трактор работает, как правило, не более 12...15% всего времени его эксплуатации, то такие схемы КП в настоящее время на тракторах не применяют.

Элементарные кинематические схемы составных КП и компоновки их основных узлов представлены на рис. 4.3. На рис. 4.3,*а* приведена схема КП, состоящая из входной двухступенчатой коробки *A*, выполненной по трехвальной схеме, и основной коробки *B*, выполненной по двухвальной схеме с тремя передачами вперед и одной назад. В данной схеме вторичный вал *1* коробки *A*, является передним концом первичного вала коробки *B*, а соответствующие вторичный вал *2* коробки *B* и промежуточный вал *3* коробки *A* имеют опоры в стенках корпусов.

В данной схеме можно получить шесть передач вперед и две назад.

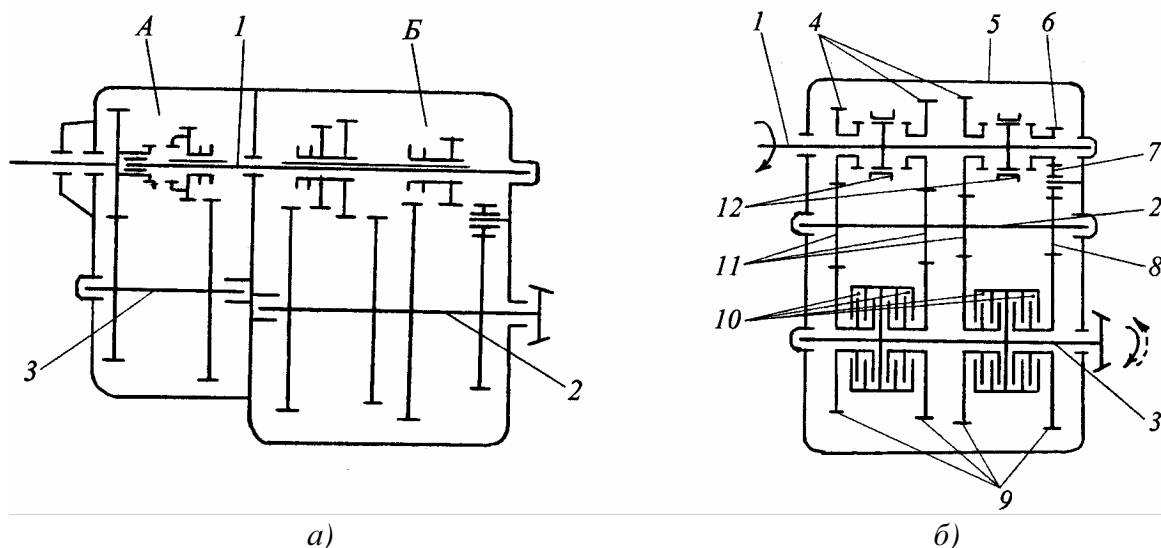


Рис. 4.3. Кинематические схемы составных КП:

1-3 – валы КП; *4, 6 – 9, 11* – шестерни; *5* – картер; *10* – фрикционные муфты; *12* – зубчатые муфты

На рис. 4.3,*б* приведена схема составной КП, выполненной в одном общем картере *5*, с использованием трех параллельных валов: первичного *1*, промежуточного *2* и вторичного *3*. Валы *1* и *2* представляют собой входную двухвальную коробку диапазонов передач с шестернями постоянного зацепления, блокируемых посредством зубчатых подвижных муфт *12*. Шестерни *4* и *11* обеспечивают получение трех передач переднего хода, а шестерни *6, 7* и *8* - заднего. Валы *2* и *3* также представляют собой двухвальную четырехступенчатую КП с шестернями *9* постоянного зацепления, которые блокируются с валом *3* посредством многодисковых фрикционных муфт *10* с

гидронажимным механизмом. Следовательно, в данной схеме составной КП можно получить двенадцать передач переднего хода и четыре заднего. При этом внутри установленного диапазона переключение передач осуществляется без остановки машины.

Составные КП применяют на тракторах, автомобилях повышенной грузоподъемности и автомобилях-тягачах, что обеспечивает при минимальных габаритах получение большого числа передач и диапазона изменения их передаточных чисел.

В настоящее время на современных легковых автомобилях стали применять составные КП с двумя фрикционными муфтами.

В качестве примера на рис. 4.4 приведена схема составной КП DSG (Direct Shift Gearbox).

Представленная схема КП является преселекторной, так как для включения какой-либо передачи необходимо последовательно выполнить два управляющих воздействия на органы ее управления. С точки зрения принципа управления данная КП является секвентальной, так как здесь можно включать только соседнюю повышенную или пониженную передачу и нельзя перескочить через одну или более передач.

Она состоит из двух параллельных КП.

Первая КП состоит из первичного вала 1, двух вторичных валов 3 и 4 и промежуточного вала 5. Она обеспечивает с помощью синхронизаторов C_1 , C_3 , C_5 и C_{3X} включение соответственно 1, 3, 5 передачи и передачи заднего хода. При включении 1 и 3 передачи крутящий момент с первичного вала 1 КП передается на вторичный вал 4 и далее через ведущую шестерню 7 центральной (главной) передачи на ее ведомую шестерню 8. При включении 5 передачи крутящий момент с первичного вала 1 передается на вторичный вал 3 и далее через вторую ведущую шестерню 6 центральной (главной) передачи на ее ведомую шестерню 8. Включение передачи заднего хода осуществляется синхронизатором C_{3X} . Здесь крутящий момент с первичного вала 1 КП на вторичный вал 3 передается через промежуточный вал 5. Для получения указанных передач связь между валом двигателя и КП осуществляется фрикционной муфтой M_1 . Таким образом, данная КП предназначена для включения всех нечетных передач и передачи заднего хода.

Вторая КП состоит из первичного вала 2 и двух вторичных валов 3 и 4. Она предназначена для включения с помощью синхронизаторов C_2 , C_4 и C_6 соответственно 2, 4 и 6 передач (всех четных передач). Здесь связь между валом двигателя и КП осуществляется фрикционной муфтой M_2 .

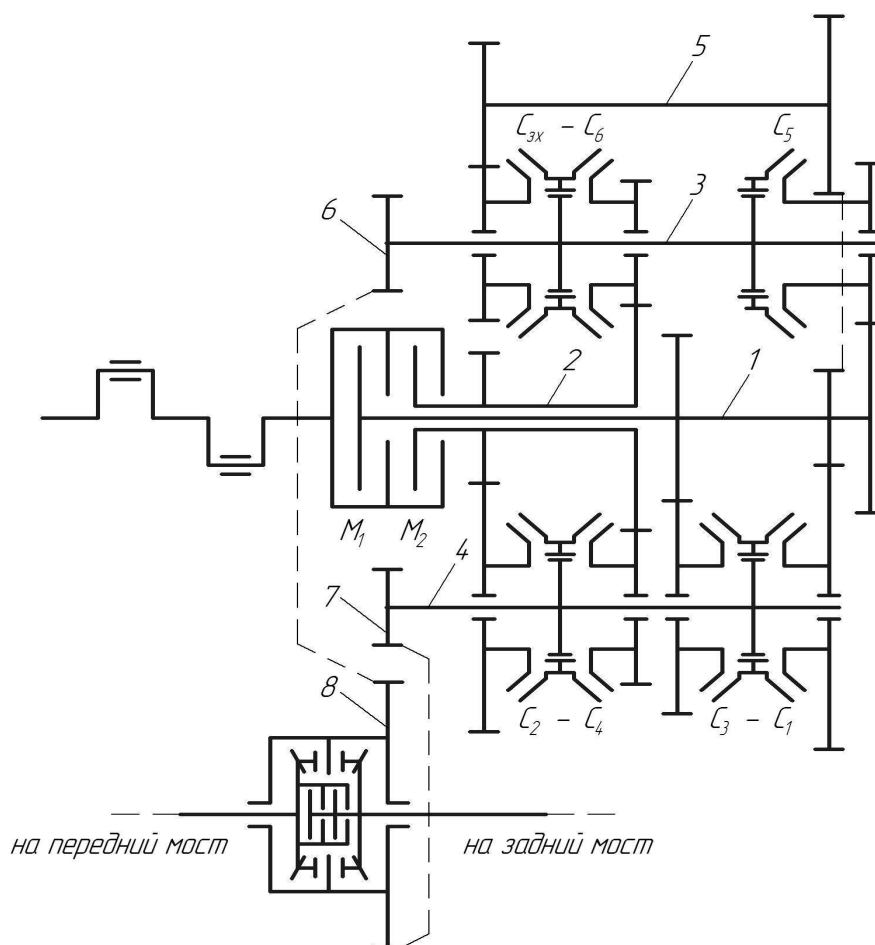


Рис. 4.4. Кинематическая схема коробки передач DSG:

1, 2 – первичные валы; 3, 4 – вторичные валы; 5 – промежуточный вал; 6, 7 – ведущие шестерни центральной (главной) передачи; 8 – ведомая шестерня центральной (главной) передачи; M_1, M_2 - фрикционные муфты; $C_1 - C_6$ и C_{3x} – синхронизаторы включения соответственно 1 – 6 передач и передачи заднего хода

Управление процессом переключения передач в данной КП выполняется с помощью бортового компьютера. При стоянке автомобиля фрикционные муфты M_1 и M_2 и синхронизаторы $C_1 - C_6$ и C_{3x} выключены. Для начала его трогания с места синхронизатором C_1 включают 1 передачу и после этого включают фрикционную муфту M_1 . В результате происходит трогание с места и разгон автомобиля на 1 передаче. При достижении точки переключения передачи, основываясь на данных о динамике разгона автомобиля, компьютер принимает решение о включении 2 передачи. В результате этого происходит включение синхронизатора C_2 и разгон ведомых деталей фрикционной муфты M_2 . После выравнивания угловых скоростей синхронизируемых деталей трансмиссии начинается процесс включения фрикционной муфты M_2 и одновременного выключения муфты M_1 . Обе муфты буксуют с перекрытием без разрыва потока мощности, поэто-

му ощутимого снижения скорости движения автомобиля не происходит. После выключения фрикционной муфты M_1 синхронизатор C_1 также выключается. Автомобиль продолжает разгон уже на 2 передаче и когда скорость движения автомобиля достигает очередной точки переключения передачи, то происходит включение 3 передачи. Последующие переключения передач происходят по той же схеме.

Аналогичные процессы происходят и при снижении скорости автомобиля, когда включается более низкая передача. При нажатии на педаль тормоза обе муфты M_1 и M_2 выключаются, но бортовой компьютер продолжает отслеживать скорость движения автомобиля и соответственно с ней выбирать нужную передачу в КП (включается соответствующий синхронизатор).

Таким образом, составные КП с двумя параллельными КП является перспективными для применения в трансмиссиях автомобилей и тракторов, так как позволяют существенно уменьшить число фрикционных элементов управления, а, следовательно, повысить КПД КП, обеспечивая при этом процесс переключения без разрыва потока мощности с различной степенью перекрытия передач. При этом значительно снижается стоимость КП.

Принципиальные кинематические схемы планетарных КП (ПКП). ПКП представляет собой соединение нескольких планетарных рядов, различное сочетание которых обеспечивает получение необходимого диапазона передаточных чисел и числа передач. Включение передач в ПКП достигается торможением или блокировкой отдельных ее звеньев.

Планетарный ряд состоит из двух центральных соосных шестерен разных диаметров, сателлитов, находящихся в постоянном зацеплении с ними и водила - держателя осей сателлитов, ось вращения которого совпадает с центральной осью.

Управляются ПКП остановочными ленточными или многодисковыми фрикционными тормозами и блокировочными многодисковыми фрикционными муфтами, как правило, с гидравлическим поджатием. Переключение передач в большинстве случаев производится без остановки машины, что в ряде случаев исключает необходимость применения в ней ФС. Подобная система управления ПКП позволяет ее относительно легко автоматизировать.

ПКП по сравнению с КП с неподвижными осями валов отличаются более высоким КПД, меньшими габаритными размерами и массой, удобством управления, однако они сложнее в изготовлении и в эксплуатации, их стоимость выше.

Различают ПКП с двумя и с тремя степенями свободы.

На рис. 4.5,а представлена схема ПКП с двумя степенями свободы. Здесь для включения передачи необходимо воздействовать на один элемент управления (включить один тормоз T или один фрикцион Φ). Для включения первой или второй передачи переднего хода необходимо соответственно включить тормоз T_1 или T_2 . Третья (прямая) передача включается блокировочным фрикционом Φ_3 , который блокирует все звенья ПКП (звенья ПКП вращаются как одно целое). Первая и вторая передачи заднего хода получаются соответственно включением тормоза T_{-1} и T_{-2} . В данной схеме для получения пяти передач (трех переднего хода и двух заднего) используются четыре планетарных ряда и пять элементов управления (четыре тормоза и один фрикцион).

Изображенная на рис. 4.5,б схема ПКП с тремя степенями свободы, содержит два планетарных ряда и четыре элемента управления и обеспечивает получение трех передач переднего хода и одной заднего. Здесь для включения какой - либо передачи необходимо воздействовать сразу на два элемента управления, указанные знаком “+” в табл. 4.1.

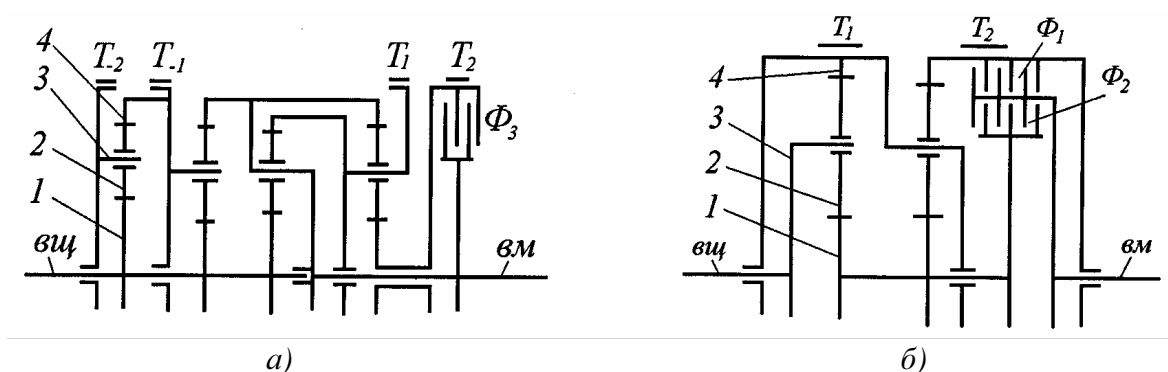


Рис. 4.5. Схемы планетарных КП:

а – с двумя степенями свободы; б - с тремя степенями свободы; 1 – солнечная шестерня; 2 – сателлит; 3 – водило; 4 – эпициклическая шестерня

4.1. Включение элементов управления в ПКП

Передача	Включаемые элементы			
	T_1	T_2	Φ_1	Φ_2
<i>I</i>	-	-	+	+
<i>II</i>	-	+	-	+
<i>III</i>	+	-	-	+
<i>ЗХ</i>	+	-	+	-

4.3. Механизмы управления коробками передач

Механизмы управления КП служат для включения передачи, ее переключения в зависимости от меняющихся условий работы тракто-

ра или автомобиля и ее выключения - перевода в режим нейтральной передачи. Их конструкция зависит от метода переключения передач - с остановкой машины (с разрывом потока мощности) или без ее остановки (без разрыва или с кратковременным разрывом потока мощности).

В первом случае механизм управления КП служит:

- для установки шестерен-кареток или жестких блокировочных муфт (при наличии шестерен постоянного зацепления) в рабочее или нейтральное положение;

- их фиксации от осевых перемещений;

- предотвращения их самопроизвольного включения или выключения;

- предотвращения одновременного включения двух передач.

Механизм управления представляет собой механическую рычажно-тяговую систему, управляемую мускульной энергией водителя.

Во втором случае в КП установлены только шестерни постоянного зацепления, а их блокировка может осуществляться тремя способами: с использованием синхронизаторов или фрикционных многодисковых муфт с гидроподжатием (для КП с неподвижными осями валов) или аналогичных фрикционных муфт и тормозов (для ПКП). В двух последних случаях гидравлическое управление КП состоит в подаче масла под давлением в бустер необходимой муфты или тормоза и его отводе из них при их разблокировании, а также в предотвращении самопроизвольного их включения и выключения.

Принципиальные **схемы механизмов управления КП рычажно-тяговой системы** и отдельных ее элементов показаны на рис. 4.6. Осевое передвижение шестерен-кареток *16* или зубчатых блокировочных муфт и муфт синхронизаторов производится управляющими вилками *15*, которые вводятся в кинематическую связь с рычагом *18* управления КП. Концы вилки *15*, как правило, входят в кольцевую проточку *M* на наружной поверхности каретки *16* (или блокировочной муфты), не мешая ее вращению, но ограничивая ее осевое перемещение по валу, фиксируя тем самым включенное или нейтральное ее положение. Вилки *15* в большинстве случаев жестко связаны с цилиндрическими *14* или прямоугольными *28* (рис. 4.6,з) ползунами. На ползунах имеются специальные прямоугольные пазы *H*, в которые вводится конец короткого плеча управляющего рычага *18*. Внешний, более длинный и удобно расположенный к водителю конец рычага обычно имеет пластиковую головку *б*. Жесткое соединение управляющей вилки *15* с цилиндрическим ползуном (рис. 4.6,е) осуществляется чаще всего посредством фиксирующего болта *29* или стяжного

фиксирующего болта 30. Болты обычно стопорятся проволокой 31. Управляющие вилки с прямоугольными ползунами обычно соединяются стыковой электросваркой.

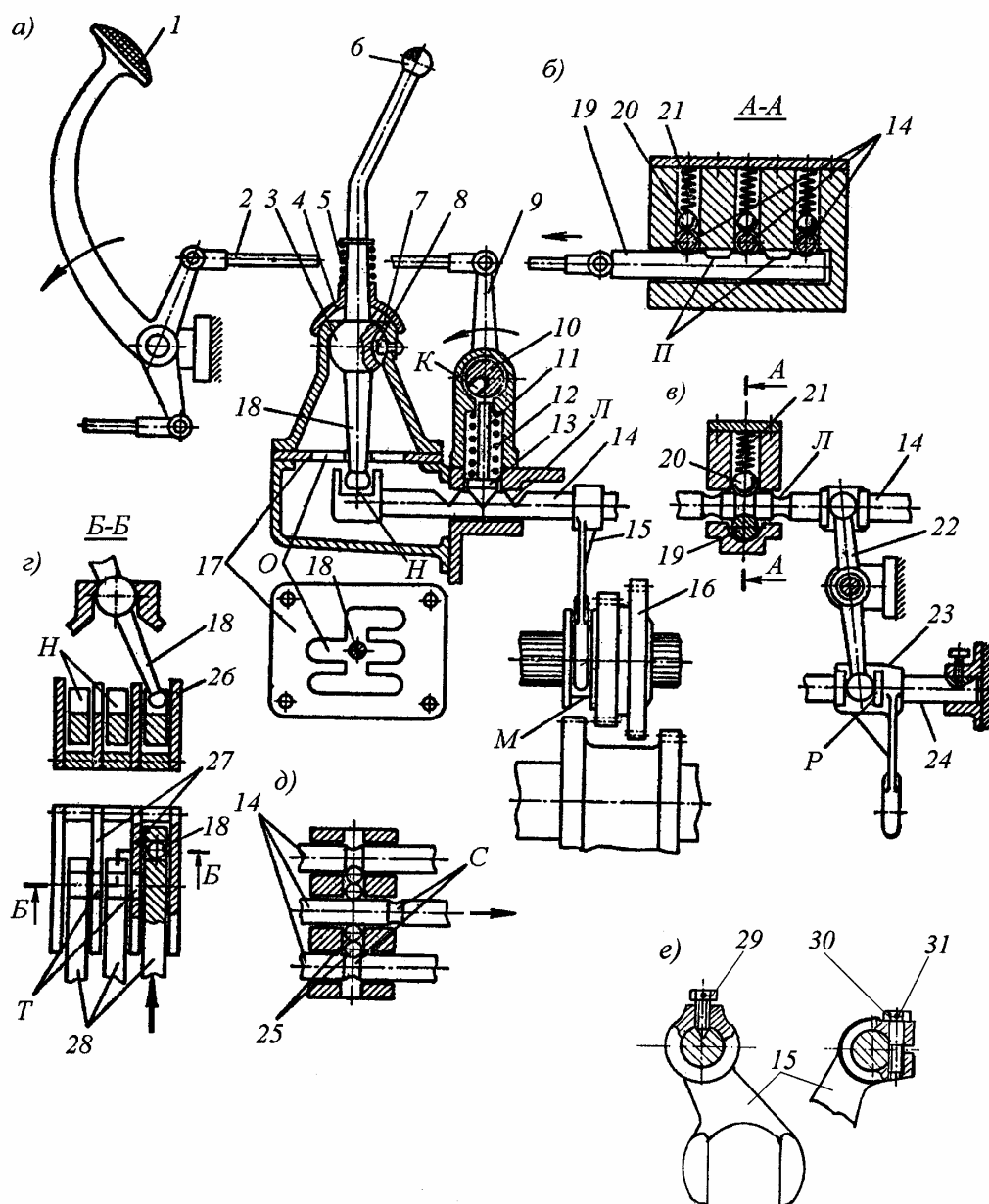


Рис. 4.6. Принципиальные схемы механизмов управления КП:

1 – педаль ФС; 2 – тяга; 3 – шаровое утолщение рычага; 4 – сферический колпак; 5 – пружина; 6 – головка рычага; 7 – сферическое гнездо; 8 – штифт; 9 – рычаг; 10, 19 – блокировочные валики; 11 – стержень фиксатора; 12, 21 – пружины фиксатора; 13 – головка фиксатора; 14, 28 – ползуны; 15, 23 – вилки; 16 – каретка; 17 – кулиса; 18 – рычаг управления КП; 20, 25 – шарики; 22 – промежуточный рычаг; 24 – направляющая ось; 26, 27 – планки; 29, 30 – болты; 31 – проволока

Число внешних рычагов управления КП зависит от ее кинематической схемы, но обычно не превышает двух. В продольно расположенных двух- и трехвальных КП применяют только один рычаг. В

поперечно расположенных трехвальных КП с реверсированием передач, а также в составных и специальных, используют два рычага: один для переключения передач в диапазоне, а другой для выбора диапазона передач в редукторе.

Наиболее распространен рычаг управления с шаровым шарниром (рис. 4.6,*a*), образованным шаровым утолщением 3 рычага 18 и сферическим гнездом 7 поддерживающей колонки. Штифт 8, входящий из колонки в вертикальный паз утолщения 3, предотвращает осевое вращение рычага 18, но позволяет устойчивое его продольное и поперечное качание для управления ползунами. Сферический колпак 4 и пружина 5 обеспечивают плотную защиту шарового шарнира от пыли и грязи. Иногда сверху колпака устанавливают защитный гофрированный резиновый чехол для лучшей защиты внутренней полости КП от проникновения внутрь абразива и влаги.

При нейтральной передаче пазы *H* ползунов 14 и 28 располагаются в одной поперечной плоскости, чтобы нижний конец рычага 18 мог свободно перемещаться из одного паза в другой при его поперечном качении. Для включения передачи необходимо боковым перемещением рычага 18 ввести его нижний конец в зацепление с необходимым ползуном. Затем, двигая рычаг 18 вперед или назад, переместить его свилкой 15 до полного зацепления включаемой пары шестерен на полную ширину зубчатого венца или блокировочной муфты.

Чтобы исключить одновременное перемещение двух соседних ползунов перемещение рычага 18 часто происходит по направляющим прорезам *O* пластинчатых кулис 17 в пределах, необходимых для включения каждой передачи. Обычно кулиса 17 устанавливается под шаровой опорой, но встречается ее установка и сверху последней. Широко в качестве кулисы применяют и неподвижные разделительные планки 27 (рис. 4.6,*з*) с прямоугольным боковым пазом *T*, установленные между прямоугольными ползунами 28 вилок включения. При "нейтральной передаче" пазы *H* и *T* соответственно ползунов 28 и планок 27 совпадают, и нижний конец рычага 18 имеет возможность свободного поперечного качания до упоров в боковые ограничительные планки 26, не имеющие пазов.

При включении передачи нижний конец рычага 18 вместе с пазом ползуна смещается относительно пазов *T* на разделительных планках, как показано на схеме, что исключает одновременность перемещения двух ползунов. Иногда для этой цели применяют блокирующие замки (рис. 4.6,*д*), состоящие из двух шариков 25, расположенных с небольшим зазором в боковых соосных отверстиях между каждой парой цилиндрических ползунов 14. При нейтральной пере-

даче они находятся против полукруглых проточек *C* ползунов *14*. При включении какой - либо передачи передвигающийся ползун сдвигает шарики *25*, зажимая ими кольцевые проточки *C* смежных ползунов, блокируя возможность их перемещения, как показано на схеме.

Для закрепления кареток *16* (или соответствующих блокировочных муфт) в рабочих положениях, а также для предотвращения их самопроизвольного выключения при работе автомобиля или трактора их ползуны *14* и *28* удерживаются пружинными фиксаторами. Для этого фиксаторы чаще всего выполняются в виде ступенчатого стержня *11* (рис. 4.6,*а*) с нижней конусной головкой *13*, которая под действием пружины *12*, постоянно прижата к ползуну. Иногда фиксатором служит шарик *20* (рис. 4.6,*в*), поджимаемый пружиной *21*.

Для включения или переключения передач водитель должен приложить усилие к рычагу *18* и сдвинуть ползун *14* или *28*, выжимая при этом фиксатор из выточки *Л*, и перемещать рычаг до тех пор, пока фиксатор вновь не опустится в смежную выточку, что будет соответствовать включенной или выключенной передаче. При этом обычно слышен щелчок фиксатора.

В ряде механизмов управления тракторными КП применяют блокировочные устройства, исключающие возможность перемещения ползунов при включенном ФС во избежание поломок зубьев подвижных шестерен и муфт.

Часто этот механизм блокировки (рис. 4.6,*а*) состоит из блокировочного валика *10*, располагаемого над концами стержней *11* фиксаторов, управляемого системой рычагов *9* и тяг *2* от педали *1* ФС. На валике *10* имеется продольный паз *К* или местные сверления, лежащие в поперечных плоскостях, проходящих через ось фиксаторов. При включенном ФС, как показано на схеме, концы стержней *11* упираются в цилиндрическую поверхность валика *10*, что исключает возможность их подъема, а, следовательно, и переключения передач.

При полностью выключенном ФС валик *10* повернут в положение, когда продольная плоскость паза *К* совпадает с продольной плоскостью осей фиксаторов. В этом случае фиксаторы могут подниматься при переключении передач. Иногда (рис. 4.6,*б*) блокировочный валик *19* имеет не вращательное движение, а осевое. В этом случае ползуны *14* блокируются непосредственно цилиндрической частью валика *19*, как показано на схеме. При выключении ФС последний сместится в положение, когда его фрезерованные участки *П* не будут препятствовать перемещению ползунов *14*, то есть переключению передач.

В современных конструкциях КП иногда предусматриваются устройства, исключающие возможность запуска двигателя при включенной передаче. Обычно они имеют датчик положения рычага управления, включенный в электрическую схему магнето пускового двигателя или стартера.

Синхронизаторы. Синхронизатором называют узел механизма управления КП, служащий для бесшумного и безударного включения передач. В основу действия синхронизатора положен принцип использования сил трения для выравнивания (синхронизации) угловых скоростей соединяемых деталей, образующих передачу. Обычно синхронизаторы имеют конические поверхности трения, хотя встречаются и дисковые.

Различают синхронизаторы простые и инерционные.

Простые синхронизаторы не препятствуют включению передачи до полного выравнивания угловых скоростей соединяемых деталей КП, что обычно сопровождается появлением ударных нагрузок и шума.

Инерционные синхронизаторы получили наибольшее распространение в КП автомобилей и тракторов, так как имеют устройство блокировки для безударного и бесшумного включения передачи.

Инерционный синхронизатор состоит из трех основных элементов:

выравнивающего - фрикционного устройства, поглощающего энергию касательных сил инерции вращающихся масс;

блокирующего - устройства, препятствующего включению зубчатой муфты до полного выравнивания угловых скоростей соединяемых деталей;

включающего - зубчатой муфты, включающей передачу.

На рис. 4.7 представлен инерционный синхронизатор, получивший распространение в КП автомобилей и тракторов. На шлицах переднего конца вторичного вала 7 неподвижно закреплена ступица 9 синхронизатора, на зубчатом венце которой установлена муфта 3 включения, управляемаявилкой 4. Зубчатый венец имеет три продольных паза 10, в которые установлены ползуны 8. Последние имеют в средней наружной части выступы, а на внутренней стороне - проточки в виде паза.

Ползуны 8 своими выступами прижаты к кольцевой проточке внутренней поверхности муфты 3 двумя пружинными кольцами 5, отогнутые концы которых заведены в паз одного из ползунов. Тем

самым осуществляется упругая фиксация ползунов 8 в средней части муфты 3 при нейтральном ее положении.

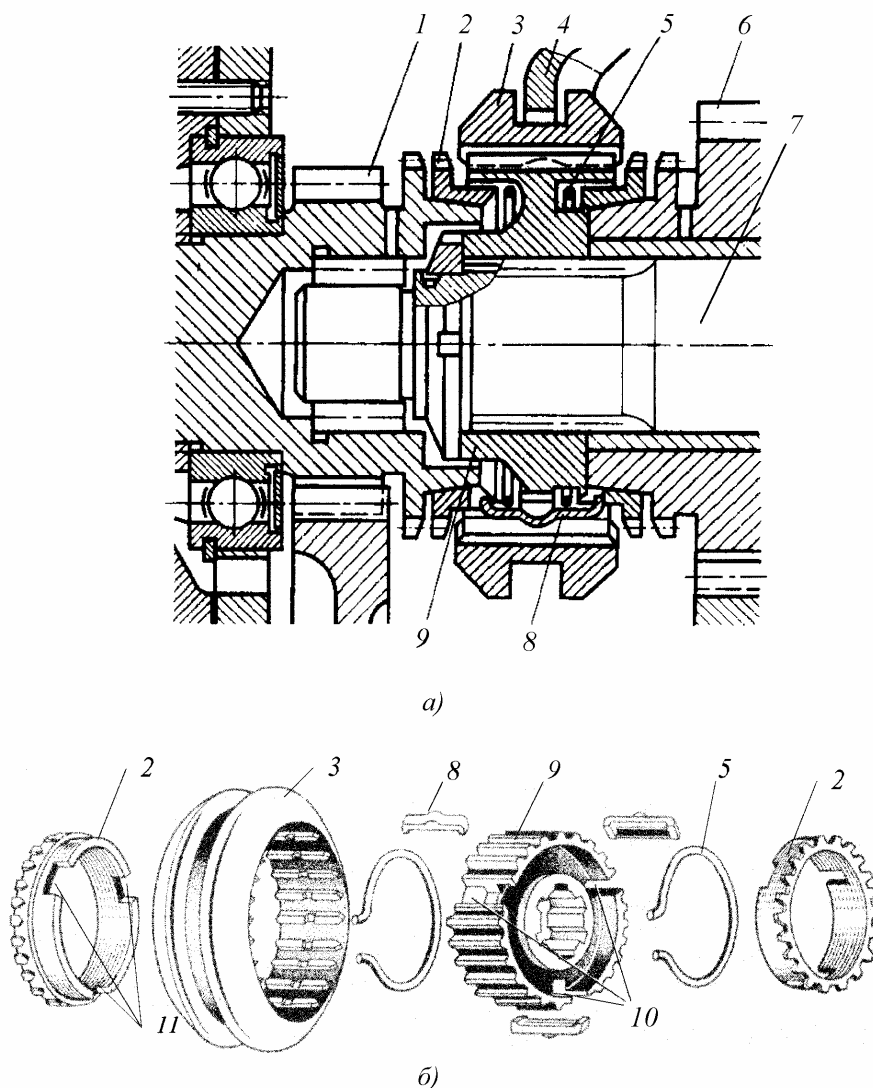


Рис. 4.7. Инерционный синхронизатор:

а - конструкция; *б* - детали; 1 - шестерня ведущего вала; 2 - конусное блокирующее кольцо; 3 - муфта; 4 - вилка; 5 - пружинное кольцо; 6 - шестерня передачи; 7 - вторичный вал КП; 8 - ползун; 9 - ступица; 10 - продольные пазы в ступице; 11 - пазы в торце блокирующего кольца

С обеих сторон ступицы 9 синхронизатора установлены латунные блокирующие кольца 2 с зубчатыми венцами. На торцах колец выполнены три продольных паза 11, ширина которых несколько больше ширины ползунов 8. В пазы колец 2 входят концы ползунов 8, чем обеспечивается их совместное вращение.

На внутренней конической поверхности блокирующих колец 2 нарезана резьба с мелким шагом, которая служит для разрушения масляной пленки и увеличения коэффициента трения между конусами блокирующих колец и наружной конической поверхностью ступиц

зубьев шестерен 1 и 6. На ступицах шестерен 1 и 6 нарезаны зубья, такие же, как и на зубчатых венцах ступицы 9 и колец 2. Торцы зубьев блокирующих колец, обращенные к ступице 9, имеют скосы. Такие же скосы выполнены на зубьях муфты 3 и на зубьях ступиц шестерен.

Функцию включающего элемента выполняет муфта 3, выравнивающего – конусные поверхности ступиц шестерен 1 и 6 и колец 2, блокирующего – кольца 2 с муфтой 3.

Конструкция позволяет включить одну из двух передач: прямую (при блокировке вала 7 и шестерни 1) и замедленную (при блокировке вала 7 и шестерни 6). Рассмотрим работу синхронизатора при включении, например, прямой передачи.

Для включения передачи водитель выключает ФС и перемещает рычагом управления ползун, связанный с вилкой 4. Муфта 3 перемещается влево вместе с ползунами 8 и кольцом 2, пока последнее не войдет в контакт с шестерней 1. По мере увеличения усилия на рычаге, пружинные кольца 5 деформируются, выступы ползунов выходят из проточки муфты, и она перемещается влево вдоль ползунов. Если угловые скорости кольца и шестерни одинаковые, то муфта, проходя через зубья кольца 2, входит в зацепление с зубьями шестерни 1, включая тем самым прямую передачу. Скосы на торцах зубьев при необходимости обеспечивают правильную взаимную ориентацию блокируемых элементов за счет их поворота.

Если угловые скорости кольца 2 (вала 7) и шестерни 1 разные, то под действием возникшей силы трения между конусами кольцо 2 поворачивается на некоторый угол относительно муфты 3 в пределах зазора между ползунами 8 и пазами 11. При этом зубья кольца 2 занимают положение, препятствующее дальнейшему перемещению муфты 3. Скосы, выполненные на торцах зубьев муфты и кольца 2, обеспечивают передачу осевого усилия со стороны муфты на конусные поверхности трения. Одновременно с этим на зубьях кольца возникают реакции, стремящиеся вернуть кольцо в исходное состояние по отношению к муфте. Однако углы скосов зубьев выбраны так, что пока угловые скорости шестерни 1 и вала 7 не станут равными, момент трения между шестерней 1 и кольцом 2 сделать это не позволит.

Таким образом, синхронизатор позволяет включить передачу только после выравнивания угловых скоростей блокируемых элементов.

На рис. 4.8,а представлена другая конструкция инерционного синхронизатора. Он состоит из подвижной включающей муфты 1 с зубчатыми венцами 6, которая устанавливается на шлицах ведомого вала КП. Диск муфты 1 имеет три отверстия для полуцилиндров 5

фиксаторов, соединяющих его с двумя конусными кольцами 2, и три отверстия с коническими поясками для блокирующих пальцев 3, жестко связывающих конусные кольца. В средней части пальцы имеют проточку с коническими краями. Между двумя полуцилиндрами 5 каждого фиксатора расположены пружины 4.

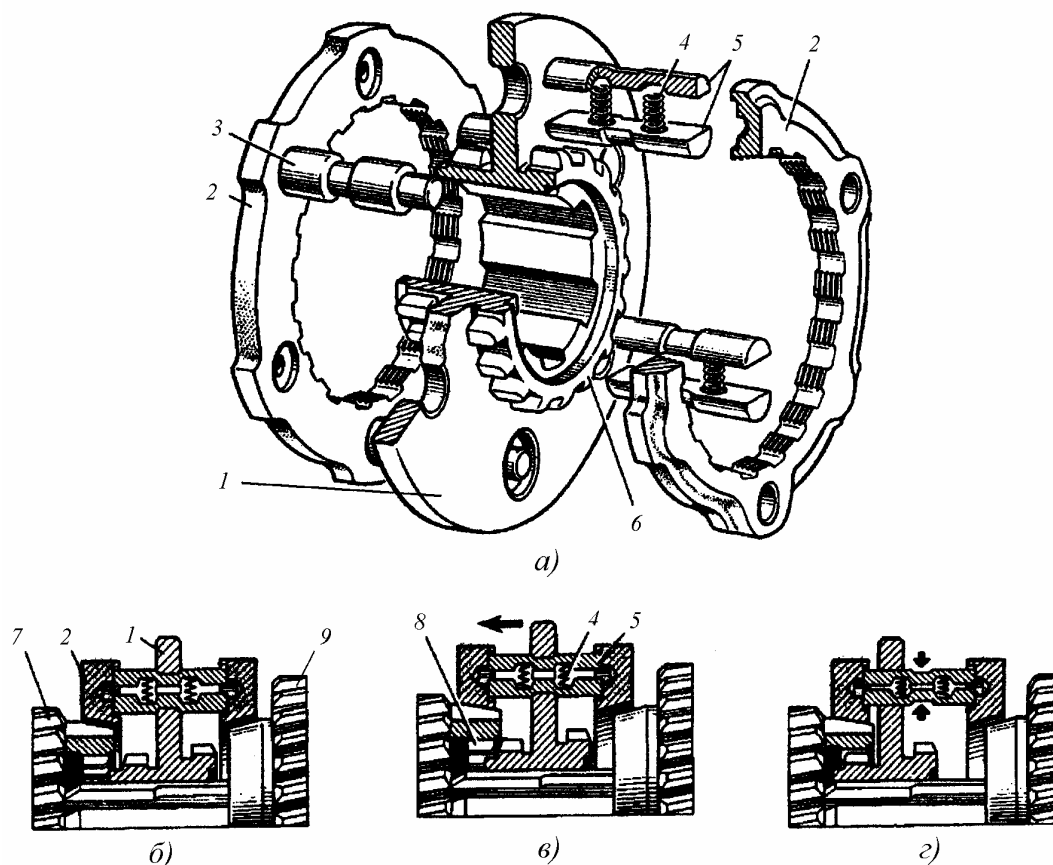


Рис. 4.8. Инерционный синхронизатор:

1 - муфта синхронизатора; 2 - конусное кольцо; 3 - блокирующий палец; 4 - пружина; 5 - полуцилиндры; 6 - зубчатый венец муфты; 7, 9 - шестерни; 8 - внутренний зубчатый венец шестерни

В нейтральном положении (рис. 4.8,б) муфта 1 находится посредине между шестернями 7 и 9. При включении передачи муфта 1, перемещая полуцилиндры 5 фиксаторов, прижимает конусное кольцо 2 к конусу шестерни 7 (рис. 4.8,в). Если муфта 1 и шестерня 7 вращаются с разными угловыми скоростями, то за счет трения между коническими поверхностями кольцо 2 проворачивается относительно диска муфты 1 в пределах разницы диаметров отверстия в диске для блокирующего пальца и проточки пальца. Контакт конических фасок отверстий и пальцев препятствует осевому перемещению муфты относительно кольца и не дает возможности включить передачу. Только после выравнивания угловых скоростей шестерни 7 и муфты 1, когда

нормальная сила на конических поверхностях блокирующих пальцев 3 исчезает, появляется возможность относительного поворота муфты и кольца под действием осевой силы на поверхностях фасок. Муфта перемещается дальше, сжимая при этом пружины 4 полуцилиндров 5 фиксаторов, а ее зубья входят в зацепление с внутренним зубчатым венцом 8 шестерни 7 (рис. 4.8,з).

Механизмы переключения передач с помощью фрикционных муфт применяют при переключении передач без остановки машины. На рис. 4.9,а показана конструкция наиболее распространенной двухбарабанной фрикционной муфты для управления двумя передачами.

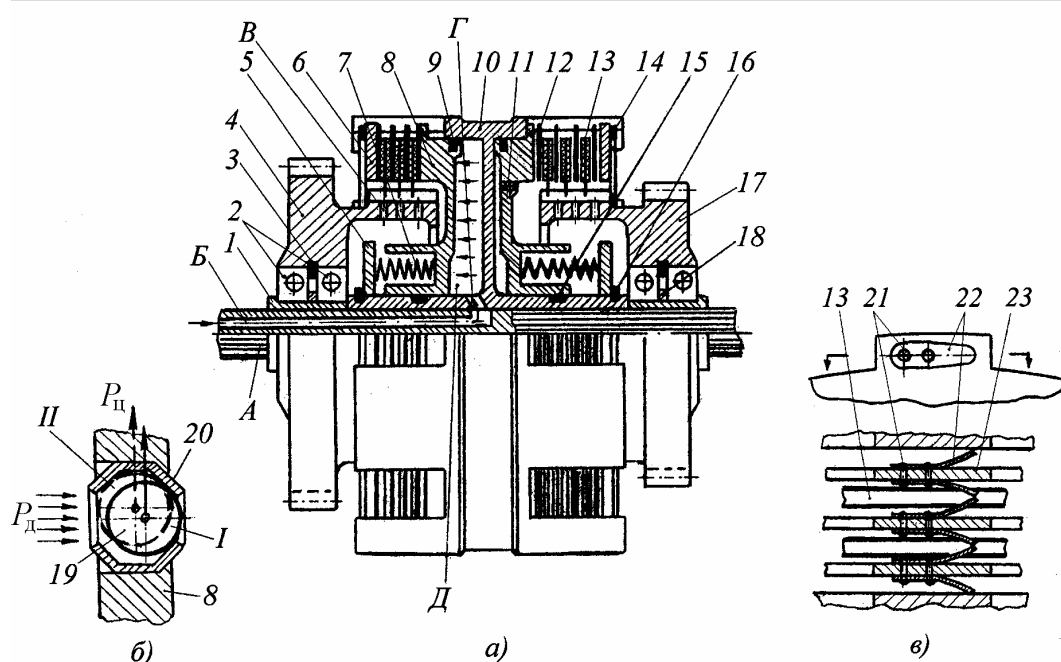


Рис. 4.9. Фрикционная муфта с гидроподжатием:

1 – шлицевая втулка; 2 – шарикоподшипник; 3, 14, 16 – стопорные кольца; 4, 17 – шестерни; 5 – опорный диск; 6 – диск; 7 – возвратная пружина; 8 – нажимной диск; 9 – разрезное чугунное кольцо; 10 – барабан; 11 – сливной клапан; 12 – ведущий диск; 13 – ведомый диск; 15 – резиновое кольцо; 18 – дистанционное кольцо; 19 – шарик; 20 – шариковый клапан; 21 – заклепка; 22 – пружина; 23 – шлицевый выступ ведущего диска

Две гидроподжимные фрикционные муфты установлены в кольцевых расточках ведущего барабана 10, закрепленного на шлицах ведущего вала А. С двух сторон барабана расточены соосные кольцевые полости, в которые установлены поршни - нажимные диски 8 с внутренним резиновым кольцом 15 и наружным разрезным чугунным кольцом 9. В торцах барабана 10 прорезан ряд продольных пазов, в которые входят наружные шлицы ведущих стальных дисков 12. Такие

же шлицы выполнены на внешней кромке поршня 8, предотвращающие его проворачивание в цилиндре.

В промежутках между ведущими дисками установлены ведомые диски 13 с накладками из порошкового фрикционного материала и внутренними шлицами. Диски 13 устанавливаются на шлицах ступиц соответствующих шестерен 4 и 17 постоянного зацепления, свободно вращающихся на двух шарикоподшипниках 2. Последние установлены на промежуточных шлицевых втулках 1 вала *A*, разделены дистанционным кольцом 18 и зафиксированы относительно шестерен стопорными кольцом 3. Сквозные сверления *B* между шлицами служат для лучшей смазки поверхностей трения муфт.

Внутренняя кольцевая полость цилиндра, в которую подается масло для включения передачи, называется бустером *D*. Включение муфты происходит под давлением масла, поступающего в бустер из распределительного устройства (на схеме не показано) по продольным *B* и радиальным *Г* сверлениям вала *A*. Под давлением масла происходит перемещение поршня 8, пакет дисков перемещается до упора в диск 6 и сжимается. Диск 6 фиксирован стопорным кольцом 14, установленным в кольцевой проточке барабана 10. При этом происходит сжатие возвратных пружин 7, установленных в сверлениях ступицы поршня 8 и поджимаемых к опорному диску 5, фиксированному стопорным кольцом 16.

При выключении передачи бустер муфты сообщается со сливом, поршень 8 под действием возвратных пружин 7 перемещается и освобождает диски. Для более быстрого удаления масла из бустера при выключении передачи в поршне 8 установлен сливной клапан 11. Наибольшее распространение имеет шариковый клапан 20, схема работы которого показана на рис. 4.9,б. Пока сила давления P_d масла в бустере, действующая на шарик 19, не дает центробежной силе P_c открыть отверстие клапана, то он находится в положении *I*, препятствуя вытеканию масла из бустера. При выключении передачи давление масла в бустере снижается, следовательно, и снижается величина силы P_d давления масла на шарик. Тогда под действием центробежной силы P_c шарик займет положение *II*, открывая отверстие для быстрого вытекания масла. Масло под действием центробежной силы выбрызгивается внутрь полости муфты, смазывая ее поверхности трения.

Для улучшения размыкания дисков фрикционной муфты при ее выключении иногда ее металлические диски без фрикционных покрытий или накладок делают слегка вогнутыми. В других случаях (рис. 4.9,в) на шлицевых выступах 23 этих дисков 12 посредством за-

клепок 21 устанавливают специальные разжимные пластинчатые пружины 22.

Гидравлическая система КП кроме подачи масла в определенном порядке к бустерам фрикционных муфт предназначена также для смазки деталей, фильтрации и охлаждения масла. Основными агрегатами гидравлической системы управления КП являются: насос, фильтр, редукционный клапан, регулирующий давление в системе, маслораспределитель для подачи масла к бустерам и другие устройства, способствующие переключению передач без остановки движения трактора или автомобиля.

Обычно предусматривается два варианта привода насоса системы: основной – от двигателя, и запасной – от ведущих колес. Запасной используется для включения передачи при запуске двигателя с буксира.

4.4. Примеры конструкций коробок передач

В качестве примера рассмотрим двухвальную КП автомобиля ВАЗ-1111, трехвальную грузовых автомобилей ЗИЛ и составную тракторов МТЗ-80/82.

На переднеприводных легковых автомобилях устанавливают КП, объединенные в одном корпусе с центральной (главной) передачей и дифференциалом.

Четырехступенчатая двухвальная КП автомобиля ВАЗ-1111 (рис. 4.10) состоит из картера 25, в котором на двух подшипниках установлен первичный вал 23. Вторичный вал 21 установлен передним концом на роликовом цилиндрическом, а задним - на шариковом подшипниках. На обоих валах имеются шестерни I, II, III и IV передач. Шестерни на вторичном валу установлены на игольчатых подшипниках 19 и свободно вращаются. Для включения I и II передач служит синхронизатор 14, а для включения III и IV - синхронизатор 18.

При включении I передачи муфта синхронизатора 14 входит в зацепление с зубчатым венцом шестерни 13 вторичного вала. Вращение передается с первичного вала 23 через шестерни 28 и 13 постоянного зацепления на муфту синхронизатора 13 и далее через его ступицу на вторичный вал 21.

При включении II передачи муфта синхронизатора 14 входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни 15 вторичного вала. Вращение передается с первичного вала 23 через шестерни посто-

янного зацепления 26 и 15 и муфту синхронизатора 14 на ступицу синхронизатора, а затем на вторичный вал 21.

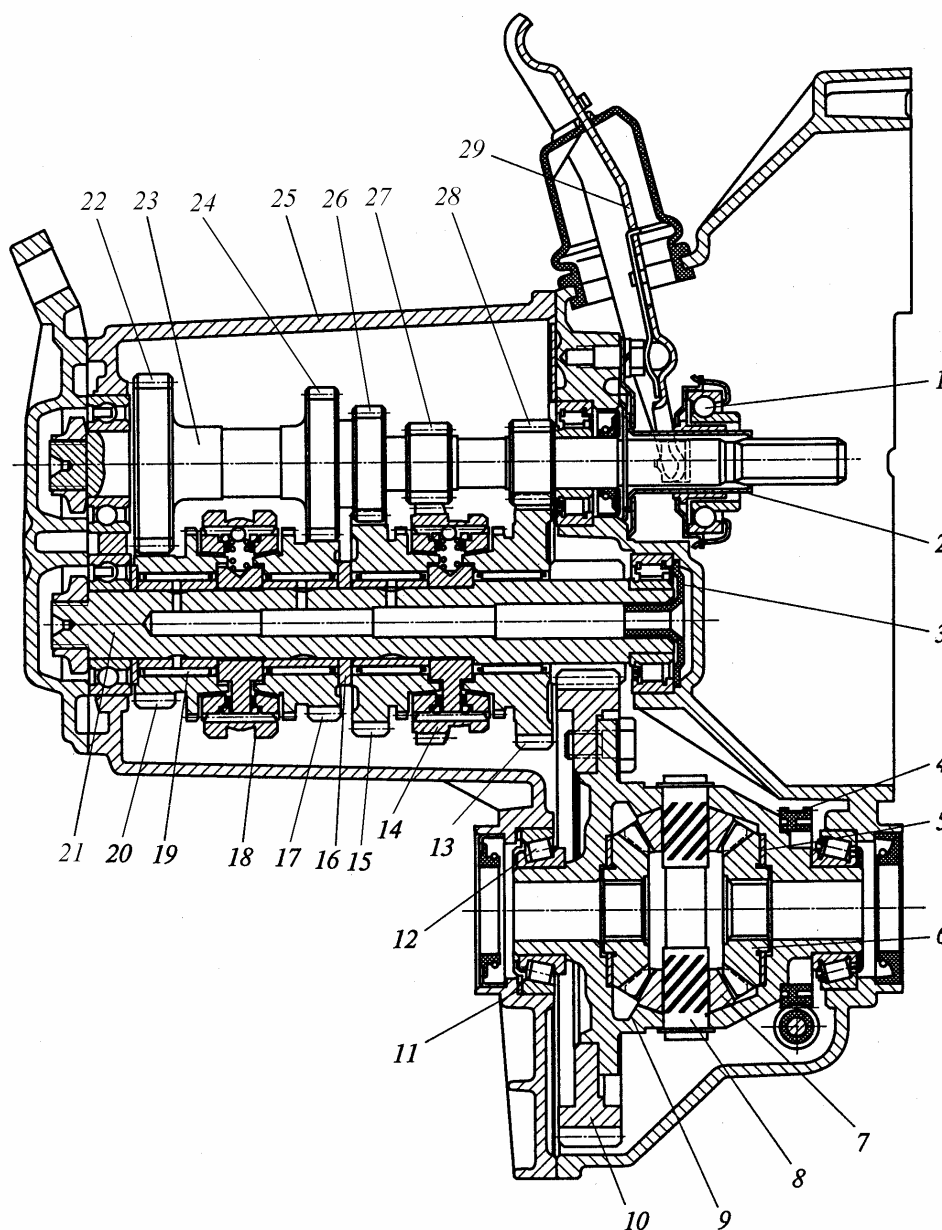


Рис. 4.10. Коробка передач автомобиля ВАЗ-1111:

1 – выжимной подшипник ФС; 2 – направляющая втулка; 3 – маслосборник; 4 – ведущая шестерня привода спидометра; 5 – опорная шайба; 6 – полуосевая шестерня; 7 – сателлит; 8 – ось сателлитов; 9 – корпус дифференциала; 10 – ведомая шестерня главной (центральной) передачи; 11 – регулировочное кольцо; 12 – конический радиально-упорный подшипник; 13, 15, 17, 20 – шестерни вторичного вала КП; 14 – синхронизатор I и II передач; 16 – упорное кольцо; 18 – синхронизатор III и IV передач; 19 – игольчатый подшипник; 21 – вторичный вал; 22, 24, 26 – 28 – шестерни первичного вала КП; 23 – первичный вал; 25 – картер КП; 29 – рычаг выключения ФС

Передача III включается муфтой синхронизатора 18, которая входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни 17 вто-

ричного вала. Вращение от шестерни 24 первичного вала передается на шестерню 17 вторичного вала, а затем на муфту синхронизатора 18 и через его ступицу на вторичный вал.

Передача IV включается также муфтой синхронизатора 18, которая входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни 20 вторичного вала. Вращение с первичного вала 23 через шестерни постоянного зацепления 22 и 20 передается на муфту синхронизатора и через его ступицу на вторичный вал.

Передача заднего хода включается промежуточной шестерней-кадеткой заднего хода, находящейся на отдельном валике. При включении заднего хода она входит в зацепление одновременно с наружным зубчатым венцом муфты синхронизатора 14 и шестерней 27 заднего хода первичного вала. Вращение с первичного вала 23 через шестерню 27 заднего хода передается на промежуточную шестерню-кадетку заднего хода, а с нее на наружный зубчатый венец муфты синхронизатора 14 и далее через его ступицу на вторичный вал 21.

На всех передачах вращение через вторичный вал 21 КП передается на ведущую шестерню центральной (главной) передачи, выполненную за одно целое с вторичным валом, а затем на ведомую шестерню центральной (главной) передачи 10 и через дифференциал на ведущие колеса автомобиля.

Пятиступенчатая трехвальная КП грузовых автомобилей ЗИЛ представлена на рис. 4.11. В ее картере 9 на подшипниках установлены три вала - первичный 1, вторичный 10 и промежуточный 16. За одно целое с первичным валом изготовлена ведущая косозубая шестерня 2, соединенная с ведомой шестерней 17, которая закреплена с помощью шпонки на промежуточном валу. Промежуточный вал 16 изготовлен за одно целое с ведущей прямозубой шестерней 11 первой передачи. На нем закреплены с помощью шпонок ведущие косозубые шестерни второй 12, третьей 14 и четвертой 15 передач. Прямозубая шестерня-кадетка 8 первой передачи и заднего хода установлена подвижно на шлицах вторичного вала 10, а ведомые косозубые шестерни второй 7, третьей 5 и четвертой 4 передач - свободны и находятся в постоянном зацеплении с ведущими шестернями соответственно 12, 14 и 15. На вторичном валу на шлицах установлены синхронизаторы 6 и 3 для включения соответственно II и III, IV и V передач.

Для включения I передачи подвижная прямозубая шестерня-кадетка 8 вводится в зацепление с шестерней 11, а для включения передачи заднего хода - с шестерней 18 блока шестерен заднего хода, шестерня 19 которого находится в постоянном зацеплении с шестерней 13. Блок шестерен заднего хода установлен на оси 20 на игольчатых подшипниках.

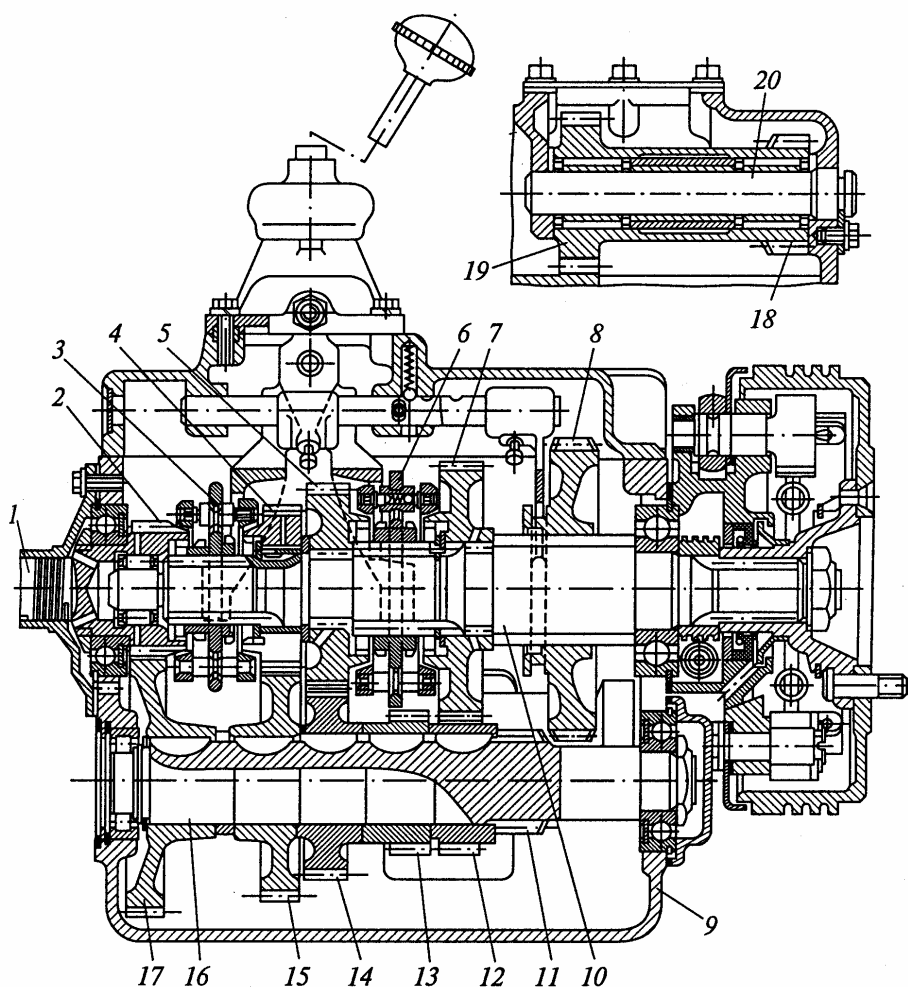


Рис. 4.11. Коробка передач грузовых автомобилей ЗИЛ:

1 - первичный вал; *2, 4, 5, 7, 8, 11-15, 17-19* - шестерни; *3, 6* - синхронизаторы; *9* - картер; *10* - вторичный вал; *16* - промежуточный вал; *20* - ось

При включении *II* передачи муфта синхронизатора *6* входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни *7*. Вращение передается с первичного вала *1* через шестерни постоянного зацепления *2, 17, 12* и *7* на муфту синхронизатора *6* и далее через ступицу синхронизатора на вторичный вал *10*.

Передача *III* включается также муфтой синхронизатора *6*, которая входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни *5*. Вращение от шестерни *2* первичного вала передается на шестерню *17* промежуточного вала, а затем через шестерни *14* и *5* на муфту синхронизатора *6* и далее через его ступицу на вторичный вал *10*.

Передача *IV* включается муфтой синхронизатора *3*, которая входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни *4*. Вращение с первичного вала *1* через шестерни постоянного зацепления *2, 17, 15* и *4* передается на муфту синхронизатора *3* и через его ступицу на вторичный вал.

При включении *V* передачи муфта синхронизатора *3* входит в зацепление с боковым зубчатым венцом шестерни *2*, соединяя тем са-

мым первичный *1* и вторичный *10* валы КП. В результате получается прямая передача.

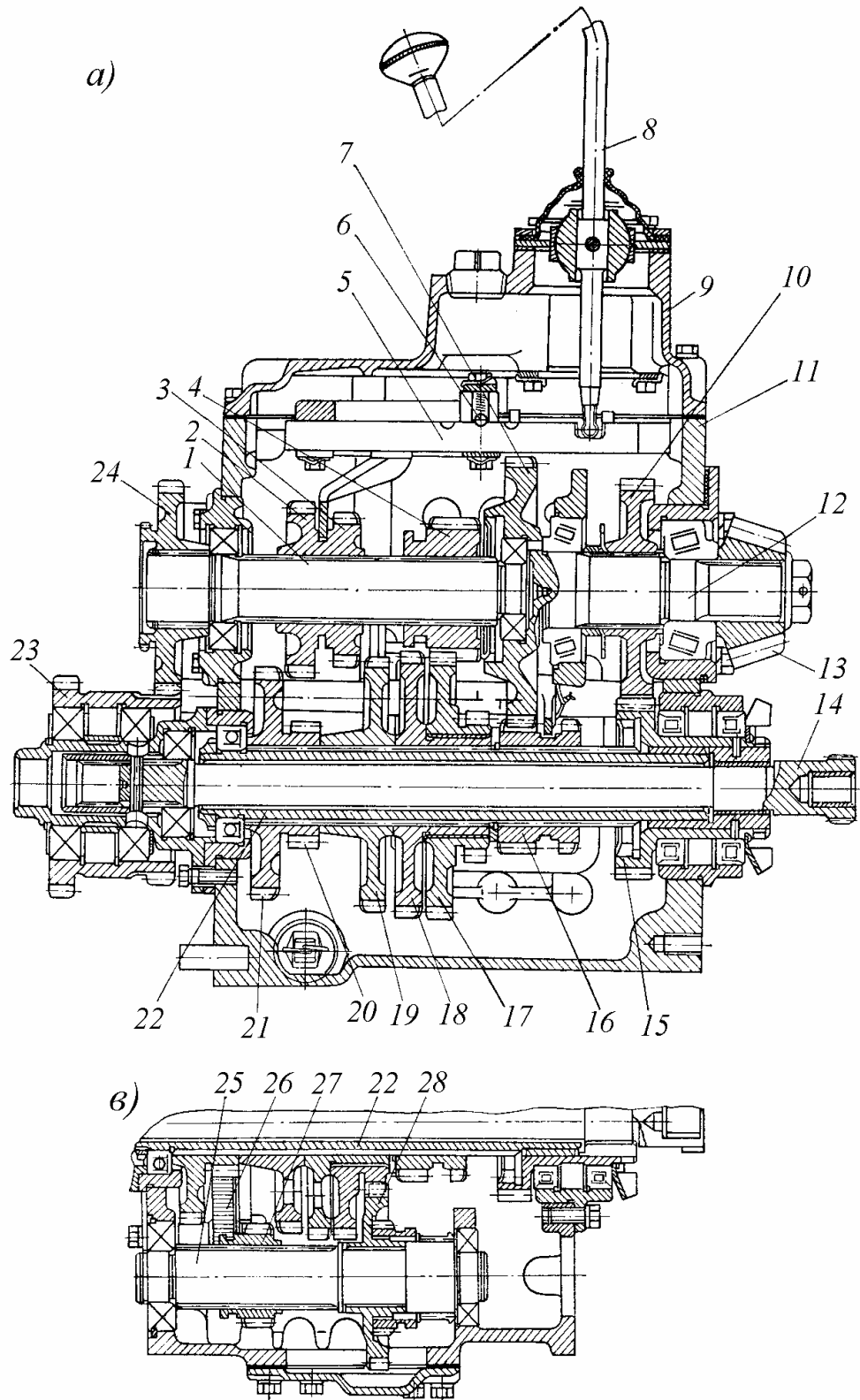
Механизм переключения передач находится в крышке КП. Он состоит из рычага, трех ползунов с вилками, трех шариковых фиксаторов с пружинами, шарикового замка со штифтом и плунжерного предохранителя с пружиной. Фиксаторы исключают самопроизвольное выключение передач, замок - одновременное включение двух передач, а предохранитель - ошибочное включение передачи заднего хода при включении I передачи.

Составная КП тракторов МТЗ-80/82 (рис. 4.12) имеет двухступенчатый понижающий редуктор и основную КП, которые обеспечивают получение 18-ти передач вперед и четырех назад. Основная КП - девятиступенчатая, состоит из первичного *1*, промежуточного *22* и вторичного *12* валов, а также вала *25* пониженных передач и передач заднего хода, расположенных в картере *11*. На вторичном валу *12* установлена ведущая шестерня *13* главной (центральной) передачи. Внутри промежуточного вала *22* проходит вал *14* привода независимого ВОМ.

Основная КП имеет свой двухступенчатый редуктор. Он состоит из двухвенцовой шестерни-каретки *16*, которая может входить в зацепление с шестерней *7* вторичного вала или с внутренними зубьями шестерни *15*, свободно установленной на промежуточном валу *22* и находящейся в постоянном зацеплении с неподвижной шестерней *10* вторичного вала. Зацепление шестерен *16* и *7* дает первую ступень редуктора, а шестерен *16*, *15* и *10* - вторую.

На шлицах первичного вала *1* имеются подвижные шестерни-каретки *2*, *3* и *4*, которые могут входить в зацепление соответственно с шестернями *21*, *19* и *18*, неподвижно установленными на промежуточном валу *22*, и обеспечивать три передаточных числа. С промежуточного вала момент передается через первую или вторую ступень редуктора. В результате число передач удваивается. В рассматриваемой схеме КП (рис. 4.12,з) передачи с третьей по восьмую получаются по схеме трехвальной КП.

На первой и второй передачах и передачах заднего хода момент с первичного вала *1* на вторичный вал *12* передается через вал *25* пониженных передач. При этом момент с шестерни *4* через двухвенцовую шестерню *17*, свободно установленную на промежуточном валу *22*, передается на шестерню *28*, которая находится в постоянном зацеплении с малым венцом шестерни *17*. Далее с вала *25* момент передается на промежуточный вал *22* и через редуктор на вторичный вал *12*. Для получения первой и второй передач каретка *27* вводится в зацепление с шестерней *19*, а двух передач заднего хода - с промежуточной шестерней *26*. Последняя находится в постоянном зацеплении с шестерней *20*.



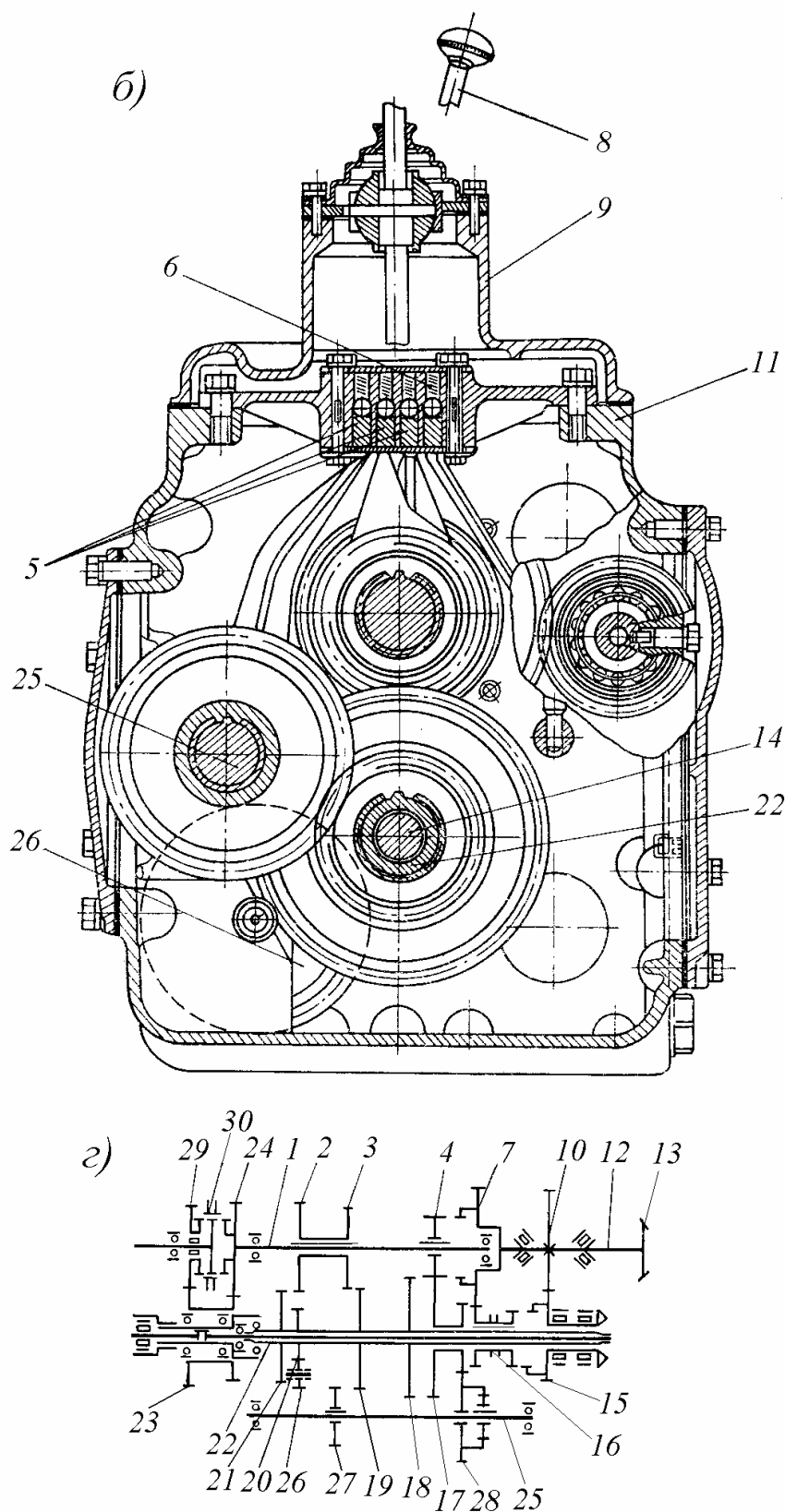


Рис. 4.12. Составная КП тракторов МТЗ - 80/82:

а - продольный разрез; *б* - поперечный разрез; *в* - разрез по валу пониженных передач и передач заднего хода; *г* - кинематическая схема; 1 - первичный вал; 2 - 4, 7, 10, 13, 15 - 21, 23, 24, 26 - 29 - шестерни; 5 - ползуны; 6 - фиксаторы; 8 - рычаг управления КП; 9 - крышка; 11 картер; 12 вторичный вал; 14 - вал привода ВОМ; 22 - промежуточный вал; 25 - вал пониженных передач и передач заднего хода; 30 - зубчатая муфта

Девятая передача получается введением в зацепление шестерни 4 с внутренними зубьями шестерни 7 (прямая передача). Переключение передач производится рычагом 8, перемещающим ползуны 5, которые удерживаются от самопроизвольного передвижения фиксаторами 6 в крышке 9.

Понижающий редуктор (см. рис. 4.12,з), установленный перед основной КП, удваивает число передач. Он состоит из двух пар шестерен 29, 24 и 23 и зубчатой муфты 30. Когда муфта вводится в зацепление с шестерней 24, момент передается без изменения (прямая передача), при введении в зацепление с шестерней 29 получается пониженная передача.

На тракторах МТЗ-80/82 может быть также установлен двухступенчатый планетарный ходоуменьшитель, позволяющий получать дополнительно четыре пониженные передачи переднего и четыре заднего хода.

4.5. Увеличитель крутящего момента и ходоуменьшитель

Увеличитель крутящего момента (УКМ) применяется только на тракторах и, как правило, представляет собой двухступенчатую дополнительную КП. Чаще всего одна из передач у нее прямая, а вторая понижающая с передаточным числом 1,2...1,35. При нормальной работе агрегата используется прямая передача, включение понижающей передачи обычно производится на относительно короткое время работы МТА, необходимое только для преодоления временных сопротивлений, возникающих при движении.

УКМ входит в состав трансмиссии в качестве дополнительного агрегата и устанавливается между ФС и основной КП. В зависимости от способа образования передачи встречаются УКМ с неподвижными осями валов и планетарные.

На рис. 4.13 показана схема наиболее часто применяемого планетарного УКМ внешнего зацепления с однодисковым фрикционным сцеплением 2 и механизмом свободного хода 3. Корпус механизма свободного хода неподвижен, а сам механизм установлен так, что он позволяет валу 9 свободно вращаться в направлении вращения ведущего вала 1. При включенном сцеплении 2 все центральные звенья планетарного редуктора блокируются (вращаются как одно целое) обеспечивая, тем самым, прямую передачу УКМ. При выключенном сцеплении 2 на водило 4 со стороны сателлитов 5 действуют силы, создающие поворачивающий момент. Так как диаметр шестерни 8 по

размеру меньше диаметра шестерни 7, то направлен этот момент в сторону, противоположную вращению ведущего вала 1. В результате вал 9, соединенный с водилом 4, заклинивается роликовым механизмом свободного хода 3 и останавливается. Планетарный ряд преобразуется в понижающий редуктор с неподвижными осями валов, а крутящий момент на ведомом валу 6 увеличивается в 1,2...1,35. При этом увеличение момента происходит без остановки трактора.

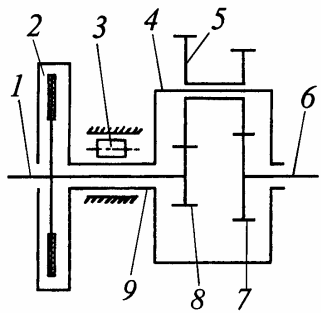


Рис. 4.13. Схема УKM планетарного типа:
1 - ведущий вал; 2 - фрикционное сцепление; 3 - муфта свободного хода; 4 - водило; 5 - блок сателлитов; 6 - ведомый вал; 7, 8 - солнечные шестерни; 9 - вал

Для возможности реализации наиболее низких технологических скоростей в трансмиссию трактора часто устанавливают дополнительный агрегат - **ходоуменьшитель**. Это дополнительная КП, позволяющая получать большие передаточные числа трансмиссии.

Ходоуменьшитель может быть неотъемлемым агрегатом трансмиссии трактора или дополнительным его съемным оборудованием, устанавливаемым по требованию потребителя.

Классифицируют их по тем же признакам, что и КП. Наибольшее распространение на тракторах получили механические шестеренные ходоуменьшители.

4.6. Гидромеханическая передача

При использовании ступенчатых КП водителю для включения передач постоянно приходится нажимать на педаль управления ФС и перемещать рычаг переключения передач. Это требует от него значительных затрат энергии для управления трактором или автомобилем. Для устранения таких неудобств и облегчения работы водителя на тракторах и автомобилях применяют гидромеханические передачи. Они выполняют одновременно функции ФС и КП. При этом если КП у автомобиля выполнена с автоматическим или полуавтоматическим переключением передач, то управление его движением осуществляется педалью подачи топлива и при необходимости тормозной педалью.

Гидромеханическая передача состоит из гидротрансформатора или комплексной гидродинамической передачи и механической КП, соединенных последовательно или параллельно через

дифференциальный механизм. На отечественных тракторах и автомобилях наиболее часто используют гидромеханическую передачу с последовательным соединением гидротрансформатора (комплексной гидродинамической передачи) и КП.

Гидротрансформатор (рис. 12.13) состоит минимум из трех колес с лопатками - насосного 3 (ведущего), турбинного 2 (ведомого) и реактора 4. У гидротрансформатора реактор 4 соединен с неподвижным корпусом, а у комплексной гидродинамической передачи он установлен на муфте б свободного хода (МСХ). Насосное колесо 3 закреплено на маховике 1 двигателя и образует корпус гидротрансформатора. Внутри корпуса размещены турбинное колесо 2, соединенное с первичным валом 5 КП, и реактор 4. Внутренняя полость гидротрансформатора заполнена под давлением специальным маслом малой вязкости.

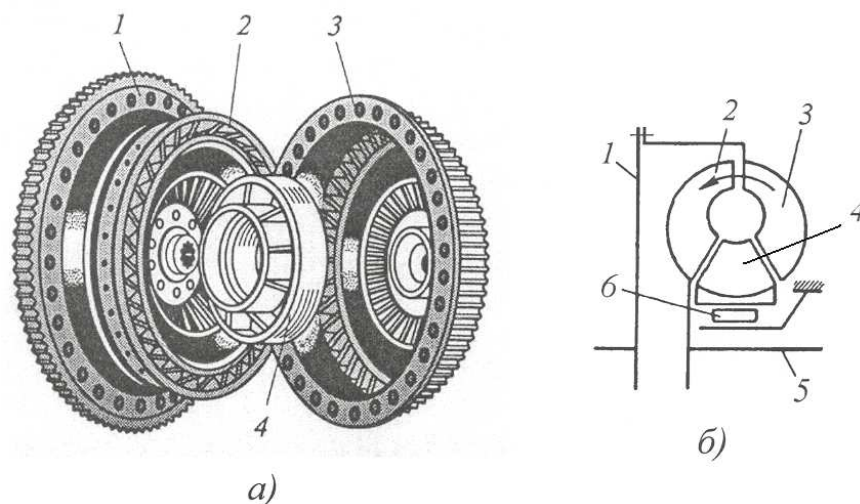


Рис. 4.14. Гидротрансформатор:

а – общий вид; *б* - схема; 1 – маховик двигателя; 2 – турбинное колесо; 3 – насосное колесо; 4 – реактор; 5 - первичный вал КП; 6 - МСХ

При работающем двигателе насосное колесо 3 вращается вместе с маховиком 1 двигателя. Масло, захватываемое лопатками насосного колеса, участвует в двух движениях: перемещается вместе с лопатками и под действием центробежной силы - вдоль лопаток от центра вращения к периферии колеса. Поток масла поступает к наружной части насосного колеса и, воздействуя на лопатки турбинного колеса 2, приводит его во вращение. Из турбинного колеса масло поступает в реактор 4, который изменяет направление движения потока жидкости, обеспечивая плавный и безударный вход жидкости в насосное колесо и изменение крутящего момента на турбинном колесе. Таким образом, масло, циркулируя по замкнутому кругу, обеспечивает передачу крутящего момента в гидротрансформаторе. Характерной особенно-

стью гидротрансформатора является изменение крутящего момента при передаче его от маховика 1 двигателя к первичному валу 5 КП. Крутящий момент на турбинном колесе достигает своего максимума при трогании машины с места. В этом случае реактор 2 через МСХ 6 заторможен на неподвижный корпус. По мере разгона машины увеличивается частота вращения турбинного колеса, а крутящий момент на нем уменьшается. В результате происходит изменение величины, а при определенной частоте вращения турбинного колеса и направления крутящего момента, действующего на реакторное колесо. При изменении направления действия крутящего момента на реактор 4 МСХ 6 выключается, и реактор начинает свободно вращаться. В этом случае крутящие моменты на насосном и реакторном колесах выравниваются и гидротрансформатор переходит в режим работы гидромукфы. Таким образом, происходят плавный разгон машины и бесступенчатое изменение крутящего момента на ее ведущих колесах.

Гидротрансформатор автоматически устанавливает необходимое передаточное число между коленчатым валом двигателя и ведущими колесами машины. Так, при возрастании сопротивления движению машины частоты вращения турбинного колеса гидротрансформатора уменьшается, что приводит к росту динамического напора жидкости на лопатках турбины. В результате крутящий момент на турбине и, следовательно, на ведущих колеса машины увеличивается.

Современные конструкции гидротрансформаторов в зависимости от сопротивления движению машины могут автоматически изменять крутящий момент на ее колесах в 2,5...3,5 раза на каждой передаче в КП. При этом некоторые конструкции гидротрансформаторов могут иметь до трех турбинных колес, соединенных между собой и двух реакторных колес, установленных на МСХ.

4.7. Раздаточные коробки

Раздаточная коробка устанавливается на тракторах и автомобилях со всеми ведущими колесами для распределения крутящего момента от КП к их ведущим мостам. Как правило, она устанавливается сзади или рядом с КП, в отдельном или общем корпусе с последней. В некоторых случаях она является последним выходным редуктором составной КП.

Раздаточные коробки можно классифицировать по следующим основным признакам:

- по характеру деления крутящего момента;
- по числу отводимых потоков мощности;

- по числу ступеней передаточного числа;
- по способу включения выходных валов.

По характеру деления крутящего момента раздаточные коробки бывают с дифференциальным или с блокируемым приводом выходных валов.

Раздаточные коробки с блокируемым приводом выходных валов позволяют использовать полную по условиям сцепления ведущих колес с опорной поверхностью тяговую силу. Однако при движении автомобиля или трактора на повороте или по неровной дороге при блокируемом приводе неизбежно проскальзывание колес, что приводит к интенсивному изнашиванию шин, повышенному расходу топлива и перегрузке элементов трансмиссии.

Раздаточные коробки с дифференциальным приводом выходных валов исключают возникновение перечисленных выше явлений. Применение в таких коробках межосевого дифференциала позволяет выходным валам вращаться с разными угловыми скоростями и распределять крутящий момент между ведущими мостами пропорционально вертикальной нагрузке на них. Однако межосевой дифференциал снижает проходимость автомобиля и тяговые свойства трактора. Поэтому для устранения указанного недостатка применяют межосевые дифференциалы с принудительной блокировкой.

В отечественных автомобилях применяют раздаточные коробки с блокируемым или дифференциальным приводом, а на тракторах – с блокируемым приводом.

По числу отводимых потоков мощности они бывают одинарные (поток мощности от раздаточной коробки подводится к одному мосту) или двойные (мощность распределяется на два потока между мостами автомобиля или трактора). Одинарные раздаточные коробки обычно устанавливаются на тракторах 4К4а классической компоновки с передними ведущими колесами малого диаметра. Их изготавливают в виде отдельного узла, который можно установить снаружи на КП. На автомобилях используют двойные раздаточные коробки, выполненные в отдельном корпусе, а на тракторах 4К4б - двойные раздаточные коробки, являющиеся составной частью КП.

По числу ступеней передаточного числа раздаточные коробки бывают одно или двухступенчатые. Первая ступень двухступенчатой раздаточной коробки не изменяет передаточное число трансмиссии автомобиля или трактора, а вторая понижающая ступень, называемая демумультипликатором, увеличивает передаточное число трансмиссии примерно в 2 раза. При включении демумультипли-

катора повышается проходимость автомобиля и тяговая способность трактора.

По способу включения выходных валов различают раздаточные коробки постоянного включения, автоматически включаемые и комбинированные. Первые, применяются на автомобилях и тракторах 4К4б. Причем, постоянно ведущим может быть передний или задний мост, а другой подключается водителем в зависимости от условий работы машины.

Раздаточные коробки с автоматическим включением чаще используются на тракторах 4К4а. В этом случае задний мост всегда ведущий, а передним включается лишь при определенных условиях. Для этого в приводе используются разнообразные муфты свободного хода (МСХ) или другие автоматизированные системы. Автоматическое включение переднего ведущего моста обычно производится при увеличении буксования трактора более 4...6%).

Комбинированный способ включения позволяет водителю самому выбрать либо постоянный, либо автоматический способ подключения ведущего моста.

Раздаточные коробки автомобилей наиболее часто выполняют в отдельном корпусе. На рис. 4.15 в качестве примера приведены кинематические схемы раздаточных коробок автомобиля с дифференциальным приводом выходных валов. Раздаточные коробки с симметричным межосевым дифференциалом (рис. 4.15,а) применяют на двухосных полноприводных автомобилях, а с несимметричным дифференциалом (рис. 4.15,б) – на трехосных. При этом несимметричный дифференциал к двум задним ведущим мостам автомобиля подводит больший крутящий момент, чем к одному переднему мосту.

При раздаточных коробках с дифференциальным приводом выходных валов все мосты автомобиля постоянно включены. Крутящий момент с входного вала I раздаточной коробки передается на выходные валы 4 и 7. Включение повышенной и пониженной ступени передаточного числа осуществляется с помощью зубчатой муфты 3, а блокировка межосевого дифференциала - с помощью зубчатой муфты 6.

В качестве примера на рис. 4.16 представлена **раздаточная коробка легкового полноприводного автомобиля ВАЗ-2121** с симметричным межосевым дифференциалом. Коробка двухступенчатая с блокируемым приводом. Передаточное число повышенной передачи $u_k = 1,2$, а пониженной передачи $u_k = 2,135$.

Валы 10 и 7, передающие крутящий момент соответственно на передний и задний мосты, связаны между собой симметричным

межосевым дифференциалом 9, что обеспечивает постоянный привод обоих ведущих мостов и улучшение устойчивости автомобиля. Для увеличения проходимости автомобиля дифференциал может блокироваться.

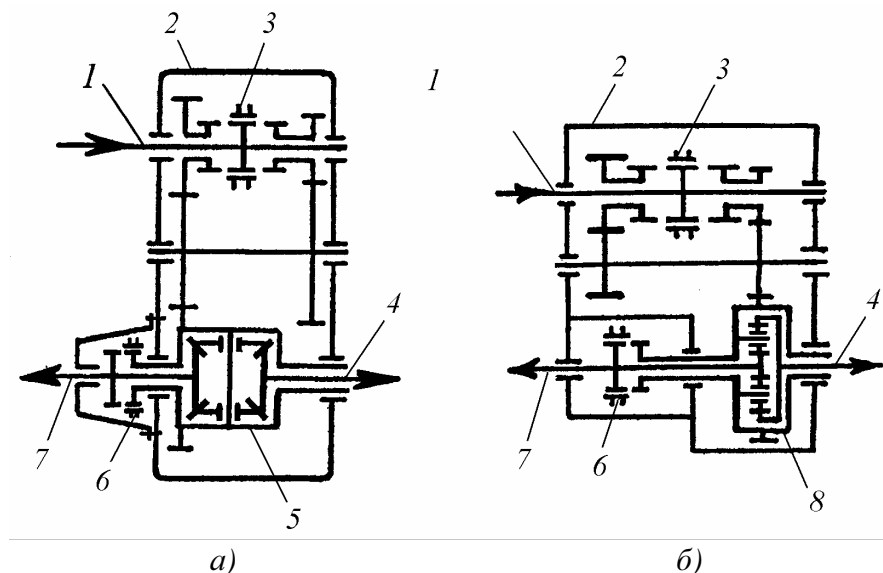


Рис. 4.15. Схемы раздаточных коробок автомобилей:

а – с симметричным межосевым дифференциалом; *б* – с несимметричным межосевым дифференциалом; 1 – входной вал; 2 – картер; 3 – зубчатая муфта переключения ступеней передаточного числа; 4 – выходной вал привода заднего моста или мостов; 5- симметричный межосевой дифференциал; 6 – зубчатая муфта блокировки дифференциала; 7 – выходной вал привода переднего моста; 8 – несимметричный межосевой дифференциал

Высшая передача включается зубчатой муфтой 4, которая входит в зацепление с зубчатым венцом шестерни 2. В результате вращение от ведущего вала 1 передается через шестерни 2 и 14 на корпус дифференциала 9 и далее на валы 8 и 11 привода соответственно заднего и переднего мостов автомобиля. Поскольку дифференциал симметричный, то крутящий момент, подводимый к переднему и заднему мосту автомобиля одинаковый.

Низшая передача включается также зубчатой муфтой 4, которая входит в зацепление с зубчатым венцом шестерни 5. Здесь вращение от ведущего вала 1 передается через шестерни 5, 7 и 14 на корпус дифференциала 9 и далее на валы 8 и 11 привода соответственно заднего и переднего мостов автомобиля.

Блокировка дифференциала осуществляется включением зубчатой муфты 10, которая входит в зацепление с зубчатым венцом вала 11 привода переднего ведущего моста. В результате валы 8 и 11 привода соответственно заднего и переднего мостов автомобиля враща-

ются как одно целое с одинаковой угловой скоростью. Привод спидометра осуществляется через шестерни 13 и 12.

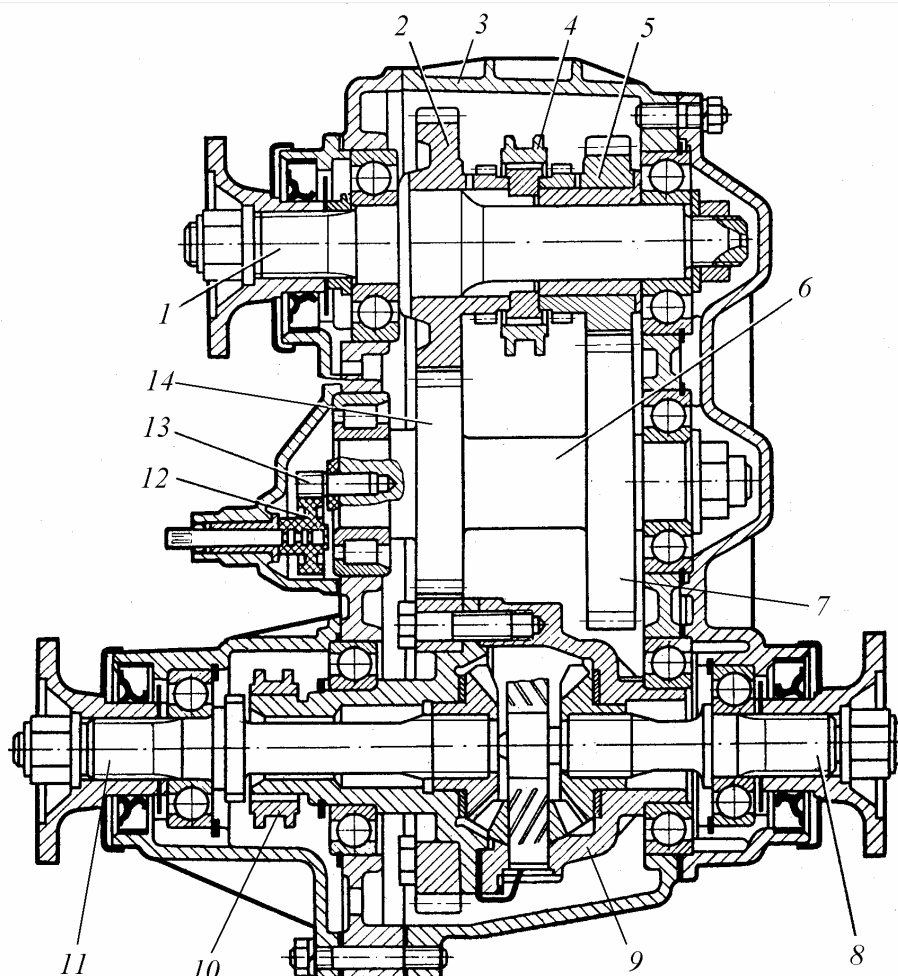


Рис. 4.16. Раздаточная коробка с симметричным межосевым дифференциалом легкового автомобиля ВАЗ-2121:

1 – ведущий вал; 2 – ведущая шестерня высшей передачи; 3 – картер раздаточной коробки; 4 – зубчатая муфта включения передач; 5 – ведущая шестерня низшей передачи; 6 – промежуточный вал; 7, 14 – шестерни промежуточного вала; 8 – вал привода заднего моста; 9 – межосевой симметричный дифференциал; 10 – зубчатая муфта блокировки дифференциала; 11 – вал привода переднего моста; 12, 13 – ведомая и ведущая шестерни привода спидометра соответственно

Раздаточные коробки тракторов, как правило, выполняют в общем корпусе с КП. На рис. 4.17,*а* представлена кинематическая схема одинарной комбинированной раздаточной коробки трактора МТЗ-82. Все узлы и агрегаты раздаточной коробки установлены в картере 6, который присоединен фланцем сбоку к картеру 14 КП. Ведущая шестерня 9 раздаточной коробки приводится в движение от промежуточной шестерни 3, находящейся в постоянном зацеплении с шестерней 2 вторичного вала 1 КП. Шестерня 9 установлена на на-

ружной обойме 8 роликовой МСХ, а ее внутренняя обойма 7 свободно установлена на правом (по схеме) конце выходного вала 5 раздаточной коробки.

С левой стороны шестерни 9 и обоймы 7 выполнены внутренние зубчатые венцы соответственно 11 и 10. На левой шлицевой части вала 5 установлена двухвенцовая зубчатая муфта 12, показанная в выключенном положении. Она служит для включения и выключения МСХ и принудительного включения переднего ведущего моста.

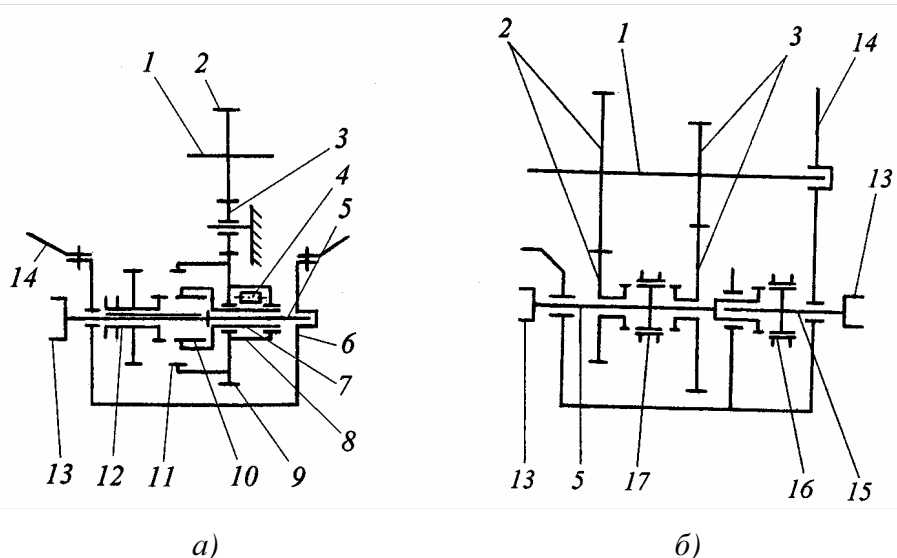


Рис. 4.17. Схемы раздаточных коробок тракторов:

1 – вторичный вал КП; 2, 3, 9 – шестерни; 4 – ролики МСХ; 5, 15 – выходные валы раздаточной коробки; 6, 14 – картер соответственно раздаточной коробки и КП; 7, 8 – внутренняя и наружная обоймы МСХ; 10, 11 – зубчатые венцы; 12 – двухвенцовая зубчатая муфта; 13 – фланец карданного вала; 16, 17 – зубчатые муфты

При ее перемещении вправо вначале входит в зацепление ее малый зубчатый венец с зубчатым внутренним венцом 10, устанавливая автоматический режим включения переднего моста посредством МСХ. При дальнейшем перемещении муфты 12 вправо ее большой зубчатый венец соединит шестерню 9 с валом 5, блокируя работу МСХ. На конце вала 5 установлен фланец 13 карданного вала к переднему мосту.

Принцип автоматического включения переднего ведущего моста основан на искусственном рассогласовании передаточных чисел трансмиссии при подводе мощности к ведущим колесам трактора. Передаточные числа подобраны так, что при отсутствии буксования задних ведущих колес трактора внутренняя обойма 7 МСХ, получающая вращение от свободно катящихся передних колес, вращается быстрее наружной обоймы 8, к которой подводится мощность от дви-

гателя. Вследствие этого ролики 4 МСХ свободно проворачиваются, не заклинивая обоймы и не передавая мощность от двигателя на передний мост.

В результате увеличения тягового усилия трактора повышается буксование задних колес, снижаются скорость движения и частота вращения обоймы 7. При буксовании 4...6% задних ведущих колес частоты вращения обойм 7 и 8 выравниваются. При большем буксовании колес наружная обойма 8 вращается быстрее внутренней обоймы 7, ролики 4 заклиниваются и МСХ вращается как одно целое, передавая мощность от двигателя на передний ведущий мост. При снижении буксования ниже указанных пределов передний мост автоматически отключается, вновь становясь ведомым.

При работе трактора на рыхлых и влажных почвах, когда буксование ведущих колес значительно рекомендуется работать с заблокированной МСХ, чтобы уменьшить износ последней.

В некоторых конструкциях подобных раздаточных коробок, вместо зубчатых блокировочных муфт применяют многодисковые фрикционные муфты с гидроподжатием.

На рис. 4.17,б представлена принципиальная кинематическая схема двухступенчатой двойной раздаточной коробки постоянного включения, установленной в отдельном отсеке общего картера 14 КП. Такая схема раздаточной коробки применяется на тракторах 4К4б, у которых постоянно включенным является передний ведущий мост (например, трактор К-701 и его дальнейшие модификации). Двухступенчатый редуктор состоит из двух пар шестерен 2 и 3 постоянного зацепления, соединяющих вторичный вал 1 КП с выходным валом 5 раздаточной коробки привода переднего ведущего моста.

Зубчатая муфта 17 обеспечивает получение повышающего (мощность передается через шестерни 2) или понижающего (мощность передается через шестерни 3) скоростного режима работы трактора. В задней расточке вала 5 установлен подшипник передней опоры выходного вала 15 раздаточной коробки привода заднего ведущего моста. Включение заднего ведущего моста производится зубчатой муфтой 16 при ее перемещении влево (по чертежу), замыкая валы 5 и 15 в один общий ведущий вал. К их фланцам 13 крепятся карданные валы привода ведущих мостов.

Существуют тракторы 4К4б, у которых постоянно включенным является задний ведущий мост (например, Т-150К).

4.8. Смазывание механизмов коробки передач

Для снижения потерь на трение и повышения долговечности КП и кинематически связанных с нею агрегатов трансмиссии должны смазываться все их подшипниковые узлы, зубья сопрягаемых шестерен и другие, взаимно перемещающиеся контактирующие поверхности деталей. Смазывание снижает температуру поверхностей трения, способствует уносу с них продуктов износа и защищает поверхности деталей от коррозии.

Для подвода масла к поверхностям трения механизмов группы КП в зависимости от сложности их конструкций применяют смазочные системы разбрызгивания, под давлением и комбинированные.

Система смазывания разбрызгиванием масла применяется в КП более простых конструкций, как правило, без переключения передач фрикционными муфтами с гидроподжатием. В системе смазывания разбрызгиванием масла смазывание поверхностей трения осуществляется масляным туманом. Он образуется в корпусе КП при захвате и разбрызгивании залитого в него масла вращающимися зубьями шестерен. Масло обычно заливается несколько ниже оси самого нижнего в корпусе вала с шестернями, которые всегда должны вращаться, не зависимо от того, движется машина, или стоит на месте, работая на стационаре. Если вал вращается только при движении машины, то в этом случае в КП должна быть отдельная маслоразбрызгивающая шестерня, кинематически связанная с ее входным валом.

Маслозаливная горловина располагается наверху или сбоку корпуса КП, если она выполнена в виде отдельного агрегата, или сзади корпуса заднего моста (у трактора), если их механизмы имеют общую масляную емкость. Для контроля уровня масла обычно применяют масломерные линейки, контрольные пробки, фиксирующие допустимые пределы расхода масла, или указатели уровня (стекло масломерного окошка).

Для предотвращения температурного повышения давления масляного тумана внутри корпуса КП (при длительной работе машины) в его верхней части обычно устанавливают сапун. Это устройство поддерживает атмосферное давление воздуха внутри полости КП и тем самым предотвращает выброс масла наружу.

Пробка для спуска отработанного масла, как правило, имеет магнит для более надежного удаления металлических продуктов износа, находящихся в масле.

В системе смазывания под давлением обязательным элементом является масляный насос, как правило, шестеренного типа и система маслопроводов для подачи масла в наиболее труднодоступные и нагруженные подшипниковые узлы КП и других агрегатов трансмиссии. Подобные системы применяются в более сложных конструкциях КП с шестернями постоянного зацепления, фрикционными муфтами с гидроподжатием и в планетарных КП. Иногда в них применяют фильтры для очистки масла, масляные радиаторы для его охлаждения и манометры для контроля его давления. Масло под давлением в первую очередь подается для смазывания подшипников шестерен постоянного зацепления, которым обычная смазка масляным туманом иногда недостаточна.

Комбинированная система смазывания фактически является разновидностью смазывания под давлением, когда часть масла выбрызгивается специально на вращающиеся шестерни для создания масляного тумана. Помимо этого часть вращающихся шестерен, контактируя с масляной емкостью внутри КП, также создает дополнительный масляный туман.

Для смазывания КП используются трансмиссионные масла типа ТСп-15К, ТАП-15В, ТАД-17, ТСп-10 (в холодное время года) и др.

4.9. Уход за коробкой передач и раздаточной коробкой

Уход за КП и раздаточной коробкой состоит: в систематической проверке и подтяжке всех резьбовых соединений; проверке уровня масла в корпусах и картерах, его доливки или полной замене; проверке работы систем их управления; проведении различных необходимых регулировок. При внешнем осмотре КП и раздаточной коробки следует обращать внимание на состояние выходных уплотнений валов и уплотнительных прокладок с целью предупреждения течи масла.

Перед проведением операций по уходу необходимо тщательно очистить места осмотра от грязи и влаги, чтобы исключить возможность попадания внутрь корпусов и картеров абразива и посторонних жидкостей.

При уходе за гидравлической системой управления фрикционными муфтами и тормозами с гидроподжатием особое внимание необходимо обратить на состояние фильтров всасывающей и нагнетательной системы маслопроводов и приборов контроля.

При замене масла из корпусов КП и раздаточной коробки слив отработанного масла следует производить непосредственно после окончания работы машины, так как с нагретым маслом удаляется значительная часть продуктов износа. После слива масла картеры КП и раздаточной коробки промывают специальной промывочной жидкостью или дизельным топливом и, как правило, только после этого заливают свежее масло.

Внешними признаками неисправностей наиболее часто являются:

- утечка масла и сильный нагрев корпусов агрегатов;
- повышенный уровень шума во время работы;
- затруднения в переключении передач;
- самопроизвольные их выключения;
- низкое или повышенное давление в гидравлической системе управления КП.

Причиной утечки масла, а, следовательно, нагрева корпусов агрегатов, является ослабление их крепежных деталей и протечка масла в уплотнениях выходных валов и уплотнительных прокладках. Для устранения этих дефектов необходима подтяжка всех резьбовых соединений корпусов и картеров и возможная замена уплотнений.

Шум является следствием износа зубьев шестерен, износа подшипников и шлиц валов. Для устранения дефектов необходима замена изношенных деталей.

Затруднения в переключении передач в основном связаны с износом шлиц валов, забоинами на них и на зубьях шестерен (если переключение производится шестернями-каретками), а также с износом шлиц и забоинами на зубчатых муфтах (при переключении с шестернями постоянного зацепления). Нарушения при переключении передач возможны также при нарушении регулировок в блокировочных устройствах КП и неисправностях в гидравлической системе управления КП.

Самопроизвольное переключение передач возможно при сильном износе вилок переключения, кольцевых проточек на шестернях-каретках и зубчатых муфтах, ослаблении пружин фиксаторов и их износе. Эти дефекты могут быть устранены соответствующими регулировками и заменой изношенных деталей.

Низкое давление масла в гидросистеме КП с фрикционными муфтами с гидроподжатием может быть следствием недостаточного количества масла в их корпусах, сильным загрязнением в фильтре системы забора масла, залипания редукционного клапа-

на, нарушений в герметизации маслопроводов и повреждений в гидронасосе. Устранение этих дефектов состоит в доливке масла до необходимого контрольного уровня, промывке фильтра и клапана или их замене, в герметизации маслопроводов и ремонте или замене насоса.

Высокое давление масла обычно является причиной неправильной регулировки редуционного клапана. Для устранения этого дефекта клапан нужно промыть и отрегулировать на необходимое давление.

Все операции по определению и устранению выявленных неисправностей следует проводить в строгом соответствии с указаниями инструкции завода - изготовителя по эксплуатации трактора или автомобиля.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение КП и их классификация? 2. Что представляют собой ступенчатые КП? 3. Каково назначение дополнительных КП у трактора и автомобиля? 4. Перечислите способы переключения передач. При каком способе проще обеспечить автоматизацию переключения передач? 5. Назначение механизма управления КП. 6. Что такое гидромеханическая передача и с какой целью ее применяют в трансмиссии трактора и автомобиля? 7. На каких типах тракторов и автомобилей и с какой целью применяют раздаточные коробки? 8. Устройство и работа механизма блокировки дифференциала в раздаточной коробке.

Глава 5. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ И КАРДАННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Карданной передачей принято называть последовательное соединение двух или более соединительных муфт. Она может включать в себя три основных элемента: соединительные муфты, карданные валы и их опоры.

Карданные передачи применяются в трансмиссиях тракторов и автомобилей для силовой связи агрегатов, валы которых не соосны или расположены под углом. При этом их взаимное положение может меняться в процессе движения машины. Карданная передача может также применяться для связи рулевого колеса с рулевым механизмом и для привода рабочего и дополнительного оборудования тракторов и автомобилей (лебедки, ВОМ, приводные шкивы и др.).

Свойства карданной передачи во многом определяются конструкцией соединительных муфт.

Классификация соединительных муфт представлена на рис. 5.1.

Упругие соединительные муфты допускают угловые отклонения валов до 5° , а жесткие - до 2° .

Шарнирные соединительные муфты (карданные шарниры) подразделяются на простые (компенсируют только угловые смещения валов) и универсальные (компенсируют угловые и осевые смещения валов).

Карданным шарниром неравных угловых скоростей называют шарнир, у которого при равномерной скорости вращения ведущего вала угловая скорость ведомого вала неравномерна.

У карданного шарнира равных угловых скоростей ведущий и ведомый валы вращаются синхронно.

Карданные шарниры неравных угловых скоростей используют при углах перекоса соединяемых валов до 20° . Карданные шарниры равных угловых скоростей (ШРУС) применяют в приводе ведущих управляемых колес автомобиля и трактора. При этом некоторые конструкции шарниров хорошо работают при углах перекоса валов до 50° .

Универсальные карданные шарниры отличаются от простых тем, что в них осевая компенсация смещения валов осуществляется в самом механизме шарнира, а не в шлицевом соединении валов.

При близком расположении концов соединяемых валов их связь часто производится отдельными соединительными муфтами.

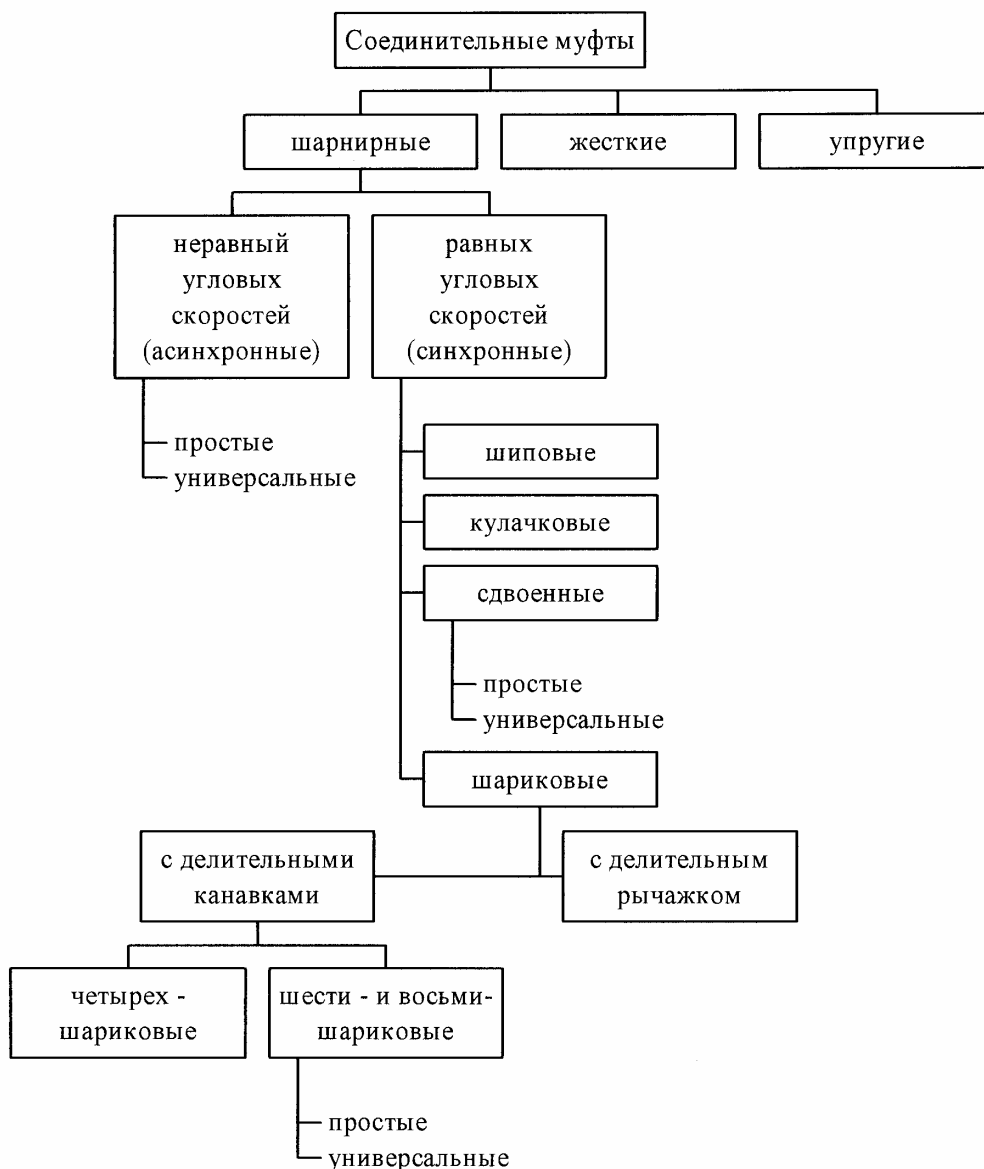


Рис. 5.1. Классификация соединительных муфт

5.1. Жесткие и упругие соединительные муфты

Жесткие зубчатые соединительные муфты применяют на тракторах МТЗ -80/82 и Т-150/150К для передачи крутящего момента от вала ФС на первичный вал КП. В этих конструкциях компенсация несоосности валов осуществляется за счет зазоров в зацеплении зубьев. На тракторах Т-150/150К соединительную муфту образуют внутренние зубья на валу ФС и наружные зубья первичного вала КП.

Упругие соединительные муфты применяют в карданных передачах на некоторых моделях заднеприводных автомобилей ВАЗ для соединения КП с ведущим мостом и на тракторах МТЗ-5МС, МТЗ-5ЛС, ДТ-75М и Т-4А для соединения ФС с КП.

На заднеприводных автомобилях ВАЗ (рис. 5.2,*а*) передний фланец 1 упругой муфты установлен на шлицах вторичного вала 8 КПП и закреплен на нем гайкой 7, а задний фланец 2 – на шлицах наконечника 4 карданного вала и соединены между собой через резиновый упругий элемент 6, компенсирующий угловые смещения валов 8 и 4. Шлицевое соединение наконечника вала 4 и фланца 2 компенсирует осевое смещение соединяемых агрегатов автомобиля. Для смазывания оно имеет резьбовое отверстие с пробкой 5 и защищено манжетным уплотнением 3.

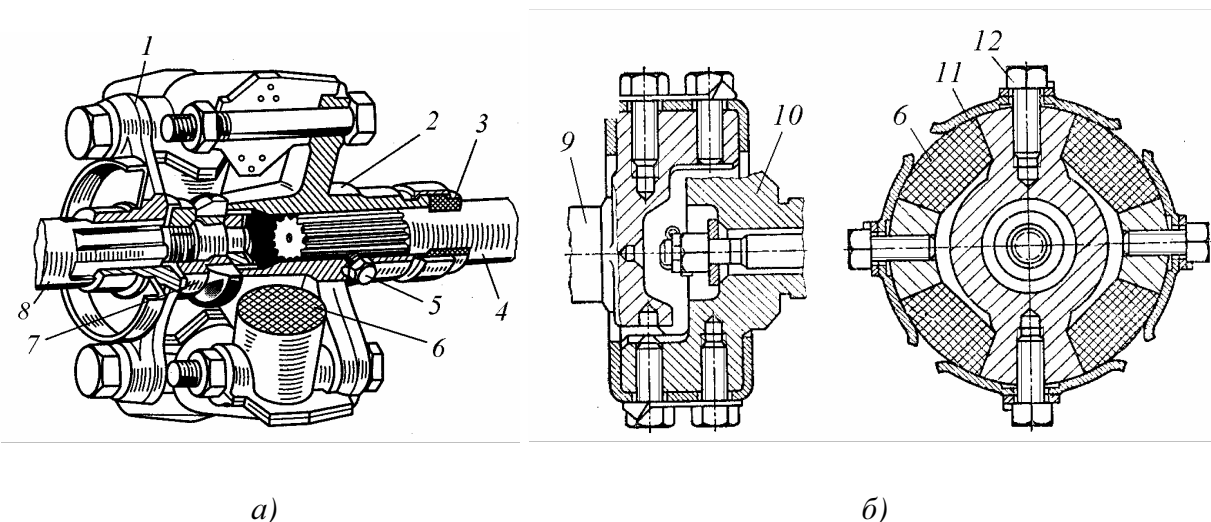


Рис. 5.2. Упругая соединительная муфта:

а – автомобилей ВАЗ; *б* – тракторов МТЗ-5МС, МТЗ-5ЛС; 1, 2 – фланцы; 3 – манжетное уплотнение; 4 – карданный вал; 6 – резиновый упругий элемент; 7 – гайка; 8 – вторичный вал КПП; 9 и 10 – соответственно ведущая и ведомая вилка; 11 – пружина; 12 – болт

На тракторах МТЗ-5МС и МТЗ-5ЛС упругая соединительная муфта состоит из ведущей 9 и ведомой 10 вилок, изготовленных как одно целое с валами ФС и КПП (рис. 5.2,*б*). Вилки расположены относительно друг друга под углом 90° и образуют между собой четыре окна, в каждом из которых размещен резиновый элемент 6 в виде призматического блока. Резиновые блоки 6 удерживаются пружинами 11, закрепленными болтами 12.

Необходимо отметить, что упругие соединительные муфты обеспечивают передачу крутящего момента при углах перекося валов до 5° , имеют большие габариты и потому не получили широкого распространения.

На современных автомобилях и тракторах применяются только шарнирные соединительные муфты (карданные шарниры).

5.2. Карданные шарниры и карданные передачи

Карданным шарниром называется подвижное соединение, обеспечивающее передачу крутящего момента между валами, оси которых пересекаются под углом.

На автомобилях и тракторах применяют карданные шарниры неравных и равных угловых скоростей.

Карданный шарнир неравных угловых скоростей (рис. 5.3,а) состоит из вилки 1 ведущего вала, вилки 3 ведомого вала и крестовины 2, соединяющей вилки с помощью игольчатых подшипников. Вилка 3 может поворачиваться относительно оси OO крестовины и одновременно с крестовиной поворачиваться относительно оси O_1O_1 , при передаче крутящего момента с ведущего на ведомый вал при изменяющемся угле γ между валами.

Если ведущий вал повернется на угол α , то ведомый вал за это же время повернется на другой угол β и соотношение между углами поворота валов будет:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cos \gamma.$$

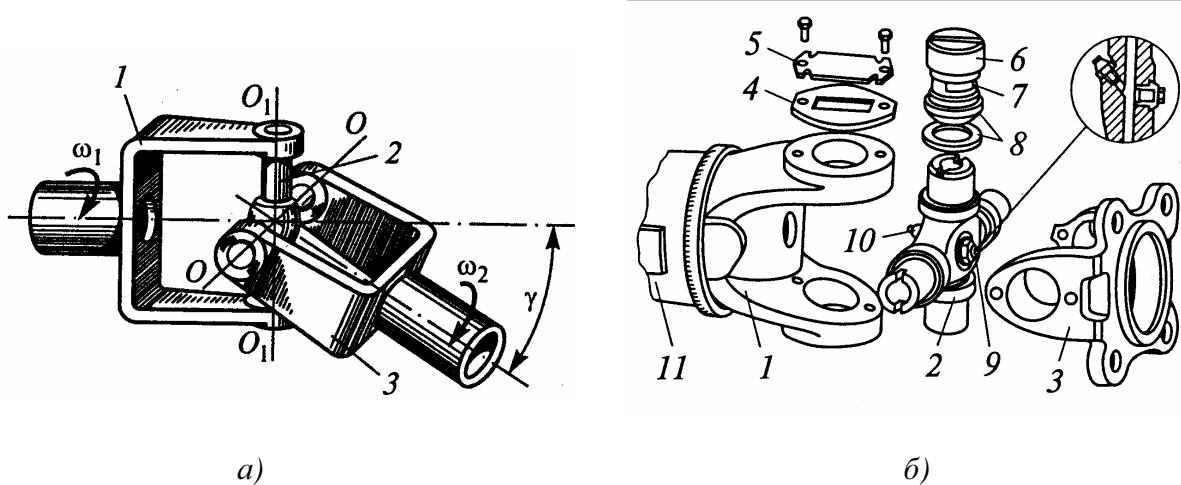


Рис. 5.3. Карданный шарнир неравных угловых скоростей:

а – схема; б – детали шарнира; 1, 3 – вилки; 2 – крестовина; 4 – крышка; 5 – стопорная пластина; 6 – стакан подшипника; 7 – игольчатый подшипник; 8 – сальники; 9 – предохранительный клапан; 10 – масленка; 11 – карданный вал; ω_1 и ω_2 – угловые скорости соответственно ведущего и ведомого валов; γ – углы между валами

Следовательно, валы вращаются с разными угловыми скоростями ($\omega_1 \neq \omega_2$), а ведомый вал – еще и неравномерно. Неравномерность вращения валов тем больше, чем больше угол γ между валами. При этом неравномерное вращение валов вызывает дополнительную динамическую нагрузку на детали трансмиссии и уменьшает их долговечность.

Карданный шарнир (рис. 5.3,б) состоит из вилок 1 и 3, крестовины 2 и игольчатых подшипников 7, стаканы 6 которых зафиксированы в проушинах вилок крышками 4 и стопорными пластинами 5. На стопорных пластинах имеются усики, которые после заворачивания болтов загибаются на головки болтов, предотвращая их самопроизвольное отворачивание. Вместо крышек и стопорных пластин крестовина и стаканы в проушинах вилок могут крепиться стопорными кольцами.

Вытеканию смазки из игольчатых подшипников и попаданию в них грязи и пыли препятствуют резиновые армированные сальники 8. Для предотвращения повышения давления масла при нагревании или в процессе его нагнетания через масленку 10 в крестовине предусмотрен предохранительный клапан 9.

В современных конструкциях карданных шарниров неравных угловых скоростей в игольчатые подшипники при сборке шарнира закладывается так называемая «вечная смазка» типа №158, что обеспечивает нормальную работу шарнира в процессе всего периода его эксплуатации.

Для соединения несоосных валов, расположенных под углом, карданный шарнир неравных угловых скоростей один обычно не применяется. Он получил широкое распространение в карданных передачах, основные схемы которых приведены на рис. 5.4.

Карданная передача с двумя шарнирами неравных угловых скоростей и одним валом (рис. 5.4,а и рис. 5.4,б) применяется наиболее часто (привод переднего и заднего ведущего мостов автомобилей и тракторов. Для обеспечения равномерности вращения ведущего 1 и ведомого валов 3 вилки карданного вала 2 расположены в одной плоскости при равенстве углов γ_1 и γ_2 .

Карданная передача с тремя шарнирами неравных угловых скоростей и двумя валами (рис. 5.4,в) применяется с целью сокращения длины карданных валов. В приведенной схеме карданный вал 3 имеет вилки, установленные в одной плоскости, а вал 2 - вилки, развернутые под углом 90° . Синхронность вращения ведущего 1 и ведомого 4 валов обеспечивается при условии $\cos \gamma_1 \cdot \cos \gamma_2 = \cos \gamma_3$. Однако при движении автомобиля или трактора углы γ_2 и γ_3 могут изменяться при постоянном угле γ_1 . Поэтому полной синхронизации вращения валов 1 и 4 достичь невозможно.

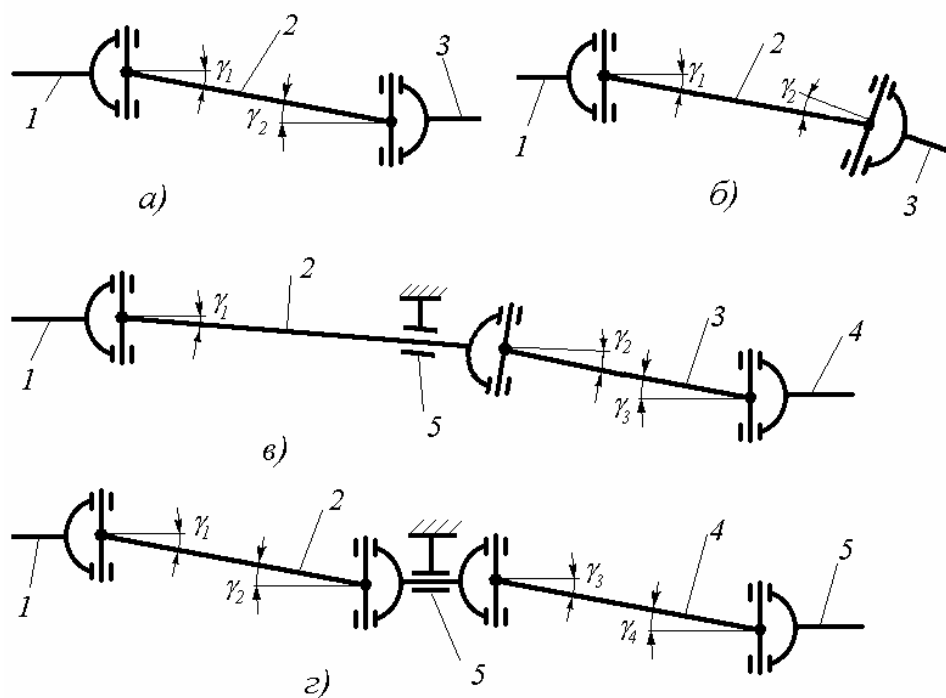


Рис. 5.4. Основные схемы карданных передач с шарнирами неравных угловых скоростей:

а, б - с двумя шарнирами и одним валом; *в* - с тремя шарнирами, двумя валами и промежуточной опорой; *г* - с четырьмя шарнирами, двумя валами и промежуточной опорой; $\gamma_1 \dots \gamma_4$ - углы между валами

Подшипник промежуточной опоры 5 карданного вала 2 устанавливают на резиновой упругой втулке, что уменьшает напряжения в валу, вызываемые неточностями монтажа опоры и деформацией остова автомобиля или трактора и корпусных деталей соединяемых агрегатов.

Карданная передача, состоящая из четырех шарниров неравных угловых скоростей, двух карданных валов и промежуточной опоры между ними (рис. 5.4,г), также применяется при большом расстоянии между агрегатами с целью сокращения длины карданных валов. Эта схема получила широкое распространение на современных тракторах и автомобилях.

На тракторах иногда в промежуточную опору карданной передачи встраивают предохранительную муфту. В качестве примера рассмотрим карданную передачу трактора МТЗ-82 (рис. 5.5,а), состоящую из карданных валов 1 и 3 и промежуточной опоры 2. Вал 1 соединяет раздаточную коробку с промежуточной опорой 2, а вал 3 - промежуточную опору с передним ведущим мостом трактора. Компенсация изменения расстояния между соединяемыми фланцами (осе-

вая компенсация) обеспечивается осевым перемещением скользящего фланца 8 промежуточной опоры (рис. 5.5,б).

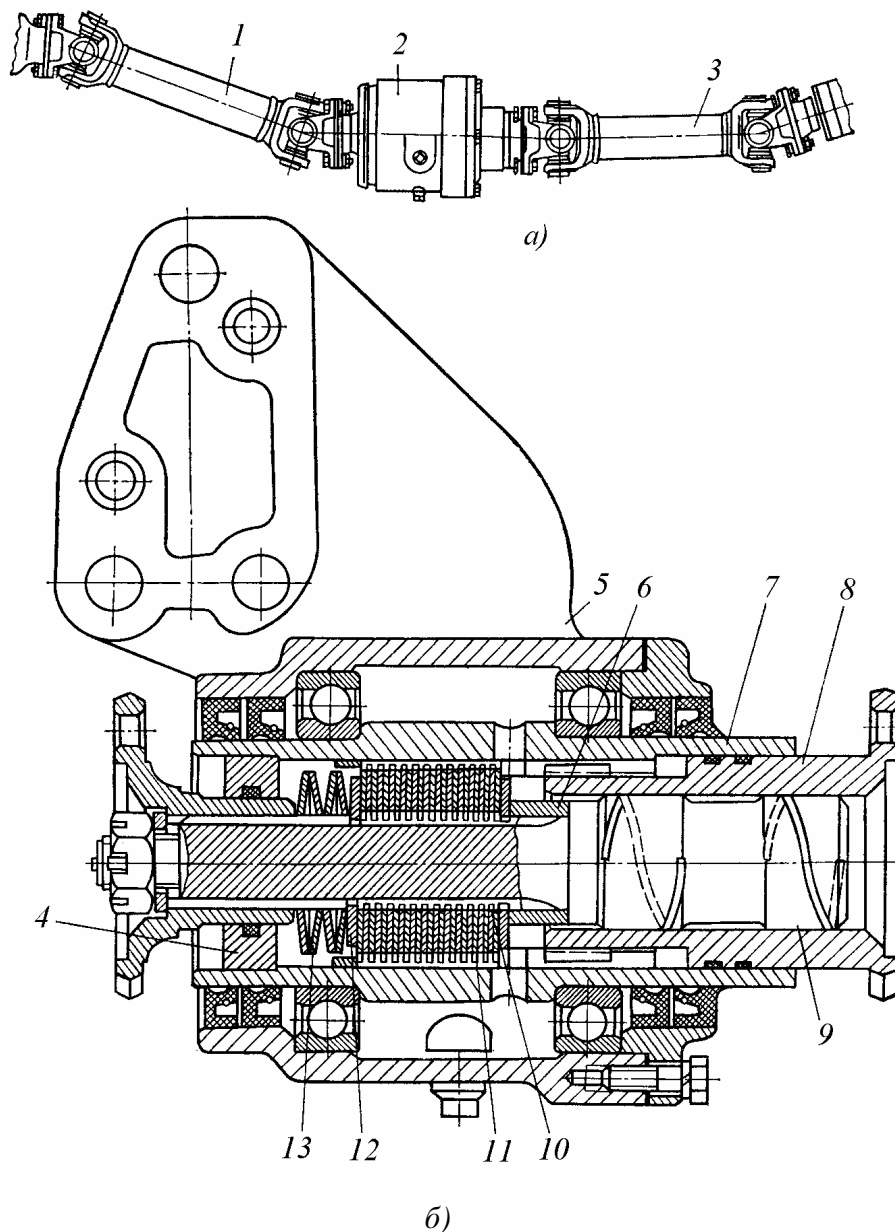


Рис. 5.5. Карданная передача трактора МТЗ-82:

a - карданная передача; *б* - промежуточная опора; 1 и 3 - карданные валы; 2 - промежуточная опора; 4 - опорная втулка; 5 - корпус опоры; 6 - распорная втулка; 7 - соединительная втулка с внутренними шлицами; 8 - скользящий фланец с наружными шлицами; 9 - вал предохранительной муфты; 10 - ведущий диск; 11 - ведомый диск; 12 - нажимной диск; 13 - тарельчатая пружина

Корпус 5 промежуточной опоры крепится снизу к картеру ФС. В корпусе 5 установлена многодисковая предохранительная фрикционная муфта, работающая в масле. Сжатие ведущих 10 и ведомых 11

дисков осуществляется через нажимной диск 12 усилием четырех тарельчатых пружин 13. Муфта регулируется на передачу определенной величины крутящего момента. Если крутящий момент, подводимый к переднему мосту, превысит заданное значение, муфта буксует и, тем самым, предохраняет детали переднего моста трактора от перегрузок и поломок.

Карданный вал (рис. 5.6) представляет собой тонкостенную трубу 5, с одного конца которой приварена вилка 7 карданного шарнира, а с другого - шлицевая втулка 4, соединенная при помощи подвижного шлицевого соединения свилкой 1 второго шарнира неравных угловых скоростей. Шлицевое соединение от пыли и грязи закрыто защитным кожухом 2. Вытеканию смазки в шлицевом соединении препятствуют сальники 3. Карданная передача перед установкой на автомобиль или трактор подвергается динамической балансировке путем приваривания к трубе 5 балансировочных пластин 6.

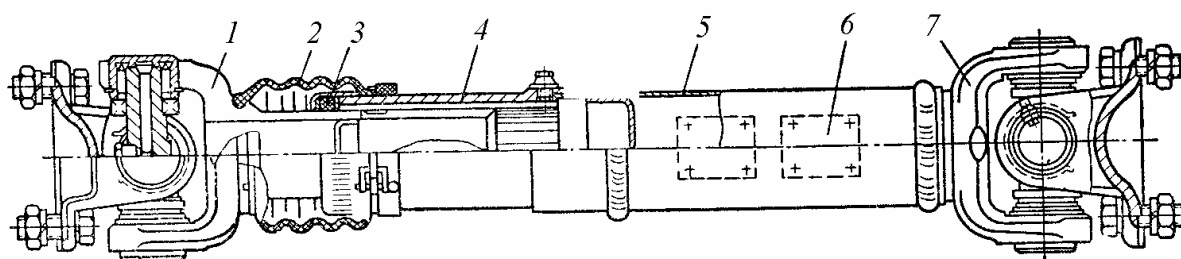


Рис. 5.6. Карданная передача:

1, 7 – вилки карданного шарнира; 2 – защитный кожух; 3 – сальник; 4 – шлицевая втулка; 5 – тонкостенная труба; 6 – балансировочные пластины

Карданные шарниры неравных угловых скоростей с игольчатыми подшипниками имеют высокий КПД (до 0,99 при угле между валами до $8...10^\circ$), малые габаритные размеры, обеспечивают точную центровку валов и отличаются высокой долговечностью. Если угол между валами карданного шарнира неравных угловых скоростей менее 1° и при передаче крутящего момента не изменяется, то наблюдается явление деформации шипов крестовины иглами подшипника (бринеллирование) и быстрое последующее разрушение шарнира.

Помимо бринеллирования возможно также усталостное выкрашивание (питтинг) на соприкасающихся с иглами поверхностях, что объясняется высокими контактными напряжениями. В связи с этим шипы крестовины карданного шарнира подвергают поверхностному упрочнению.

Карданные шарниры равных угловых скоростей (ШРУС) применяют для привода управляемых ведущих колес и ведущих колес

с независимой подвеской, где они обеспечивают равномерное вращение колес при углах γ между валами до 50° . Широкое распространение получили шариковые шарниры (с делительным рычажком и с делительными канавками) и кулачковые.

На рис. 5.7 показан четырехшариковый карданный шарнир с делительными канавками типа “Вейс”. Такие шарниры широко применяются в приводе управляемых ведущих колес старых моделей автомобилей и тракторов. При движении машины вперед усилие передается одной парой шариков, а при движении задним ходом - другой парой. Канавки 5 в кулаках 2 и 3 имеют специальную форму, которая независимо от изменения угла γ между валами обеспечивает расположение рабочих шариков 6 в плоскости AA , делящей угол θ пополам, что и обеспечивает синхронность вращения валов 1 и 4 ($\omega_1 = \omega_2$). Центрирование кулаков осуществляется шариком 7, размещенным в сферических углублениях внутренних торцов кулаков.

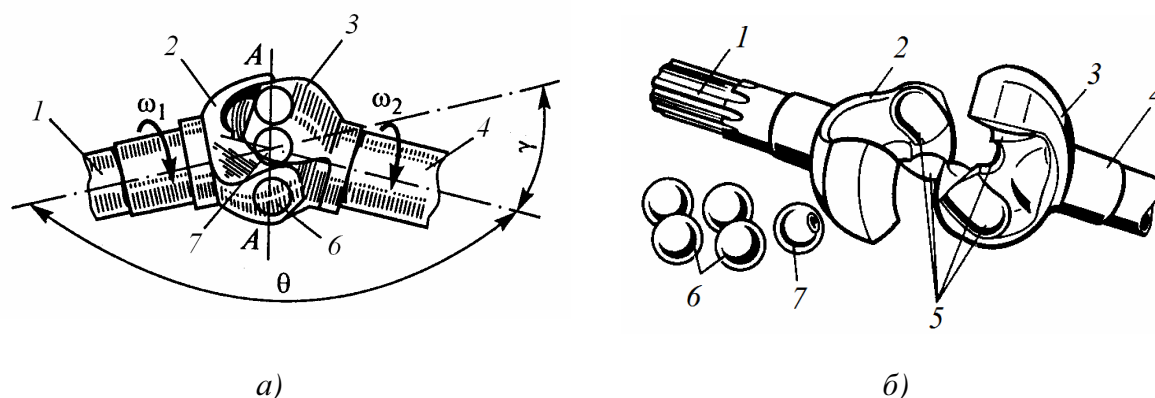


Рис. 5.7. Четырехшариковый карданный шарнир с делительными канавками типа “Вейс”:

a – схема; *б* – детали шарнира; 1, 4 – ведущий и ведомый валы; 2, 3 – кулаки; 5 – делительные канавки в кулаках; 6 – рабочие шарики; 7 – центрирующий шарик; ω_1 и ω_2 – угловые скорости соответственно ведущего и ведомого валов

Шарнир применяют при углах γ между валами до 32° .

Возможность передачи больших крутящих моментов через шарнир ограничена тем, что передача усилия осуществляется только двумя шариками 6 при больших контактных напряжениях. Необходимо отметить, что в эксплуатации износу наиболее подвержены средние части канавок 5, что соответствует прямолинейному движению автомобиля или трактора. При этом ненагруженные канавки изнашиваются более интенсивно, чем нагруженные. Это объясняется тем, что большая часть времени работы автомобиля и трактора происходит с

выключенным передним мостом, когда шарнир нагружается в обратном направлении небольшим, но длительно действующим моментом сопротивления вращению части трансмиссии.

Основными элементами шестишарикового карданного шарнира с делительным рычажком (рис. 5.8,а) являются сферический кулак 7, закрепленный на шлицах вала 8, и сферическая чашка 5 вала 1. На кулаке и внутренней стороне чашки выфрезеровано по шесть меридиональных канавок полукруглого сечения для размещения шариков 6. Канавки на кулаке 7 и в чашке 5 выполнены из одного центра.

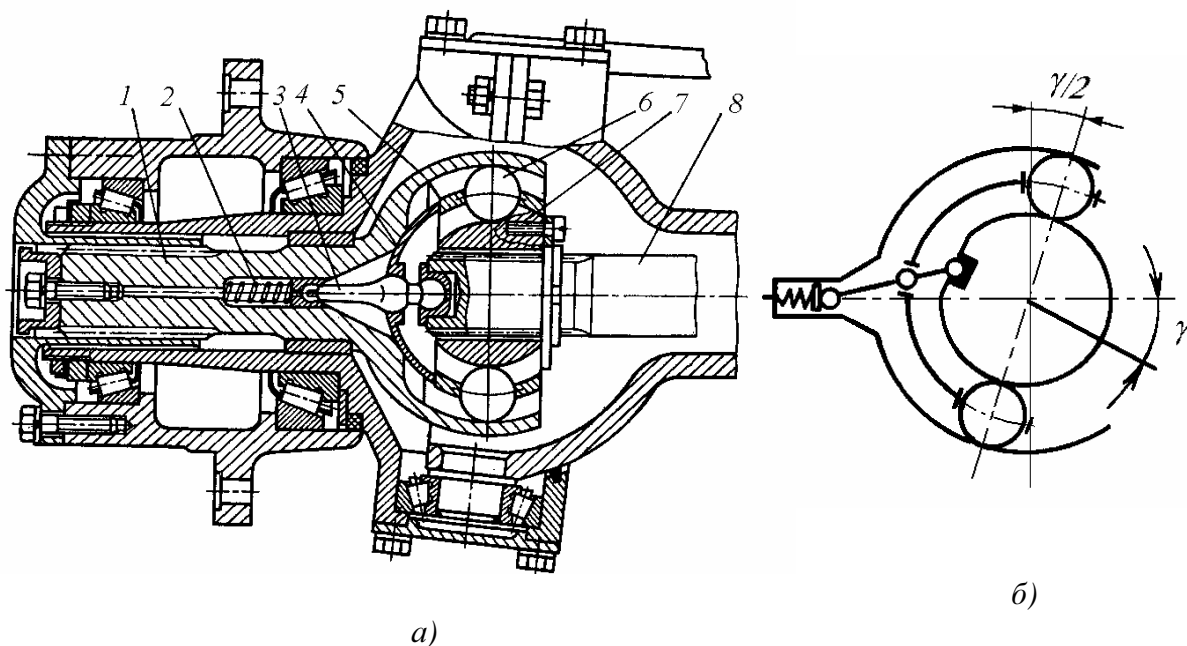


Рис. 5.8. Шестишариковый карданный шарнир с делительным рычажком типа “Рцепп”:

а - установка шарнира в приводе переднего ведущего колеса; б - схема шарнира; 1, 8 – валы; 2 – пружина; 3 – делительный рычажок; 4 – сепаратор; 5 – сферическая чашка; 6 – шарики; 7 - кулак

При наклоне валов 1 и 8 на угол γ сепаратор 4, в котором размещены шарики 6, с помощью делительного рычажка 3 принудительно устанавливает их в биссекторной плоскости под углом $\gamma/2$ (см. рис. 5.8,б), что и обеспечивает синхронность вращения валов. Пружина 2 служит для поджатия делительного рычажка 3 к гнезду в торце вала 8 при изменении положения рычажка в результате наклона валов.

Карданный шарнир с делительным рычажком допускает максимальный угол между валами $\gamma = 37^\circ$. Так как усилие в шарнире передается всегда шестью шариками, то он обеспечивает передачу большого крутящего момента при малых габаритах.

Шарнир обладает высокой надежностью, высоким КПД, однако технологически сложен, так как все его детали подвергаются токарной и фрезерной обработке с обеспечением высокой точности, необходимой для одновременной передачи усилия всеми шариками.

На рис. 5.9 представлен шестишариковый карданный шарнир типа “Бирфильд”. На кулаке 4, наружная поверхность которого выполнена по сфере радиуса R_1 (центр O), выфрезеровано шесть канавок. Канавки кулака имеют переменную глубину, так как они нарезаны по радиусу R_3 (центр O_1 смещен влево относительно центра O шарнира на расстояние a). Внутренняя поверхность корпуса 1 выполнена по сфере радиуса R_2 (центр O), имеет также шесть канавок переменной глубины, нарезанных по радиусу R_4 (центр O_2 смещен в противоположную сторону относительно центра O шарнира также на расстояние a).

Сепаратор 3, в котором размещены шарики 2, имеет наружную и внутреннюю поверхности, выполненные по сфере радиусов соответственно R_1 и R_2 . В положении, когда валы шарнира соосны, шарики находятся в плоскости, перпендикулярной осям валов, проходящей через центр шарнира.

При наклоне валов 6 и 7 на угол γ верхний шарик выталкивается из сужающегося пространства канавок вправо, а нижний - перемещается сепаратором 3 в расширяющееся пространство канавок влево. Центры шариков всегда находятся на пересечении осей канавок. Это обеспечивает их расположение в биссекторной плоскости, что является условием синхронного вращения валов.

В отличие от карданного шарнира с делительным рычажком в данном шарнире профиль сечения канавок выполнен не по дуге окружности, а по эллипсу (рис. 5.9,б). Благодаря этому силы взаимодействия стенки канавки и шарика составляют с вертикалью угол 45° , что предохраняет кромки канавок от смятия и скалывания. Отсутствие делительного рычажка позволяет этому шарниру работать при угле между валами $\gamma = 45^\circ$.

Шарнир обладает высокой надежностью и высоким КПД. Основной причиной преждевременного выхода из строя шарнира является повреждение защитного резинового чехла 5.

Рассмотренные выше ШРУС при соединении валов обеспечивают только их угловую компенсацию. Для выполнения одновременно угловой и осевой компенсации применяют универсальные карданные ШРУС.

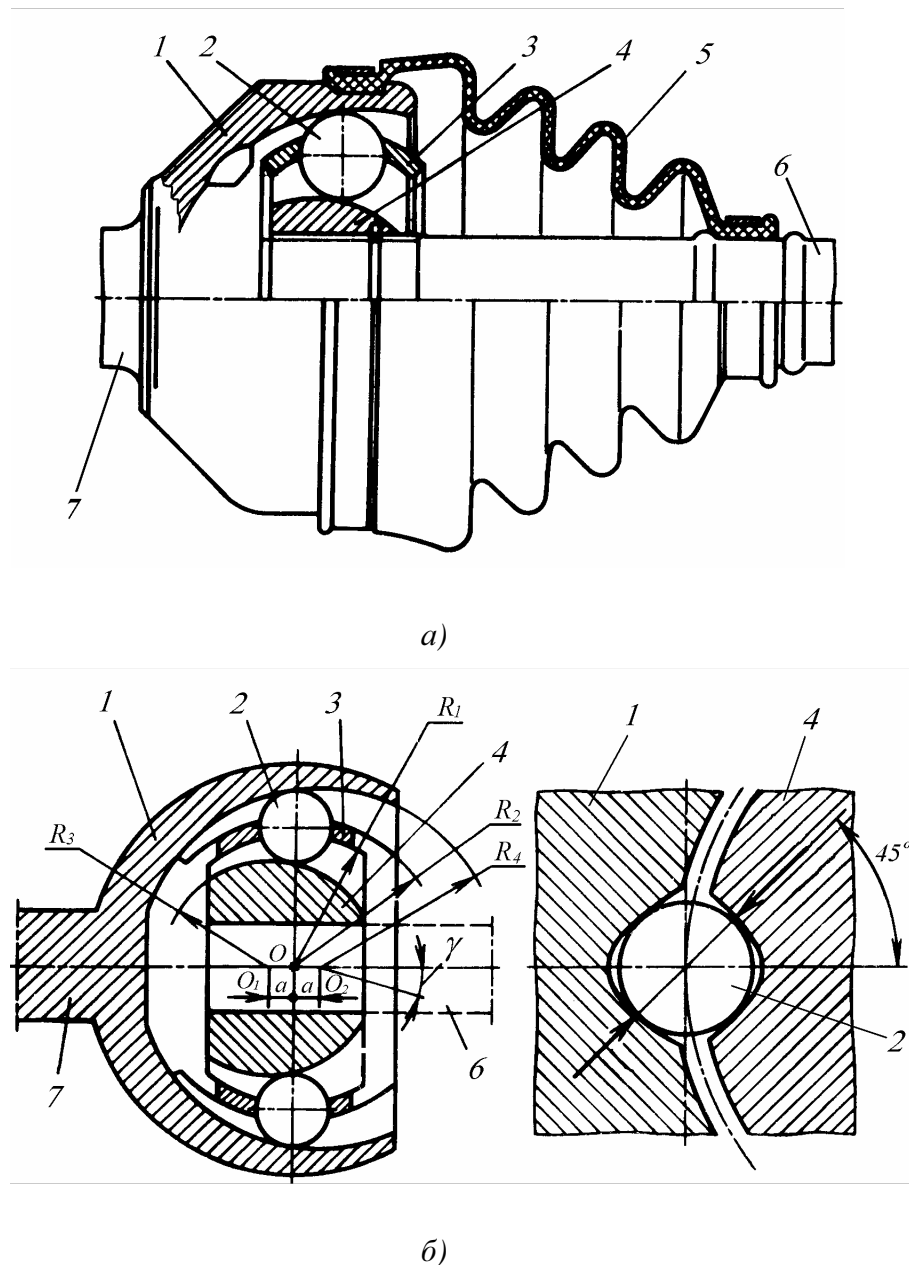


Рис. 5.9. Шестишариковый карданный шарнир типа “Бирфильд”:
a - конструкция; *б* - схема; 1 - корпус; 2 - шарик; 3 - сепаратор; 4 - кулак; 5 - защитный чехол; 6, 7 - валы

На рис. 5.10 представлен шестишариковый универсальный карданный шарнир (типа ГКН). На внутренней поверхности цилиндрического корпуса 1 нарезаны шесть продольных канавок эллиптического сечения, такие же канавки выполнены на сферической поверхности кулака 3 параллельно продольной оси. В канавках размещены шесть шариков 2, установленных в сепараторе 4.

Взаимодействующие поверхности кулака 3 и сепаратора 4 сферические. Внутренняя сферическая поверхность сепаратора выполнена на радиусом R_1 из центра O_1 на расстоянии a вправо от центра O ,

лежащего в плоскости шариков. Сферическая наружная часть сепаратора выполнена радиусом R_2 из центра O_2 также на расстоянии a влево от центра O шарнира. При этом сферическая поверхность переходит в коническую (угол конуса около 10°), что ограничивает максимальный угол наклона вала до 20° .

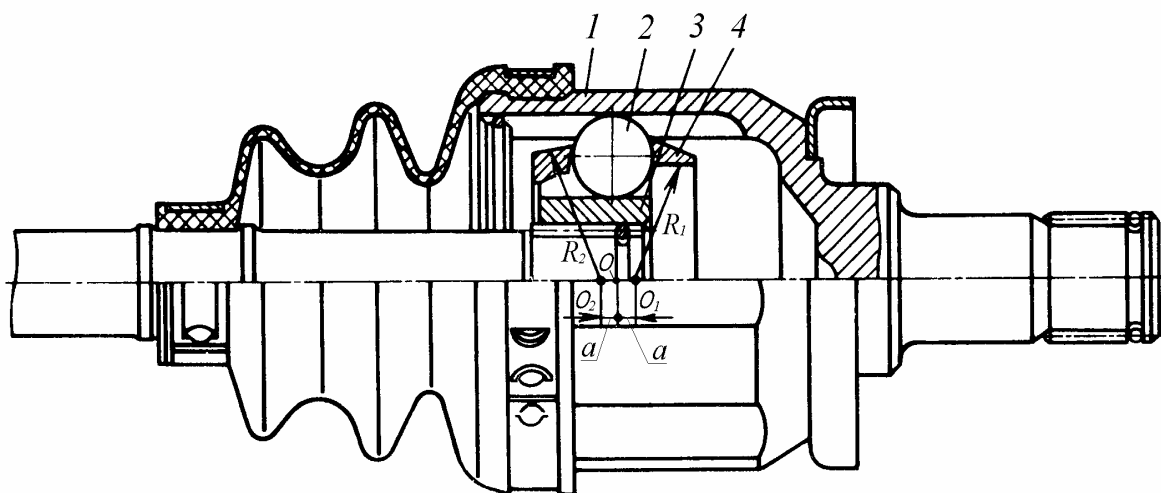


Рис. 5.10. Шестишариковый универсальный карданный шарнир типа ГКН:
1 - корпус; 2 - шарики; 3 - кулак; 4 - сепаратор

В результате смещения центров O_1 и O_2 сфер сепаратора относительно центра O шарнира шарики 2 при наклоне вала устанавливаются в биссекторной плоскости. Это объясняется тем, что при наклоне вала шарики 2 должны перемещаться относительно двух центров O_1 и O_2 , что и заставляет их устанавливаться в биссекторную плоскость. Осевая компенсация в шарнире обеспечивается за счет возможности продольного перемещения шариков 2 по канавкам корпуса 1. При этом продольное перемещение шариков, а следовательно, и связанного с ними через кулак 3 вала, равно рабочей длине канавок корпуса 1.

Необходимо отметить, что при осевых перемещениях шарики не перекатываются, а скользят, что снижает КПД шарнира. Долговечность шарнира высокая, так как передача усилия осуществляется одновременно всеми шариками. Для передачи больших крутящих моментов используется аналогичные по конструкции восьмишариковые шарниры.

На рис. 5.11 представлен универсальный шестишариковый карданный шарнир с делительными канавками типа "Лебро". Шарнир состоит из цилиндрического корпуса 1, на внутренней поверхности которого по углом

15...16° к образующей цилиндра нарезаны шесть прямых канавок. При этом рядом расположенные канавки выполнены под углом друг к другу.

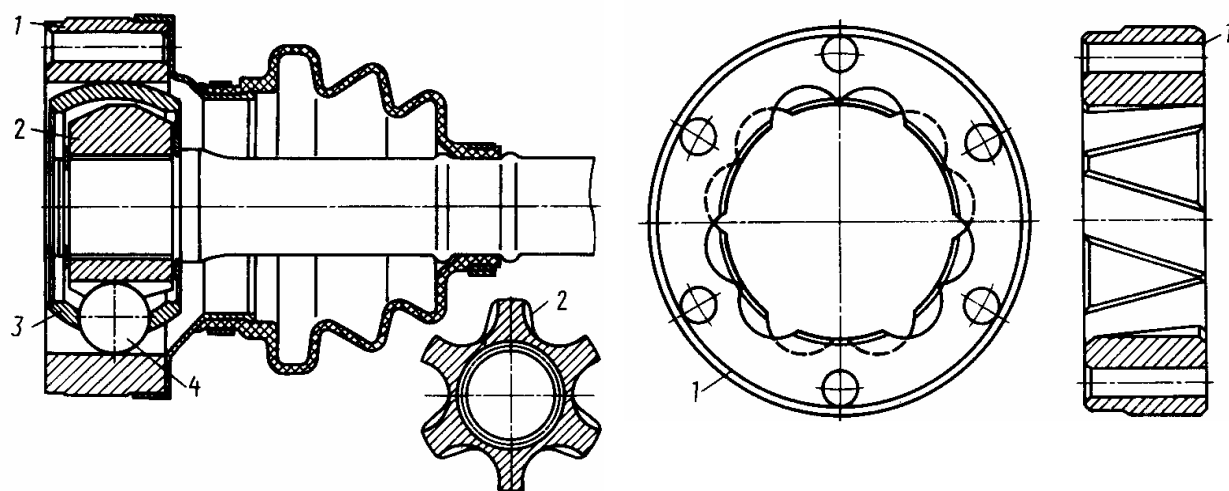


Рис. 5.11. Шестишариковый универсальный карданный шарнир типа “Лебро”:
1- корпус; 2 – кулак; 3 – сепаратор; 4 - шарики

На поверхности сферического кулака 2 нарезано также шесть прямых канавок под таким же углом. Шесть шариков 4 вставлены в сепаратор 3 и центрируются по внутренней цилиндрической поверхности канавок в корпусе 1. На кулаке 2 они установлены с зазором. При сборке шарики устанавливаются на пересечении канавок в корпусе 1 и на кулаке 2, что обеспечивает синхронность вращения валов, так как шарики в независимости от угла между валами всегда находятся в биссекторной плоскости. Передача усилия в шарнире осуществляется одновременно шестью шариками, для чего канавки в корпусе 1 и на кулаке 2 выполняются с высокой точностью.

Данная конструкция шарнира имеет меньшие размеры по сравнению с другими типами универсальных ШРУС, так как рабочая длина канавок и ход шариков 4 в два раза меньше осевого перемещения вала. При этом сепаратор 3 не выполняет функцию деления угла между валами. Следовательно, он менее нагружен и требования к точности его изготовления более низкие. КПД шарнира высокий (около 0,99 при $\gamma = 10^\circ$).

В приводе ведущих управляемых колес переднеприводного легкового автомобиля часто применяют карданные передачи, состоящие из простого (см. рис. 5.9) и универсального (рис. 5.10 или рис. 5.11) ШРУС, соединенных карданным валом. В этом случае карданный вал

выполняют без подвижного шлицевого соединения. Осевая компенсация смещения валов соединяемых агрегатов в передаче осуществляется универсальным ШРУС.

Кулачковые карданные ШРУС применяются в приводе к ведущим управляемым колесам. Благодаря наличию развитых поверхностей взаимодействующих деталей шарнир при малых габаритах и углах γ между соединяемыми валами до $45...50^\circ$ способен передавать значительный по величине крутящий момент.

Наибольшее распространение получили два типа кулачковых ШРУС: шарнир типа “Тракта” и дисковый. Шарнир типа “Тракта” состоит из четырех штампованных деталей (рис. 4.12,а): двух вилок 1 и 4 и двух фасонных кулачков 2 и 3, трущиеся поверхности которых при обработке шлифуются.

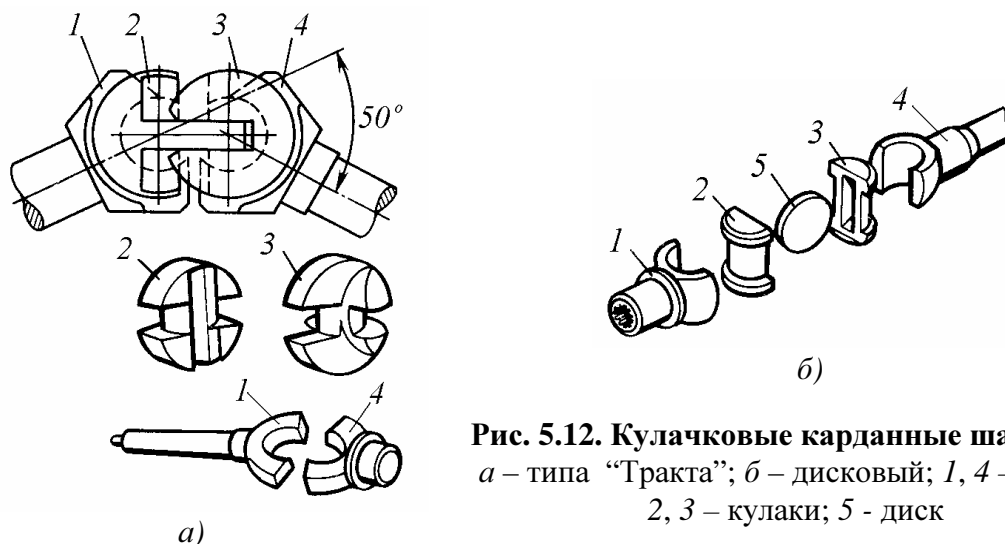


Рис. 5.12. Кулачковые карданные шарниры: а – типа “Тракта”; б – дисковый; 1, 4 – вилки; 2, 3 – кулаки; 5 - диск

Дисковый шарнир состоит из пяти деталей (рис. 5.12,б): двух вилок 1 и 4, двух кулачков 2 и 3 и диска 5. Трудоемкость его изготовления несколько большая по сравнению с шарниром типа “Тракта”. Угол между соединяемыми валами может быть до 45° .

КПД кулачковых шарниров ниже, чем у других ШРУС, так как для их элементов характерно трение скольжения. В связи с этим в эксплуатации наблюдается значительный нагрев шарнира, а иногда и задиры поверхностей его деталей в результате сложности обеспечения подвода смазочного материала к поверхностям трения.

Известны также конструкции ШРУС шиповые и сдвоенные. Последние состоят из двух шарниров неравных угловых скоростей с делительным рычажком между ними. Однако эти конструкции не получили широкого применения на современных автомобилях и тракторах.

5.3. Уход за соединительными муфтами и карданными передачами

Уход за упругими соединительными муфтами состоит в периодической подтяжке крепления деталей и проверке состояния резиновых элементов. При существенном изменении формы рабочих резиновых элементов, вследствие смятия, их заменяют новыми. При эксплуатации упругих соединительных муфт необходимо следить за тем, чтобы на резиновые элементы не попадало масло и топливо.

Карданные передачи с шарнирами неравных угловых скоростей и ШРУС требуют более тщательного ухода, чем упругие соединительные муфты. Уход состоит в периодической проверке состояния креплений фланцев, крышек игольчатых подшипников, в проверке исправности шарниров, уплотнений, защитных кожухов, а также в периодическом смазывании шарниров.

На современных тракторах и автомобилях применяют карданные шарниры, не требующие частого периодического смазывания в процессе эксплуатации. В таких шарнирах применяется пластичный смазочный материал (№158, ЛИТОЛ-24 или ФИОЛ-2У), который удерживается надежными уплотнениями.

Смазочный материал при сборке шарнира неравных угловых скоростей закладывается в стаканчики с игольчатыми подшипниками или в небольшие углубления в торцах шипов крестовины, а при сборке ШРУС - в его корпус. Для удаления отработанного смазочного материала шарнир демонтируется. В таких шарнирах нет масленок и клапанов.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена карданная передача? 2. Из каких частей и деталей состоит карданная передача. 3. Где применяют жесткие и упругие соединительные муфты? 4. Объясните устройство и работу шарниров неравных угловых скоростей. Где применяют такие шарниры? 5. Зачем нужна промежуточная опора карданной передаче? 6. Объясните устройство и работу ШРУС. В чем состоит отличие простого ШРУС от универсального? 7. Как обеспечивается осевая компенсация отклонения валов соединяемых агрегатов в приводе передних управляемых колес переднеприводного автомобиля?

Глава 6. ВЕДУЩИЕ МОСТЫ

Ведущие мосты тракторов и автомобилей представляют собой комплекс механизмов, посредством которых крутящий момент от КП передается к ведущим колесам машины. Кроме того, в них размещаются тормозные и другие вспомогательные механизмы в зависимости от типа и назначения машины.

Основными механизмами ведущих мостов являются:

- 1) центральная (главная) передача;
- 2) дифференциал (у автомобилей и колесных тракторов) или механизм поворота (у гусеничных тракторов);
- 3) конечные передачи (у трактора) и колесные передачи (у автомобиля).

В зависимости от колесной формулы колесного трактора или автомобиля ведущим может быть задний (задние) или передний мост или все одновременно. У гусеничного трактора, как правило, ведущим является задний мост. На быстроходных гусеничных тракторах иногда ведущий мост устанавливают спереди.

В большинстве случаев корпуса задних мостов являются частью трактора и автомобиля, воспринимающей значительные нагрузки со стороны движителя и от сил в зацеплении шестерен внутри самого моста.

6.1. Центральная (главная) передача

Центральной (главной) передачей называется агрегат трансмиссии, связывающий КП с дифференциалом (у колесного трактора и автомобиля) или с механизмом поворота (у гусеничного трактора).

На автомобилях и колесных тракторах с четырьмя ведущими колесами центральные передачи располагаются в картерах ведущих мостов.

Центральная передача служит для увеличения общего передаточного числа трансмиссии и передачи крутящих моментов на валы, расположенные под углом.

Центральные передачи классифицируют по числу и виду зубчатых колес и числу ступеней.

По числу зубчатых колес центральные (главные) передачи подразделяют на **одинарные** - с одной парой зубчатых колес и **двойные** - с двумя парами зубчатых колес.

Одинарные центральные (главные) передачи по виду зубчатых колес подразделяют на **конические** - с коническими зубчатыми колесами, **цилиндрические** - с цилиндрическими зубчатыми колесами, **червячные** - с червяком и червячным колесом и **гипоидные** - с гипоидным зацеплением конических зубчатых колес.

Центральная (главная) передача, выполненная в виде червячно-го редуктора, на отечественных тракторах и автомобилях не применяется.

Центральные (главные) передачи с цилиндрическими зубчатыми колесами применяют на автомобилях при поперечном расположении КП, а на тракторах - с КП, выполненными с поперечными валами.

Наибольшее распространение имеют центральные (главные) передачи с коническими зубчатыми колесами, которые могут быть выполнены с прямым, тангенциальным и спиральным (в большинстве случаев круговым) зубом.

Если в конической передаче со спиральным зубом оси зубчатых колес не пересекаются, а перекрещиваются, то мы имеем гипоидную передачу. Такие передачи в качестве центральных (главных) получили широкое распространение на автомобилях.

По числу ступеней центральной (главной) передачи различают одноступенчатые - центральные (главные) передачи с одним передаточным числом, и двухступенчатые - центральные (главные) передачи, имеющие две переключаемые передачи с разными передаточными числами.

Одинарная центральная (главная) передача (рис. 6.1, а-г) компактна, имеет малую массу и невысокую стоимость. Она проста в производстве и эксплуатации. Ее применение ограничено передаточным числом $u_{\text{цн}} \leq 7$. При увеличении передаточного числа $u_{\text{цн}}$ увеличиваются размеры зубчатых колес, что приводит к уменьшению дорожного просвета у трактора и автомобиля.

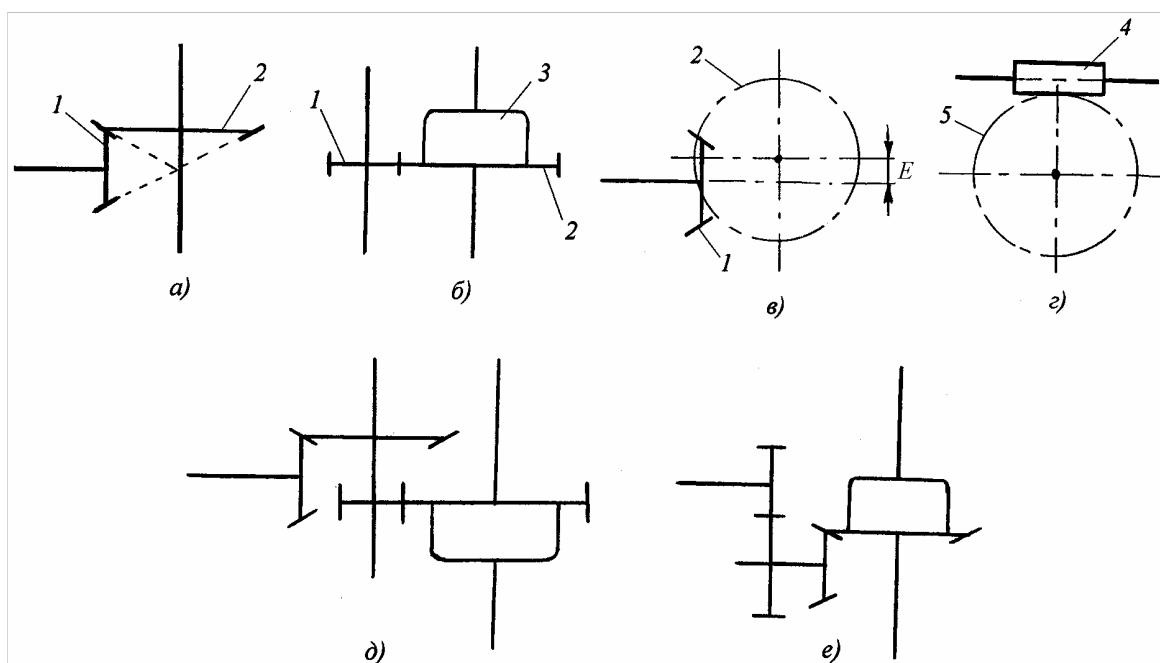


Рис. 6.1. Схемы центральных (главных) передач:

а - г - одинарных; д, е - двойных; 1 - шестерня; 2 - колесо; 3 - корпус дифференциала; 4 - червяк; 5 - червячное колесо

Одинарная коническая центральная (главная) передача (рис. 6.1,*а*), состоящая из ведущей шестерни 1 и ведомого колеса 2, получила самое широкое распространение на тракторах и автомобилях.

Одинарная цилиндрическая центральная (главная) передача (рис. 6.1,*б*) состоит из ведущей шестерни 1 и ведомого колеса 2, закрепленного на корпусе дифференциала 3. При этом зубчатые колеса могут выполняться как прямозубыми, так и косозубыми.

Гипоидная центральная (главная) передача (рис. 6.1,*в*). представляет собой зацепление ведущего 1 и ведомого 2 конических зубчатых колес со спиральным зубом, оси которых не пересекаются, а перекрещиваются.

При этом ось шестерни 1 смещена относительно оси колеса 2 на величину гипоидного смещения E . В зависимости от требований компоновки ось шестерни может быть смещена относительно оси колеса вверх или вниз. В существующих конструкциях величина гипоидного смещения $E = 35...45$ мм.

Основными достоинствами гипоидных передач (по сравнению с коническими с круговым зубом) являются большая прочность и бесшумность в работе.

В гипоидных передачах чистое качение отсутствует. Для них характерно скольжение зубьев при высоком давлении. Поэтому для обеспечения нормальной работы гипоидной передачи необходимо применять специальное гипоидное масло, наличие специальных присадок в котором препятствует разрушению масляной пленки в контакте зубьев.

На отечественных тракторах центральные гипоидные передачи не применяются. Однако они получили широкое распространение на автомобилях и зарубежных тракторах.

Одинарная центральная (главная) червячная передача (рис. 6.1,*г*) состоит из червяка 4 и червячного колеса 5. При этом в зависимости от требований компоновки передача может быть выполнена с верхним расположением червяка или с нижним. По сравнению с центральными передачами других типов червячная передача наиболее бесшумна, обеспечивает большую плавность зацепления и, как следствие, минимальные динамические нагрузки. Однако в связи с низким КПД (порядка 0,9...0,92), более высокой трудоемкостью изготовления и необходимостью применения для изготовления червячного колеса дорогих материалов (оловянистой бронзы) центральная (главная) червячная передача не получила распространения на тракторах и автомобилях.

В зависимости от степени загруженности центральной (главной)

передачи ее опорами служат шарикоподшипники, цилиндрические или конические роликоподшипники. При применении последних, помимо регулировки зацепления конических шестерен, необходима и их регулировка.

На рис. 6.2 представлена одинарная коническая центральная (главная) передача с круговым зубом колесной машины. Вал-шестерня 17 центральной передачи установлен на два конических радиально-упорных подшипника 6 и 9. Ведомое колесо 18 установлено на корпусе 3 дифференциала, а он в свою очередь - на два конических радиально-упорных подшипника 22.

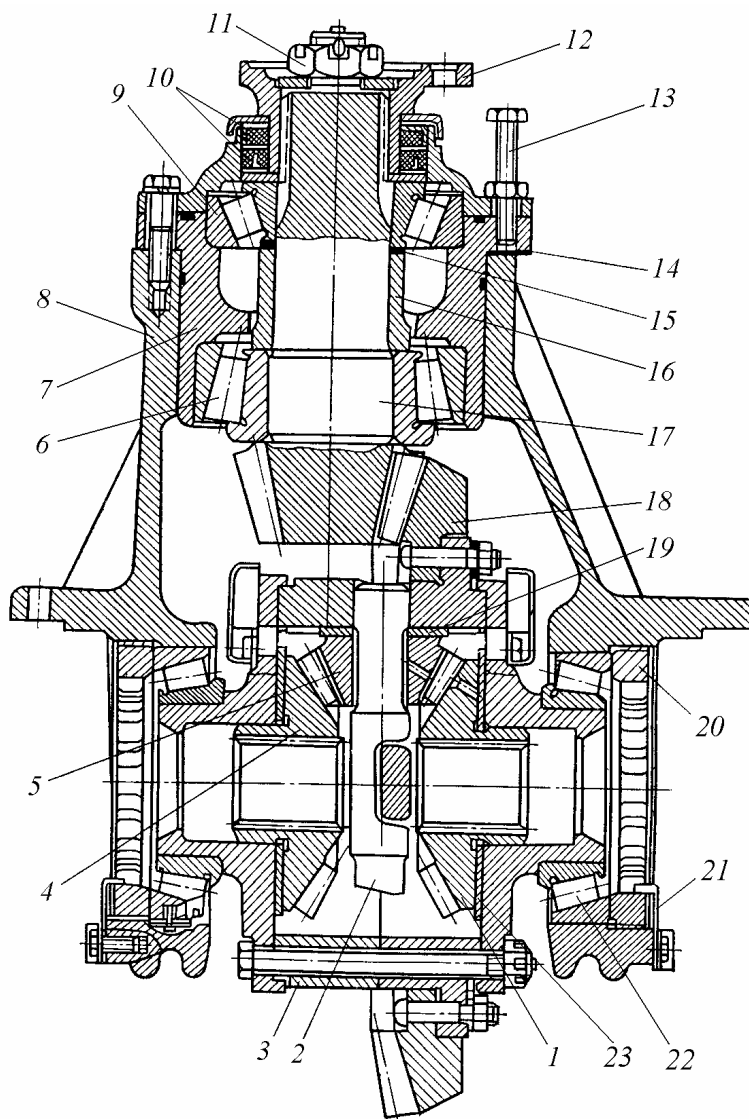


Рис. 6.2. Редуктор ведущего моста колесной машины:

1, 4 - полуосевые шестерни; 2 - ось сателлитов; 3 - корпус дифференциала; 5 - сателлит; 6, 9 и 22 - конические роликовые радиально-упорные подшипники; 7 - стакан; 8 - корпус редуктора; 10 - манжетные уплотнения; 11 - гайка; 12 - фланец; 13 - болт; 14, 15 - регулировочные прокладки; 16 - распорная втулка; 17 - вал-шестерня центральной (главной) передачи; 18 - колесо центральной (главной) передачи; 19 - опорная шайба сателлита; 20 - регулировочная гайка; 21 - стопорная пластина; 23 - опорная шайба полуосевой шестерни

Поскольку радиально-упорные подшипники при сборке узла требуют обязательной регулировки, то в конструкции для этой цели предусмотрены регулировочные прокладки 15 и регулировочные гайки 20. В связи с тем, что в зависимости от направления вращения вала-шестерни 17 может меняться направление действующей на него осевой силы, подшипники 6 и 9 устанавливаются с предварительным натягом.

Предварительный натяг подшипников влияет на долговечность центральной передачи. С увеличением натяга повышается стабильность зацепления зубчатых колес. Однако чрезмерный натяг ухудшает условия работы подшипников, снижает КПД центральной (главной) передачи и приводит к ускоренному ее изнашиванию. Величина предварительного натяга подшипников в рассматриваемой конструкции зависит от толщины регулировочных прокладок 15. С уменьшением толщины прокладок при затягивании гайки 11 происходит сближение внутренних колец подшипников 6 и 9 и увеличивается их натяг. Для уменьшения натяга подшипников следует увеличивать толщину регулировочных прокладок 15. Обычно на практике натяг подшипников контролируется по моменту, необходимому для проворачивания вала-шестерни 17 на подшипниках, устанавливаемых в стакане 7. Для этого стакан в сборе с валом-шестерней вытаскивают из корпуса 8 редуктора. Величина момента сопротивления проворачиванию вала-шестерни принимается равной 1,0...4,0 Н·м, зависит от размеров центральной передачи и задается заводом - изготовителем. Необходимый осевой зазор в подшипниках 22 обеспечивается регулировочными гайками 20, которые стопорятся пластинами 21.

Для демонтажа вала-шестерни 17 в сборе со стаканом 7 и подшипниками 6 и 9 из корпуса 8 редуктора в данной конструкции предусмотрен болт 13, при заворачивании которого осуществляется выход стакана из корпуса.

Регулировка конической зубчатой пары осуществляется путем взаимного перемещения вала-шестерни 17, изменением толщины комплекта регулировочных прокладок 14, и колеса 18 с помощью регулировочных гаек 20. Регулировка зацепления конической пары осуществляется только после регулировки предварительного натяга подшипников 6, 9 и осевого зазора в подшипниках 22. Перемещение колеса 18, не нарушая регулировку подшипников 22, осуществляется вращением регулировочных гаек 20 со стороны противоположных подшипников в разные стороны, но на одинаковые углы.

Правильность зацепления конической зубчатой пары проверяют по расположению пятна контакта на зубьях. Для этого на зубья шестерни наносят слой краски и шестерню проворачивают. При правиль-

но отрегулированном зацеплении конической зубчатой пары пятно контакта должно находиться в средней части зуба.

Осевая сила, возникающая в зацеплении конической зубчатой пары, воздействует на колесо и вызывает его деформацию. В результате нарушается точность зацепления зубчатых колес, что ведет к увеличению шума при работе передачи и снижению ее долговечности. Поэтому в тяжело нагруженных конических центральных передачах для уменьшения деформации зубчатого колеса устанавливают специальный упор, расположенный напротив места зацепления зубчатых колес (рис. 6.3).

Наиболее широкое распространение получил регулируемый упор (рис. 6.3,а), выполненный в виде регулировочного болта 1 с бронзовым напрессованным наконечником 3 и контргайкой 2 для стопорения болта.

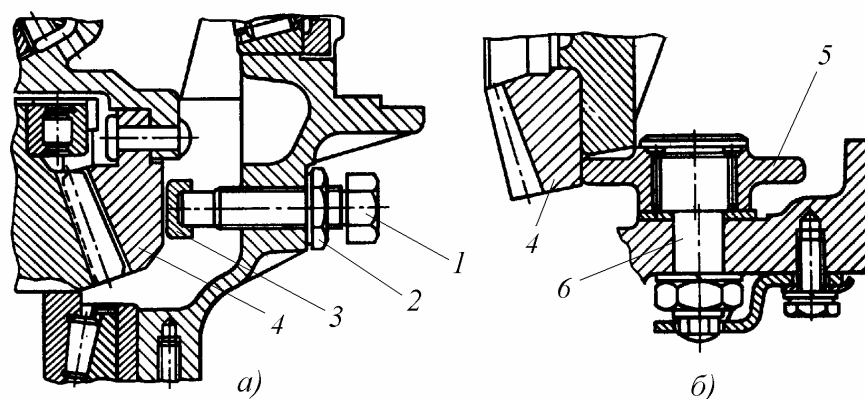


Рис. 6.3. Установка упора конического колеса центральной (главной) передачи:
1- регулировочный болт; 2 – контргайка; 3 – наконечник; 4 – зубчатое колесо; 5 – ролик; 6 – коленчатая ось

Реже встречаются конструкции с упором (рис. 6.3,б), выполненным в виде вращающегося ролика 5, установленного на неподвижной коленчатой оси 6.

Зазор между торцом зубчатого колеса и упором устанавливается в пределах 0,15...0,20 мм. В нормальных условиях эксплуатации машины между торцом колеса и упором есть зазор. При работе машины с перегрузкой зазор выбирается и часть осевой силы воспринимается упором. В результате ограничивается деформация зубчатого колеса и повышается долговечность центральной передачи.

Двойная центральная (главная) передача применяется только на колесных машинах при необходимости получения больших передаточных чисел ($6 \leq u_{\text{цп}} \leq 12$) без изменения дорожного просвета под картером центральной передачи.

Схемы компоновки двойных центральных (главных) передач

могут быть различны. При этом ее валы могут располагаться как в одной плоскости, так и в разных плоскостях. На рис. 6.1,д представлена наиболее распространенная схема двойной центральной (главной) передачи, в которой первая пара зубчатых колес коническая или гипоидная, а вторая – цилиндрическая. На рис. 6.1,е первая пара цилиндрическая, а вторая – коническая или гипоидная.

Двойная центральная (главная) передача с валами, расположенными в одной плоскости, выполненная по первой схеме (рис. 6.1,д), представлена на рис. 6.4.

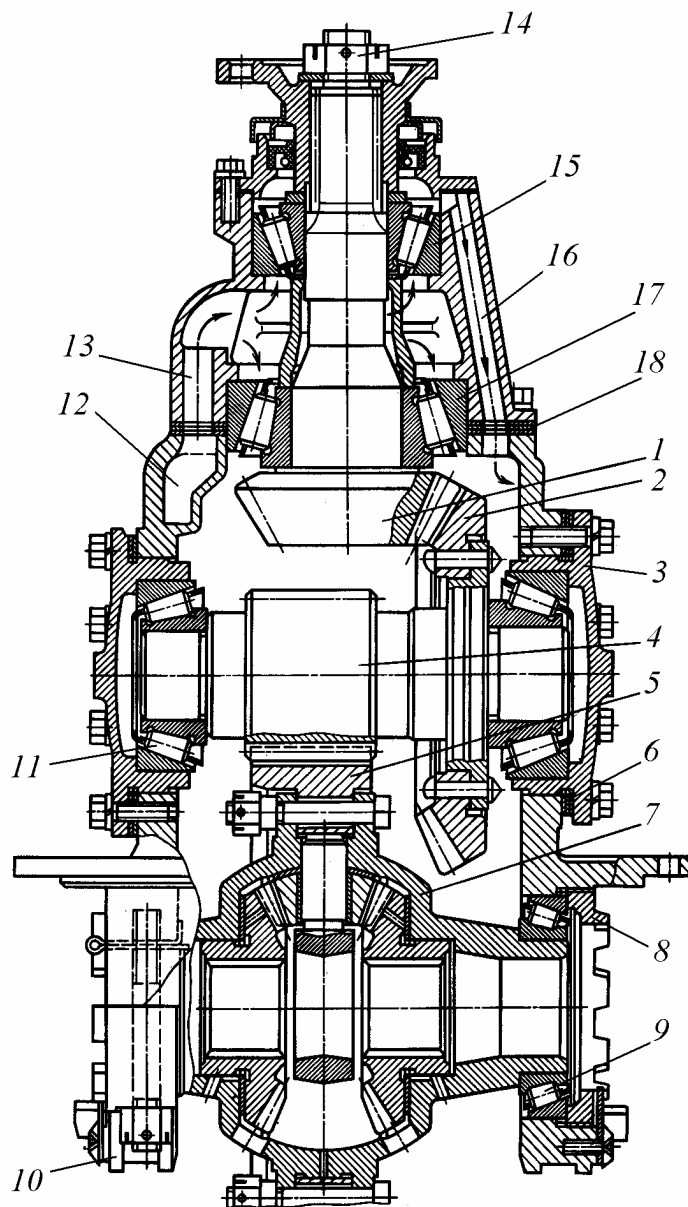


Рис. 6.4. Двойная центральная (главная) передача с валами, расположенными в одной плоскости:

1, 4 – валы-шестерни; 2 – коническое зубчатое колесо; 3 – фланец гнезда подшипника; 5 – цилиндрическое зубчатое колесо; 6, 18 – комплекты регулировочных прокладок; 7 – корпус дифференциала; 8 – регулировочная гайка; 9, 11, 15, 17 – подшипники; 10 – крышка подшипника; 12 – карман; 13, 16 – каналы для прохода масла; 14 – гайка

Коническая шестерня 1 с круговым зубом выполнена как одно целое с валом и установлена консольно. Коническое колесо 2 смонтировано на одном валу с косозубой цилиндрической шестерней 4, выполненной как одно с валом. Цилиндрическое зубчатое колесо 5 закреплено на корпусе 7 дифференциала, который установлен на два конических радиально-упорных подшипника 9. Подшипники закреплены крышками 10 на шпильках, а с наружной стороны фиксируются регулировочными гайками 8 со стопорами. Регулировка подшипников 15 и 17 вала-шестерни 1 осуществляется прокладками и гайкой 14, как описано выше (см. рис. 6.4).

Подшипники 11 вала-шестерни 4 регулируют подбором толщины комплекта регулировочных прокладок 6. Зацепление конической зубчатой пары регулируют с помощью регулировочных прокладок 18 и 6. При этом, перемещение конического зубчатого колеса 2 осуществляется перестановкой прокладок 6 из под фланцев гнезд 3 подшипников левой и правой опоры.

Двухступенчатые центральные (главные) передачи применяются на колесных тракторах и грузовых автомобилях большой грузоподъемности. Они позволяют увеличить диапазон передаточных чисел трансмиссии в 1,5...2 раза и удвоить число передач при заданном количестве передач в КП.

К недостаткам двухступенчатых центральных (главных) передач следует отнести сложность конструкции и невозможность осуществления переключения ступеней при движении машины без усложнения системы управления.

В связи с этим двухступенчатые центральные (главные) передачи получили очень ограниченное распространение на тракторах и автомобилях.

Смазывание центральной (главной) передачи осуществляется трансмиссионным маслом, залитым в катер, разбрызгиванием его вращающимися шестернями.

В современных конструкциях конической и гипоидной центральных (главных) передачах предусматривают принудительное смазывание зубьев конической пары в зоне зацепления и циркуляционное смазывание подшипников (см. рис. 6.4). Конические роликовые подшипники 15 и 17 представляют собой своеобразные центробежные насосы, в которых под действием центробежных сил масло перекачивается со стороны меньшего диаметра роликов на сторону большего их диаметра.

Поэтому масло к подшипникам вала-шестерни 1 должно подаваться в полость между подшипниками, куда обращены меньшие диаметры роликов.

Для этого в картере центральной (главной) передачи предусмотрен специальный широкий карман 12, из которого масло по каналу 13 попадает в полость между подшипниками. Масло, циркулируя через подшипник 17, установленный непосредственно у шестерни 1, попутно обильно смазывает зубья в зоне зацепления дополнительно к тому маслу, которое захватывается колесом 2 из масляного резервуара центральной (главной) передачи.

Для циркуляционного смазывания подшипника 15 в картере выполнен отводной канал 16, который берет начало в полости за этим подшипником. В случае засорения этого канала в полости за подшипником создается повышенное давление, что может привести к течи масла через уплотнения. В любом механизме, в котором применяются уплотнительные сальники, предусматривается сохранение в картере давления на уровне атмосферного. Для этой цели в картере центральной (главной) передачи имеется сапун.

Уход за центральной (главной) передачей состоит в периодической проверке и поддержании необходимого уровня масла в ее картере, в проверке и регулировке зацепления конической зубчатой пары и регулировке радиально-упорных шариковых и конических роликовых подшипников.

6.2. Дифференциалы колесных тракторов и автомобилей

Дифференциал - механизм трансмиссии, выполняющий функцию распределения подводимого к нему крутящего момента между колесами или мостами и позволяющий ведомым валам вращаться, как с одинаковыми, так и с разными угловыми скоростями, кинематически связанными между собой.

У трактора дифференциал устанавливают между центральной (главной) передачей и ведущей шестерней конечной передачи. У автомобиля дифференциал чаще всего устанавливают между центральной (главной) передачей и ведущими колесами, а если у автомобиля есть колесная передача, то между центральной (главной) передачей и ведущей шестерней колесной передачи. Такие дифференциалы называют межколесными. Дополнительно дифференциал могут устанавливать между ведущими мостами колесной машины и его называют межосевым.

Дифференциал не влияет на общее передаточное число трансмиссии машины. Он обеспечивает качение ведущих колес машины без проскальзывания на поворотах и при движении по неровному пу-

ти.

При отсутствии дифференциала и жесткой кинематической связи ведущих колес их вращение сопровождалось бы взаимным скольжением или буксованием относительно дорожного полотна или почвы. Возникающая при этом паразитная мощность увеличивала бы износ деталей трансмиссии, протекторов шин и расход топлива на преодоление дополнительных сопротивлений движению машины.

Дифференциалы классифицируют по следующим основным признакам:

по конструктивному исполнению - шестеренные, червячные и кулачковые;

по месту расположения в трансмиссии - межколесные и межосевые;

по соотношению крутящих моментов на ведомых валах - с постоянным соотношением моментов (простой симметричный и простой несимметричный), с непостоянным соотношением моментов (с принудительной блокировкой и самоблокирующиеся);

по форме корпуса дифференциала - закрытые и открытые.

Червячные и кулачковые дифференциалы не получили распространения на отечественных тракторах и автомобилях. Шестеренные дифференциалы выполняются с цилиндрическими или коническими прямозубыми шестернями. На отечественных тракторах и автомобилях применяются в основном дифференциалы с коническими шестернями.

Рассмотрим принципиальные кинематические схемы некоторых простых шестеренных дифференциалов с постоянным соотношением моментов на ведомых валах (рис. 6.5).

Дифференциал, распределяющий крутящий момент между выходными валами поровну, называют симметричным. Дифференциал, распределяющий крутящий момент между выходными валами не поровну, называют несимметричным.

В межколесном приводе тракторов и автомобилей применяют только симметричные дифференциалы – конические (рис. 6.5,*а*) и цилиндрические (рис. 6.5,*б*).

Несимметричные простые дифференциалы (рис. 6.5,*в* и *г*) применяют только в межосевом приводе, когда вертикальная нагрузка на ведущие мосты колесной машины различна. На отечественных тракторах межосевые дифференциалы не применяют.

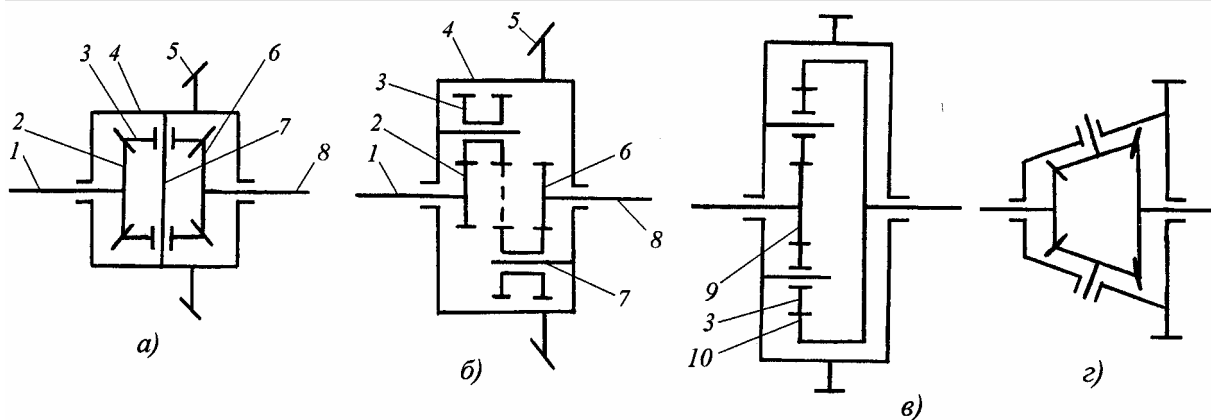


Рис. 6.5. Схемы простых дифференциалов с постоянным соотношением моментов на ведомых валах:

а – симметричного конического; *б* – симметричного цилиндрического; *в* – несимметричного цилиндрического; *г* – несимметричного конического; 1, 8 – левая и правая полуоси дифференциала; 2, 6 – левая и правая полуосевые шестерни; 3 – сателлит; 4 – корпус дифференциала; 5 – ведомое колесо главной передачи; 7 – ось вращения сателлитов; 9 – солнечная шестерня; 10 – эпициклическая шестерня

Простой симметричный конический дифференциал (рис. 6.2), состоит из корпуса 3, сателлитов 5, осей 2 вращения сателлитов, полуосевых шестерен 1 и 4. Ведущим звеном дифференциала является корпус 3, ведомыми – полуосевые шестерни 1 и 4. У простого симметричного дифференциала полуосевые шестерни 1 и 4 имеют одинаковое число зубьев.

При прямолинейном движении машины полуосевые шестерни вращаются вместе с корпусом дифференциала. Сателлиты 5 при этом неподвижны относительно оси 2. При движении машины по криволинейной траектории или по неровностям пути скорость вращения одной из полуосевых шестерен уменьшается, а другой пропорционально возрастает вследствие вращения сателлитов 5 относительно оси 2. В этой конструкции четыре сателлита, каждая пара которых устанавливается на свою ось вращения 2. Для смазывания оси 2 в месте посадки сателлитов имеют лыски или спиральные канавки, удерживающие масло.

В ряде конструкций простых симметричных дифференциалов сателлиты устанавливают на шипы крестовины. При этом число шипов крестовины (три или четыре) равно числу сателлитов.

Свойство дифференциала делить подводимый к его корпусу крутящий момент в определенной пропорции между ведомыми валами приводит в ряде случаев к потере проходимости машины, так как в этом случае крутящий момент на каждой полуоси дифференциала равен меньшему из предельных моментов по сцеплению каждого из ведущих колес машины с опорной поверхностью.

Если заблокировать дифференциал, то каждое колесо сможет реализовать свои возможности по сцеплению с опорной поверхностью.

Для осуществления принудительной блокировки дифференциала необходимо соединить между собой два любые его центральных звена (корпус дифференциала, полуосевые шестерни). Возможные варианты блокировки простых симметричных дифференциалов показаны на рис. 6.6.

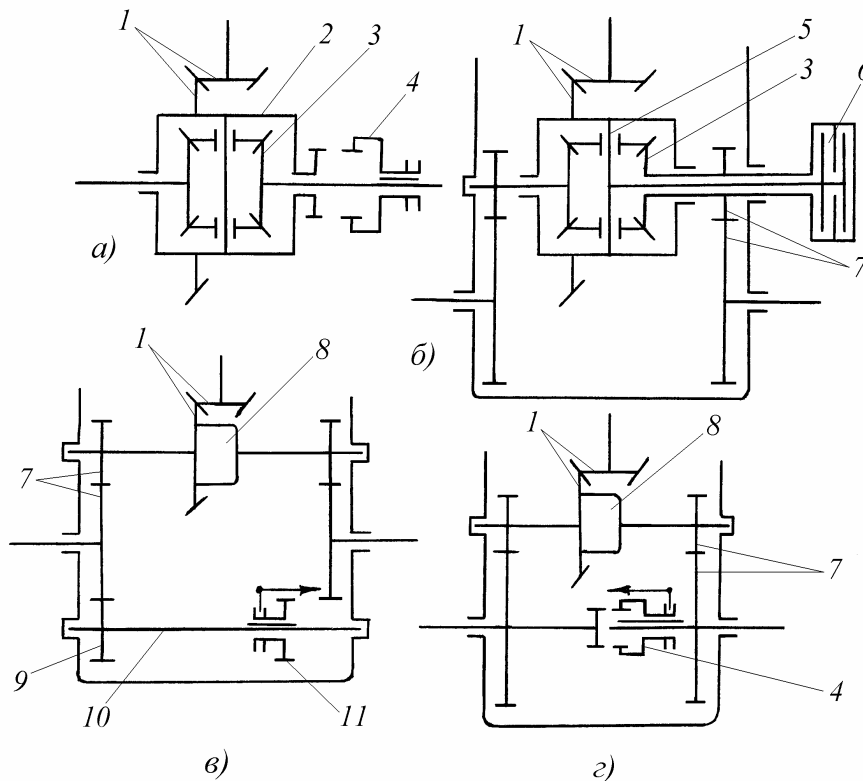


Рис. 6.6. Способы блокировки межколесного дифференциала:

1 – главная передача; 2 – корпус дифференциала; 3 – полуосевая шестерня; 4 – зубчатая муфта; 5 – ось вращения сателлитов; 6 – блокировочное фрикционное сцепление; 7 – шестерни конечной (колесной) передачи; 8 – дифференциал; 9 – шестерня привода блокировочного валика; 10 – блокировочный валик; 11 – блокировочная шестерня-каретка

На схеме, представленной на рис. 6.6,а, блокировка дифференциала осуществляется с помощью зубчатой муфты 4, соединяющей между собой корпус 2 дифференциала и полуосевую шестерню 3. Такой способ блокировки дифференциала получил широкое распространение на тракторах и автомобилях повышенной проходимости. Однако он не позволяет заблокировать дифференциал при движении машины.

Более перспективна блокировка дифференциала с помощью фрикционного сцепления 6 (рис. 6.6,б), которое при включении соединяет между собой ось 5 вращения сателлитов и полуосевую шес-

терню 3. Такой способ в отличие от предыдущего позволяет блокировать дифференциал при движении машины и широко применяется на тракторах. В результате существенно повышается ее проходимость.

Блокировка дифференциала с помощью специального блокировочного валика 10 (рис. 6.6,в), дополнительно устанавливаемого в трансмиссию, применяется на тракторах и осуществляется с помощью блокировочной шестерни-каретки 11, соединяющей левую и правую полуоси дифференциала через шестерни 7 конечной передачи. На тракторах также применяют блокировку дифференциала с помощью зубчатой муфты 4 (рис. 6.6,з), при включении которой блокируются левое и правое зубчатые колеса конечной (колесной) передачи 7, а следовательно, и полуоси дифференциала 8.

Принудительной блокировкой дифференциала необходимо пользоваться только кратковременно для преодоления возникших дорожных препятствий и для обеспечения требуемой маневренности машины при выполнении полевых и транспортных работ. Принудительная блокировка дифференциала в нормальных условиях эксплуатации приводит к интенсивному изнашиванию шин и, в ряде случаев, к потере управляемости машины. Особенно опасна принудительная блокировка дифференциала при выполнении транспортных работ в условиях гололеда. Здесь возможна полная потеря управляемости машины, что может привести к серьезной аварийной ситуации.

Дифференциалы повышенного трения к ведущему колесу, находящемуся в лучших условиях по сцеплению с опорной поверхностью, подводят крутящий момент больший на величину момента трения в дифференциале.

Дифференциалы повышенного трения широкое распространение получили на современных тракторах и автомобилях. На рис. 6.7 представлена схема шестеренного дифференциала повышенного трения переднего ведущего моста тракторов МТЗ. Дифференциал является самоблокирующимся, так как его момент трения пропорционален моменту, подводимому к корпусу 2 дифференциала. Это достигается следующим образом. При работе дифференциала крутящий момент от корпуса 2 передается на оси 3 и 9 вращения сателлитов, сателлиты 4, полуосевые шестерни 5 и далее на полуоси 8. На концах осей 3 и 9 вращения сателлитов под углом 120° выполнены скосы, соответственно которым в корпусе 2 дифференциала выполнены гнезда - пазы.

Возникающие при передаче крутящего момента на скосах корпуса 2 и осей вращения сателлитов осевые силы перемещают ось 3 влево, а ось 9 вправо. В результате сателлиты 4 перемещают нажимные стаканы 6 и сжимают комплекты блокировочных фрикционных

дисков 7, создавая дополнительное трение в дифференциале. При этом, величина момента трения в дифференциале пропорциональна моменту, подводимому к его корпусу. Крутящий момент от корпуса дифференциала на полуосевые шестерни передается двумя потоками: первый поток - через оси вращения сателлитов 3 и 9, сателлиты 4 на полуосевые шестерни 5; второй поток – через корпус 2, комплект блокировочных фрикционных дисков 7 на полуосевые шестерни 5. В результате у данного дифференциала момент на отстающей полуоси увеличивается на величину момента трения в дифференциале.

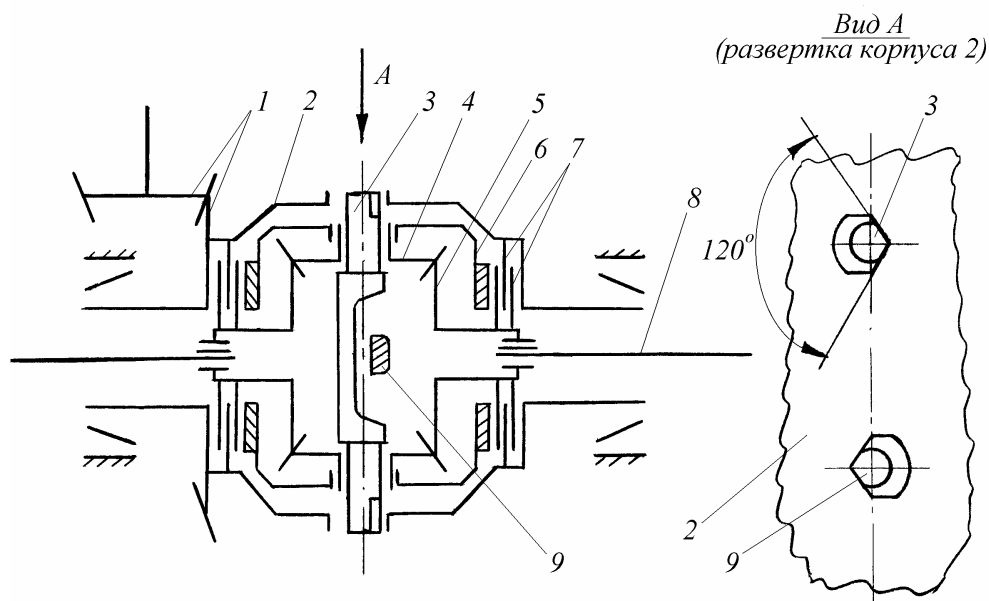


Рис. 6.7. Схема дифференциала повышенного трения тракторов МТЗ:

1 – центральная передача; 2 – корпус дифференциала; 3 и 9 – оси вращения сателлитов; 4 – сателлит; 5 – полуосевая шестерня; 6 – нажимной стакан; 7 - комплект блокировочных фрикционных дисков; 8 – полуось дифференциала

Это свойство дифференциала является положительным, так как при малых сопротивлениях движению трактора (движение по хорошей дороге) в дифференциале создается малый момент трения. При увеличении сопротивления движению пропорционально возрастает момент трения в дифференциале.

Таким образом, дифференциал автоматически приспособливается к фону опорной поверхности, по которому движется машина. При этом в случае эксплуатации машины на твердой опорной поверхности (асфальт, бетон) ввиду малого момента трения в дифференциале сопротивление относительно проворачиванию его полуосей 8 незначительное. Следовательно, дифференциал оказывает очень малое влияние на интенсивность изнашивания шин. Отличительной особенностью различных схем шестеренных дифференциалов повышенного

трения является способ создания сил, сжимающих комплекты блокировочных фрикционных дисков. В рассмотренной схеме силы создаются на скосах, выполненных на концах осей 3 и 9 вращения сателлитов под углом 120° .

На рис. 6.8 показан дифференциал, в котором сжатие комплектов блокировочных фрикционных дисков 1 осуществляется за счет осевых сил в зацеплении полуосевых шестерен 2 с сателлитами 3. Полуосевые шестерни 2 под действием осевых сил перемещаются и сжимают комплекты блокировочных фрикционных дисков. При этом сила сжатия дисков пропорциональна подводимому к корпусу дифференциала крутящему моменту.

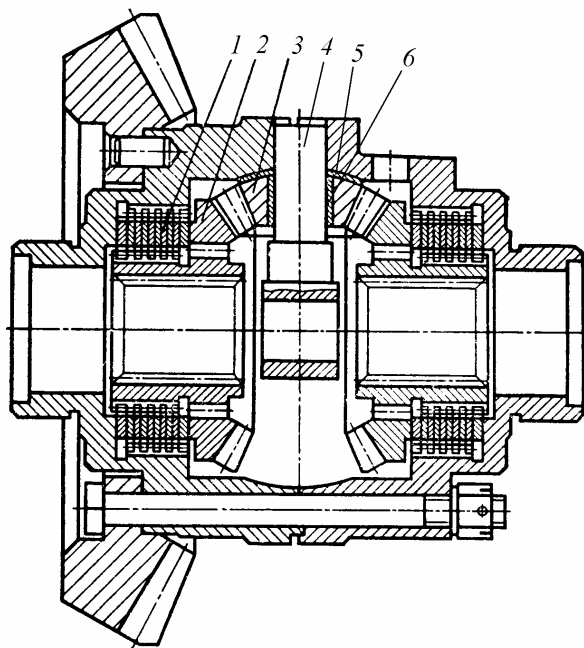


Рис. 6.8. Шестеренный дифференциал повышенного трения:

1 – комплект блокировочных фрикционных дисков; 2 – полуосевая шестерня; 3 – сателлит; 4 – крестовина; 5 – опорная шайба сателлита; 6 – втулка сателлита

Червячные и кулачковые дифференциалы не получили широкого распространения на тракторах и автомобилях из-за высокого момента трения и связанного с ним большого износа шин, низкой

надежности, высокой стоимости и повышенного расхода топлива на передвижение машины. Поэтому их конструкции в учебнике не рассматриваются.

Механизмы распределения мощности с муфтами свободного хода иногда применяют в ведущих мостах современных тракторов и автомобилей. Эти механизмы не имеют никакого отношения к дифференциалам, так как связь между частотами вращения их звеньев не описывается уравнением кинематики трехзвенного дифференциального механизма. Однако в настоящее время их иногда ошибочно называют дифференциалами. Эти механизмы позволяют левой и правой полуосям вращаться вместе с одинаковой угловой скоростью и отключать одну полуось, передавая весь крутящий момент от корпуса на другую.

Такой механизм (рис. 6.9,а) состоит из корпуса, образованного двумя чашками 1 и 4, ведущей муфты 2, кольца 7 ведущей муфты,

двух ведомых полумуфт 5 с разрезными кольцами 6, двух ступиц 10 и пружин 9 со стаканами. Ведомые полумуфты 5 пружинами 9 постоянно поджимаются к ведущей муфте 2.

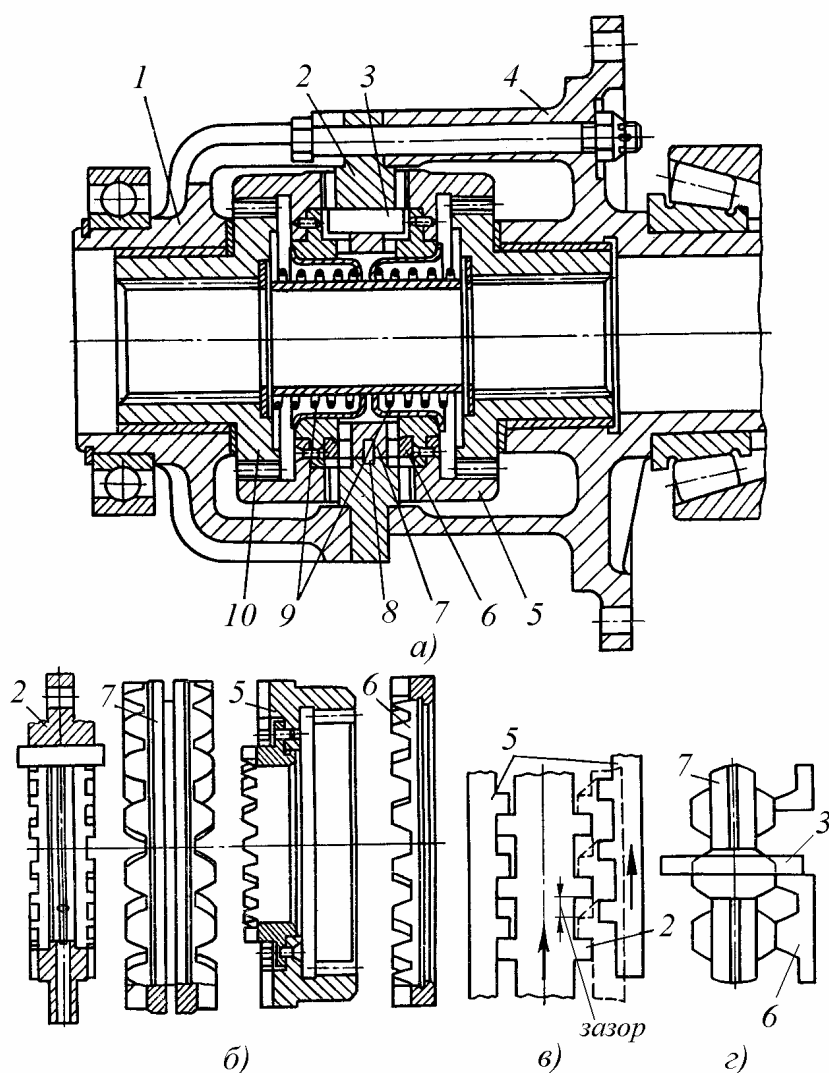


Рис. 6.9. Механизм распределения мощности с муфтами свободного хода:
a – конструкция; *б* – основные детали; *в* – положение ведущей муфты и ведомых полумуфт при повороте машины; *г* – положение разрезного кольца и кольца ведущей муфты при повороте машины; 1, 4 – чашки; 2 – ведущая муфта; 3 – шпонка; 5 – ведомая полумуфта; 6 – разрезное кольцо; 7 – кольцо ведущей полумуфты; 8 – пружинное кольцо; 9 – пружины; 10 – ступицы

На торцовых поверхностях ведущей муфты 2 нарезаны радиально расположенные зубья прямоугольного сечения. В ее отверстие вставлено кольцо 7, удерживаемое от осевого смещения пружинным кольцом 8, а от проворачивания шпонкой 3. На торцовых поверхностях кольца 7 ведущей муфты нарезаны зубья трапецеидального профиля. В зацеплении с ведущей муфтой 2 находятся две ведомые полумуфты 5, прижимаемые к ней пружинами 9 и имеющие на торцовых поверхностях, обращенных к ведущей муфте, по два ряда кон-

центрически расположенных зубьев.

Верхний ряд зубьев имеет прямоугольное сечение профиля и входит в зацепление с зубьями ведущей муфты 2 (рис. 6.9,б). Нижний ряд с зубьями трапецеидальной формы входит в зацепление с зубьями кольца 7 ведущей муфты. На каждой ведомой полумуфте 5 посажено разрезное пружинное кольцо 6 с торцовыми зубьями трапецеидальной формы и входящими в зацепление с зубьями кольца 7 ведущей полумуфты. Для ограничения угла поворота кольца 6 относительно ведущей муфты 2 служит шпонка 3, находящаяся в прорези кольца. Ступицы 10 связывают ведомые полумуфты с полуосями.

При прямолинейном движении машины ступицы 10 полностью заблокированы и вращаются со скоростью ведомого колеса центральной (главной) передачи. При этом крутящий момент передается зубьями ведущей муфты 2 на верхний ряд зубьев прямоугольного сечения ведомых полумуфт 5 и далее на ступицы 10 и полуоси, связанные с ведущими колесами машины.

Аналогично положение ведущей муфты 2 и ведомых полумуфт 5 при движении трактора накатом вперед и назад, а также назад под действием тягового усилия (здесь меняется только рабочая сторона контакта зубьев).

При движении машины на повороте наружная относительно центра поворота полумуфта 5 стремиться вращаться быстрее, чем внутренняя и корпус механизма (рис. 6.9,в). В результате она в начале разгружается от передаваемого усилия и далее проворачивается вперед относительно ведущей муфты 2 в пределах зазора между зубьями прямоугольного сечения.

Но так как нижний ряд зубьев ведомой полумуфты 5 находится в зацеплении с зубьями кольца 7, то поворот полумуфты вперед сопровождается выходом ее из зацепления с кольцом: происходит перемещение зубьев наружной полумуфты 5 относительно зубьев кольца 7 вследствие их трапецеидальной формы. При этом наружная полумуфта 5 перемещается в осевом направлении относительно ведущей муфты 2, сжимая пружину 9. В результате верхний ряд зубьев прямоугольного профиля ведомой полумуфты 5 выходит из зацепления с зубьями ведущей муфты 2.

Одновременно с отключением ведомой полумуфты выходит из зацепления и расположенное на ней разрезное кольцо 6 (см. рис. 6.9,з), которое, повернувшись вместе с полумуфтой в пределах ширины прорези (на половину шага зубьев), будет остановлено шпонкой 3 в тот момент, когда вершины его зубьев расположатся строго напротив вершин зубьев кольца 7. Такое положение кольца 6 удерживает от включения наружную полумуфту 5, которая свободно вращается с уг-

ловой скоростью, определяемой скоростью вращения забегающего колеса машины при повороте. При выходе из поворота угловая скорость вращения наружной полумуфты 5 уменьшается и она за счет сил трения поворачивает разрезное кольцо 6, которое при этом сходит с вершин зубьев кольца 7 и вместе с ней под действием пружины 9 входит в зацепление с зубьями ведущей муфты 2 и ее кольца 7.

Таким образом, на протяжении всего поворота крутящий момент на полуось забегающего колеса не передается. При движении накатом на повороте происходит отключение полуоси отстающего колеса аналогично предыдущему случаю.

Работа механизма на поворотах при движении машины назад не отличается от работы на поворотах при движении вперед.

Уход за дифференциалами. Техническое обслуживание дифференциалов неразрывно связано с техническим обслуживанием главной передачи колесной машины.

В зависимости от конструкции дифференциалов и их блокировочных механизмов может производиться периодическая регулировка зацепления конических шестерен и их блокировочных устройств.

Внешним признаком ненормальной работы дифференциала является повышенный уровень шума его шестерен при повороте машины, что указывает на нарушение их зацепления, вследствие износа зубьев и опорных шайб 19 под торцами сателлитов (см. рис. 6.2).

В механизмах распределения мощности с муфтами свободного хода возможно смятие и изнашивание торцовых зубьев силопередающих и управляющих звеньев или поломки храповиков. При подобных дефектах необходима замена соответствующих деталей.

6.3. Конечные (колесные) передачи

Конечной (колесной) передачей называется агрегат трансмиссии, размещенный между ведущим колесом и дифференциалом у автомобиля и колесного трактора или ведущим колесом и механизмом поворота у гусеничного трактора. Число конечных (колесных) передач машины зависит от количества ее ведущих колес. У тракторов всегда имеется конечная (колесная) передача, а у автомобилей чаще всего она отсутствует.

Конечные (колесные) передачи служат для увеличения общего передаточного числа трансмиссии и в ряде случаев для обеспечения нужного дорожного просвета машины.

Конечные (колесные) передачи классифицируют:

п о т и п у п е р е д а ч и - шестеренные и цепные. Цепные конечные передачи имеют ограниченное применение, как правило, в

специальных тракторах для работы с высокостебельными культурами и в порталных тракторах;

по виду шестеренной передачи - шестеренные с неподвижными осями валов, планетарные и комбинированные;

по кинематической схеме - одинарные и двойные;

по размещению передачи - размещенные внутри корпуса ведущего моста, в отдельных картерах, жестко или шарнирно соединенных с ведущими мостами, с комбинированным размещением, когда одна ступень передачи размещена в корпусе ведущего моста, а другая - в отдельном картере. На гусеничных тракторах конечные (колесные) передачи всегда размещаются в отдельных картерах:

Конструкция конечных (колесных) передач определяется назначением автомобиля или трактора, их массой и типом двигателя. Принципиальные кинематические схемы конечных (колесных) передач представлены на рис. 6.10.

Наиболее распространенными являются одинарные конечные (колесные) передачи с неподвижными осями валов и цилиндрическими шестернями с внешним зацеплением (рис. 6.10,а) с передаточным числом $u_{\text{кон}} = 4...7$. При необходимости получения большого передаточного числа ($6 \leq u_{\text{кон}} \leq 12$) или большого дорожного просвета применяют двойные конечные (колесные) передачи с неподвижными осями валов (рис. 6.10,б).

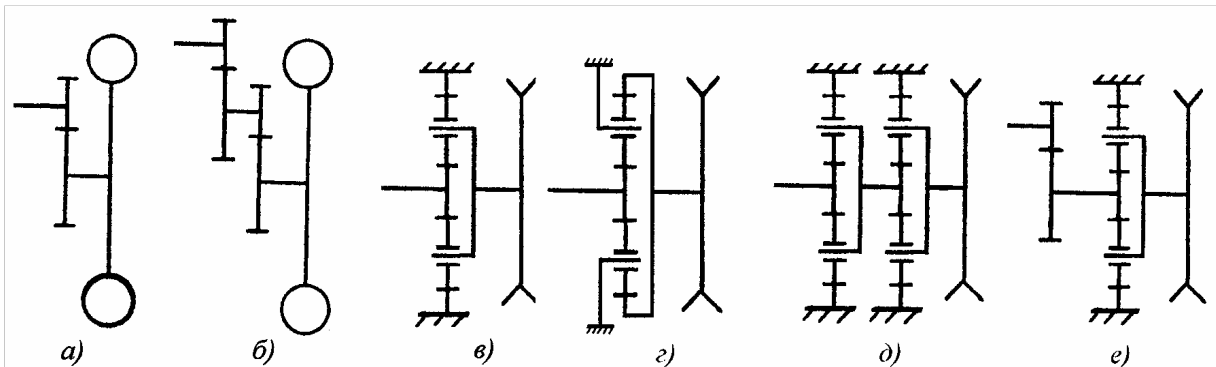


Рис. 6.10. Кинематические схемы конечных (колесных) передач:

а - одинарная с неподвижными осями валов; б - двойная с неподвижными осями валов; в, г - одинарная планетарная; д - двойная планетарная; е - двойная комбинированная

Конические шестерни используют в конечных (колесных) передачах передних ведущих управляемых мостов универсально-пропашных тракторов классической компоновки.

Одинарные планетарные конечные (колесные) передачи (рис. 6.10,в и г) применяют на грузовых автомобилях и особо мощных колесных и гусеничных тракторах, а комбинированные (рис. 6.10,е)

только на тракторах. Это связано с тем, что при одинаковых передаточных числах с конечными передачами с неподвижными осями валов (рис. 6.10, *a* и *б*) у планетарных конечных передач меньше габаритные размеры, выше КПД из-за передачи части мощности в переносном движении без потерь (рис. 6.10, *в* и *е*) и полностью разгружены подшипники центральных звеньев планетарных рядов.

Двойные планетарные конечные (колесные) передачи (рис. 6.10, *д*) не получили распространения на отечественных автомобилях и тракторах. Однако их применение в перспективе возможно на сверхмощных гусеничных промышленных тракторах.

Изменение дорожного просвета с помощью конечной (колесной) передачи показано на рис. 6.11 и применяется только на некоторых тракторах. При нижнем положении зубчатого колеса 4 конечной (колесной) передачи относительно шестерни 3 под трактором обеспечивается максимальный дорожный просвет H (см. рис. 6.11, *a*). При повороте картера 2 конечной (колесной) передачи относительно корпуса 1 ведущего моста на угол γ колесо 4 обкатывается относительно шестерни 3 (рис. 6.11, *б*). В результате дорожный просвет под трактором уменьшается на величину Δh . Таким образом, изменяя положение картера конечной (колесной) передачи относительно корпуса ведущего моста, можно изменять дорожный просвет под трактором.

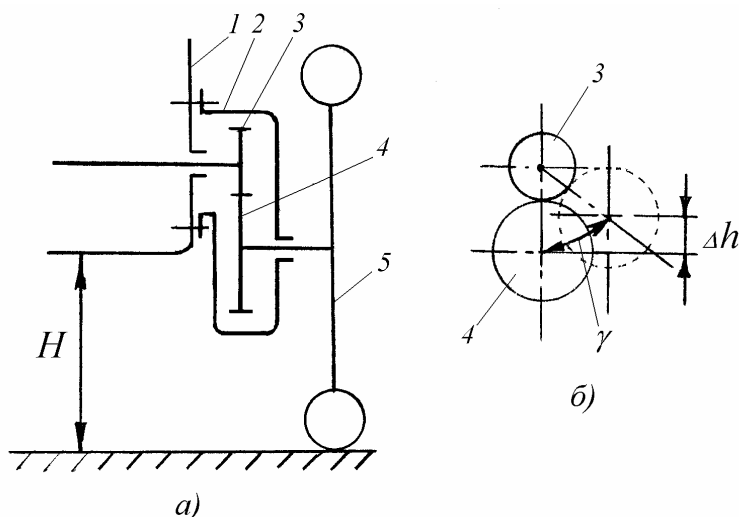


Рис. 6.11. Изменение дорожного просвета с помощью конечной (колесной) передачи:

a – схема установки конечной (колесной) передачи на трактор; *б* – положение зубчатых колес при изменении дорожного просвета; 1 – корпус ведущего моста; 2 – картер конечной (колесной) передачи; 3 и 4 – соответственно шестерня и колесо конечной (колесной) передачи; 5 – ведущее колесо трактора

Смазывание деталей конечной (колесной) передачи осуществляется разбрызгиванием масла, залитого в ее картер. Конечные

(колесные) передачи, установленные в корпусе заднего моста трактора (см. рис. 6.б,б, в и г), имеют общую масляную ванну с механизмом главной передачи.

Выходной вал конечной (колесной) передачи располагается близко относительно опорной поверхности, по которой движется автомобиль или трактор. В результате возрастает вероятность попадания пыли и грязи в картер, где находится конечная (колесная) передача. Это приводит к снижению долговечности зубчатых колес и подшипников в результате их абразивного изнашивания. Поэтому в конечных (колесных) передачах применяют самоподжимные радиальные и торцовые уплотнения с лабиринтной, пыльниковой или смешанной защитой от прямого попадания к ним абразивной среды.

На рис. 6.12 представлен ведущий мост колесной машины с одинарными конечными (колесными) передачами. Конечная (колесная) передача представляет собой планетарный ряд, в котором эпициклическая шестерня 2 неподвижна. С помощью шлицевой ступицы она закреплена на трубе 16, запрессованной в кожух 27 полуоси дифференциала. Ведущая солнечная шестерня 4 плавающего типа закреплена на полуоси 17 дифференциала.

Ведущее колесо машины шпильками 8 крепится к водилу 9, являющемуся одновременно картером конечной передачи. Водило крепится к ступице 11, вращающейся на роликовом 10 и двух шариковых 15 подшипниках. К ступице 11 крепится тормозной барабан 12. Сателлиты 5 с роликоподшипниками 7 консольно установлены на осях 6, запрессованных в картере конечной передачи.

Смазывание конечной передачи осуществляется маслом, заливаемым в картер через отверстие, закрываемое пробкой 3. Контроль за уровнем масла в картере осуществляется при нижнем положении пробки 3. При замене масла его слив из картера осуществляется через отверстие, закрываемое пробкой 1.

Конечная передача не требует регулировок при сборке и в эксплуатации.

Уход за конечными (колесными) передачами сводится к повседневному контролю за уровнем масла в их картерах, периодической смене его в сроки, указанные в инструкции, к предотвращению вытекания масла через уплотнения, подтяжке креплений картеров к корпусу ведущего моста.

6.4. Ведущие полуоси

Полуосью называют вал трансмиссии, соединяющий дифференциал с ведущими колесами при отсутствии на машине конечной (колесной) передачи или с ведущей шестерней конечной (колесной) передачи, если она имеется на машине.

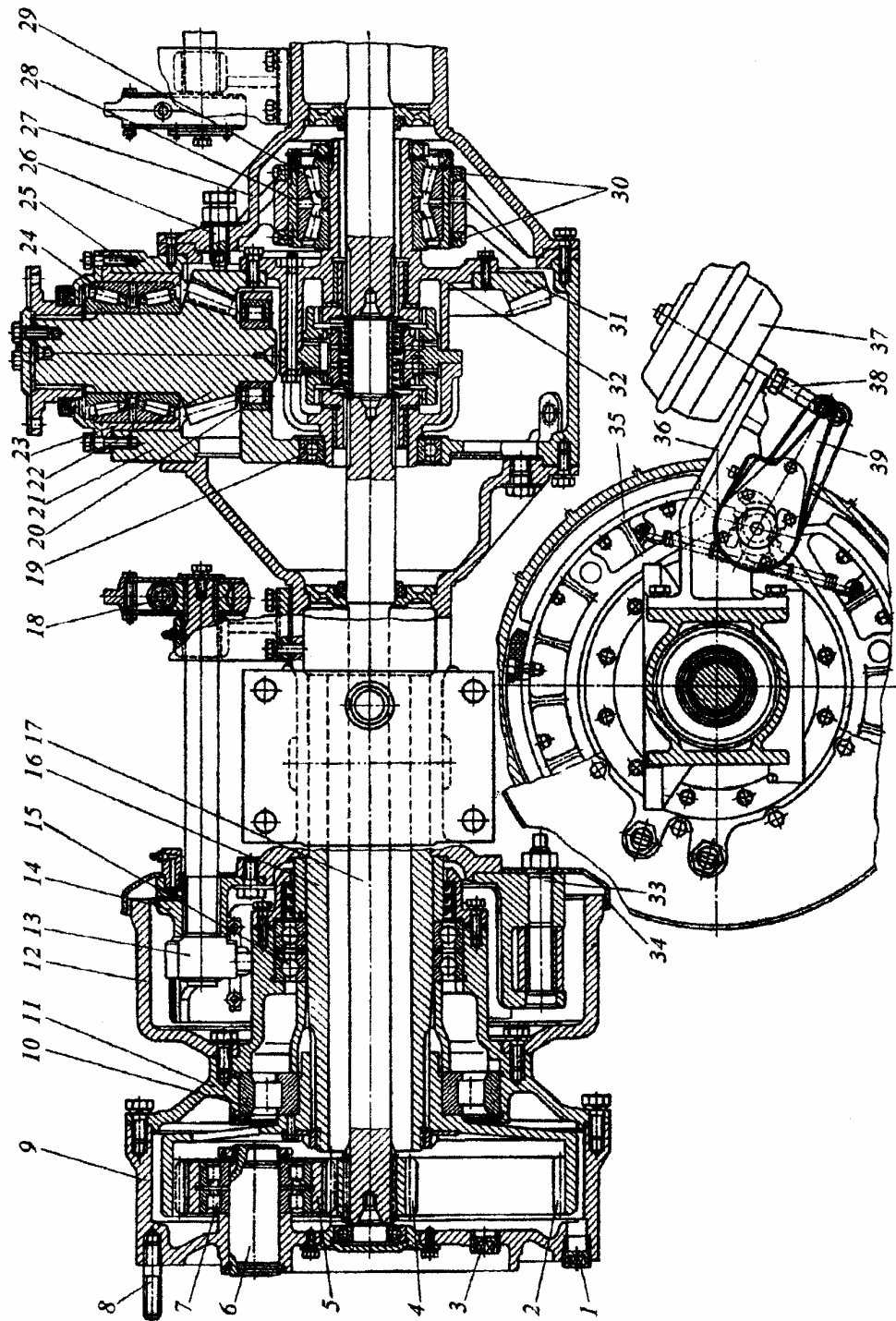


Рис. 6.12. Ведущий мост колесной машины:

1 - сливная пробка; 2 - эллиптическая шестерня; 3 - заливная пробка; 4 - солнечная шестерня; 5 - сателлит; 6 - ось сателлита; 7, 10, 20 - роликовые подшипники; 8 - шпилька; 9 - водро; 11 - ступица; 12 - тормозной барабан; 13 - разжимной кулак; 14 - суппорт тормоза; 15, 19 - шариковые подшипники; 16 - труба; 17 - полуось; 18 - червяк; 21 - корпус ведущего моста; 22 - вал-шестерня главной передачи; 23 - стакан; 24, 29 - двойные конические роликоподшипники; 25 - регулировочные прокладки; 26 - регулировочный упор; 27 - кожух полуоси; 28 - стакан; 30 - регулировочные гайки; 31 - ведомое колесо центральной передачи; 32 - корпус обгонной муфты; 33 - эксцентрик; 34 - крышка; 35 - колодка тормоза; 36 - кронштейн; 37 - тормозная пневмокамера; 38 - шток; 39 - рычаг тормозного кулака

При движении колесной машины полуось кроме крутящего момента может нагружаться дополнительно изгибающими моментами от сил, действующих на ведущие колеса машины со стороны опорной поверхности при прямолинейном движении, на повороте, при торможении и заносе, а также от сил, действующих в зацеплении зубчатых колес конечной (колесной) передачи.

По характеру нагружения полуосей изгибающими моментами их разделяют на неразгруженные, полуразгруженные и полностью разгруженные.

Неразгруженная полуось (рис. 6.13,а) испытывает напряжения кручения и изгиба от всех видов реакций опорной поверхности на ведущее колесо 1 и от усилий на зубья ведомой шестерни конечной (колесной) передачи 3, если такая имеется на машине (используется только на тракторах малых тяговых классов).

Полуразгруженная полуось (рис. 6.13,б) кроме напряжений кручения испытывает напряжения изгиба от составляющих реакций опорной поверхности на ведущее колесо 1. От усилий на зубьях ведомой шестерни конечной (колесной) передачи 3, если она имеется на машине, полуось разгружена. Такая схема используется на легковых автомобилях, грузовых автомобилях малой грузоподъемности и на тракторах средних тяговых классов.

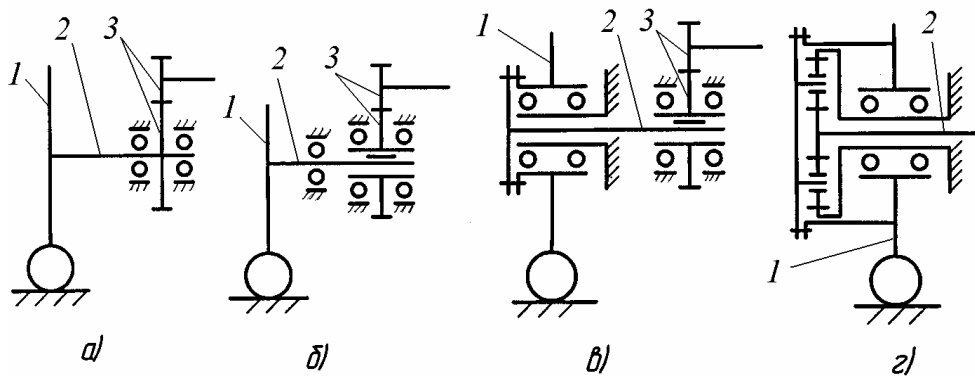


Рис. 6.13. Схемы установки полуосей:

а – неразгруженной; б – полуразгруженной; в, г – полностью разгруженной; 1 – ведущее колесо; 2 – полуось; 3 – шестерни конечной (колесной) передачи

Полностью разгруженная полуось (рис. 6.13,в и г) теоретически испытывает только напряжения кручения от крутящего момента, подводимого к ведущему колесу (рис. 6.13,в) или к конечной (колесной) передаче (рис. 6.13,г). В действительности в подобных конструкциях, вследствие упругих деформаций и неточностей изготовления, полуось испытывает напряжения изгиба, составляющие 15...20% от напряжений кручения. Полностью разгруженные полуоси

применяют на автобусах, грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности и на тракторах больших тяговых классов.

6.5. Особенности конструкции передних ведущих мостов колесных тракторов

Наиболее эффективным способом повышения тягово-сцепных качеств колесных тракторов является обеспечение привода ко всем колесам. Анализ тенденций развития мирового тракторостроения показывает, что такие тракторы являются более перспективными и быстрее находят своего потребителя.

На тракторах с одинаковыми ведущими колесами с шарнирной рамой передний и задний ведущие мосты, как правило, полностью унифицированы.

Конструкция такого моста представлена на рис. 6.12 и включает в себя центральную передачу, обгонную муфту, тормоза и конечную (колесную) передачу.

Центральная передача состоит из конических зубчатых колес с круговым зубом со средним нулевым углом наклона зубьев. Ведущий вал-шестерня 22 вращается в двойном коническом роликоподшипнике 24 и роликоподшипнике 20.

Положение вала-шестерни 22 регулируется комплектом прокладок 25, устанавливаемых под фланец стакана 23. Ведомое колесо 31 закреплено на корпусе 32 обгонной муфты, вращающегося в двойном коническом роликоподшипнике 29 и шарикоподшипнике 19.

Регулировка бокового зазора конической зубчатой пары осуществляется перемещением стакана 28 с закрепленным в нем подшипником 29 посредством поворота регулировочных гаек 30 в разные стороны, но на одинаковые углы. Регулировка предварительного натяга двойного конического роликоподшипника 24 и осевого зазора в подшипнике 29 выполняется аналогично, как и в конструкциях центральных (главных) передач с разнесенными коническими радиально-упорными подшипниками.

На тракторах, где передние ведущие колеса управляемые, корпуса конечных передач делаются поворотными вместе с колесами. В этом случае для привода передних ведущих и управляемых колес применяют карданную передачу или двойные конические конечные (колесные) передачи.

На тракторах классической компоновки для обеспечения необходимого дорожного и агротехнического просветов при малых размерах передних колес мосты выполняются порталной конструкции. В качестве примера рассмотрим передний ведущий мост трактора

МТЗ-82 (рис. 6.14), включающий центральную (главную) передачу 2, представляющую пару конических шестерен с круговым зубом, шестеренный симметричный самоблокирующийся дифференциал 3 повышенного трения и две двойные конечные (колесные) передачи с коническими шестернями. Регулировка конических радиально-упорных подшипников центральной (главной) передачи осуществляется гайкой 1 и комплектом регулировочных прокладок 5. Для регулировки зацепления шестерен центральной (главной) передачи служат комплекты регулировочных прокладок 27 и 4.

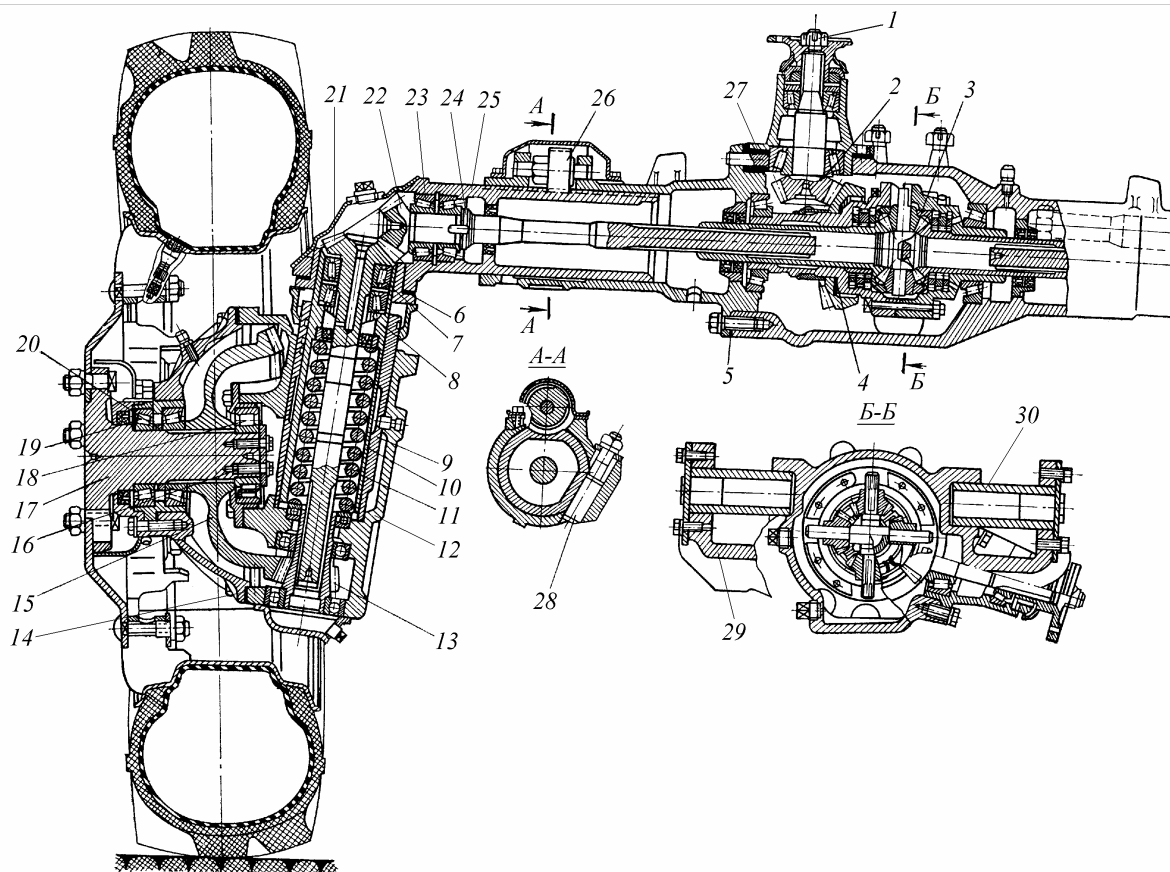


Рис. 6.14. Передний ведущий мост трактора МТЗ-82:

1, 8, 24 – гайки; 2 – центральная передача; 3 – дифференциал; 4 - 6, 14, 27 – регулировочные прокладки; 7, 18, 19, 23 – подшипники; 9 – гильза; 10 – шкворневая труба; 11 – пружина; 12 – нижний корпус конечной (колесной) передачи; 13 – шестерня; 15 – зубчатое колесо; 16 – болт; 17 – фланец; 20 – регулировочные кольца; 21 – вал с зубчатым венцом; 22 – зубчатый венец полуоси; 25 – верхний корпус конечной (колесной) передачи; 26 – винт; 28 – клинья; 29 – брус полурамы трактора; 30 – полая ось

Конечная (колесная) передача состоит из двух пар конических шестерен. Верхнюю пару образуют зубчатые венцы 22 полуоси дифференциала и вертикального вала 21. Полуось 22 соединена с полуосевой шестерней дифференциала, а вертикальный вал 21 – с ведущей шестерней 13 нижней пары конечной (колесной) передачи. Ведомое

колесо 15 установлено на шлицах фланца 17, выполняющего роль ступицы переднего ведущего колеса. Регулировка подшипников 19 осуществляется двумя регулировочными кольцами 20 и болтами 16. Шестерня 13 вращается на двух шариковых подшипниках.

Полуось вращается в двух конических радиально-упорных подшипниках 23, регулируемых гайкой 24. Вертикальный вал установлен на два конических радиально-упорных подшипника 7, регулировка которых осуществляется гайкой 8. Зацепление верхней конической пары регулируют разрезными прокладками 6, а нижней – разрезными прокладками 14. Корпуса 25 верхних конических пар могут перемещаться в рукавах переднего моста с помощью винтов 26, находящихся в зацеплении с рейкой, нарезанной на наружной поверхности корпусов. В результате обеспечивается возможность бесступенчатого регулирования ширины колеи передних колес, что необходимо при обработке междурядий пропашных культур. Корпуса 25 от осевых перемещений и проворачивания стопорятся клиньями 28. В нижний корпус 12 конечной (колесной) передачи запрессована гильза 9. Прикрепленный к корпусу рычаг, получающий движение на повороте от рулевой трапеции, поворачивает колеса трактора вместе с корпусом относительно шкворневой трубы 10, которая сопряжена с гильзой 9. Внутри шкворневой трубы установлена винтовая цилиндрическая пружина 11 подвески, нижним концом опирающаяся на упорный подшипник в корпусе 12, а верхним – на обойму сальника вертикального вала 21.

Корпус центральной (главной) передачи переднего ведущего моста соединен с брусом 29 полурамы трактора полыми осями 30 и может качаться относительно полурамы в вертикальной поперечной плоскости на определенный угол, ограниченный упорами. Крутящий момент к переднему мосту подводится от раздаточной коробки через карданную передачу.

6.6. Механизмы поворота гусеничных тракторов

Прежде чем рассматривать конструкции механизмов поворота остановимся на схеме поворота гусеничного трактора (рис. 6.15). Предположим, что трактор движется прямолинейно со скоростью V_T центра масс. При этом $V_T = V_1 = V_2$, где V_1 и V_2 - скорость соответственно левой и правой гусениц трактора.

Уменьшим скорость правой гусеницы V_2 до значения V_2' и нарисуем план скоростей трактора. В точке O центре поворота поступательная скорость равна нулю. Относительно этой точки трактор со-

вершает поворот с радиусом R - расстояние от центра поворота O до центра масс ($ц.м.$) трактора.

Таким образом, движение гусениц трактора на повороте состоит из двух движений:

- поступательного со скоростями V_1 и V_2 соответственно левой и правой гусениц;
- вращательного этих гусениц вокруг полюсов поворота соответственно O_1 и O_2 с угловой скоростью $\omega_{тр}$.

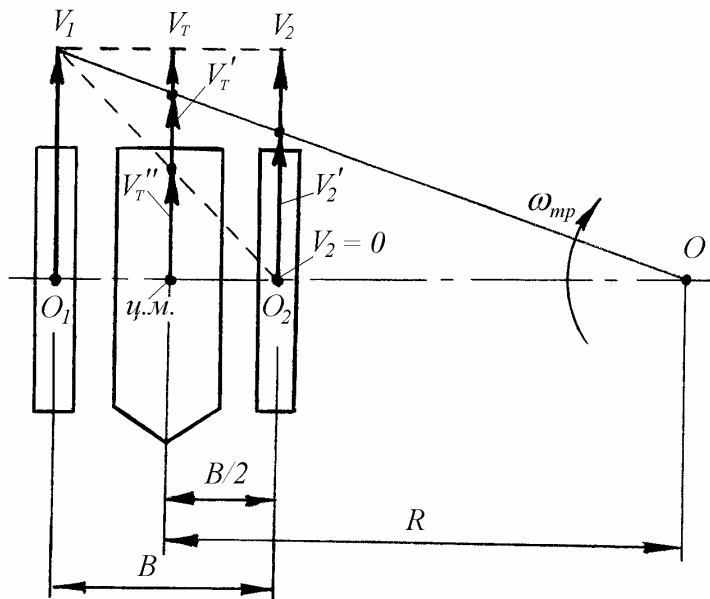


Рис. 6.15. Схема поворота гусеничного трактора

Из представленной схемы следует, что для обеспечения поворота гусеничного трактора необходимо иметь механизм, обеспечивающий изменение поступательных скоростей движения левой и правой гусениц так, чтобы $V_1 \neq V_2$, т. е. механизм поворота, придающий левой и правой гусенице различные скорости движения.

Механизм, предназначенный для регулирования скоростей движения гусениц и позволяющий трактору выполнять повороты, называют механизмом поворота (МП). Он представляет собой, как правило, самостоятельный агрегат, размещенный за центральной (главной) передачей и распределяющий поток мощности между гусеницами. В некоторых случаях функцию МП могут выполнять другие агрегаты трансмиссии трактора, например КП.

Классификация механизмов поворота осуществляется:

по методу подвода мощности к гусеницам - одно- и двухпоточные МП. В однопоточных МП мощность от двигателя к гусеницам подводится одним потоком, в двухпоточных - двумя потоками. В тракторах более широкое распространение получили однопоточные МП;

по числу фиксируемых радиусов поворота - одно-, двух-, многоступенчатые и бесступенчатые МП;

по кинематическому признаку различают:

МП первого типа, которые обеспечивают поворот трактора без снижения скорости центра масс;

МП второго типа, которые сохраняют при повороте скорость забегающей гусеницы постоянной и равной скорости прямолинейного движения до поворота;

МП третьего типа, обеспечивающие поворот трактора со снижением поступательной скорости забегающей гусеницы.

Некоторые МП по кинематическому признаку относятся одновременно к первому и второму типу. МП третьего типа в тракторах не применяются в виду большого снижения скорости центра масс на повороте и, следовательно, производительности тракторного агрегата. Самое широкое применение в тракторах получили МП второго типа;

по типу МП различают:

с многодисковыми фрикционными муфтами (бортовыми фрикционами);

с планетарными механизмами;

с двумя параллельными КП (бортовыми КП);

с дифференциальными механизмами.

В современных тракторах применяют первые три типа МП.

Конструкции механизмов поворота. Механизм поворота с многодисковыми фрикционными муфтами (бортовыми фрикционами) (рис. 6.16) размещается между центральной 1 и конечной 2 передачами трактора. МП состоит из двух многодисковых фрикционных муфт Φ_1 и Φ_2 (далее по тексту фрикционов) и двух остановочных тормозов T_{01} и T_{02} . Управление поворотом трактора осуществляется четырьмя элементами: двумя фрикционами Φ_1 и Φ_2 и двумя тормозами T_{01} и T_{02} .

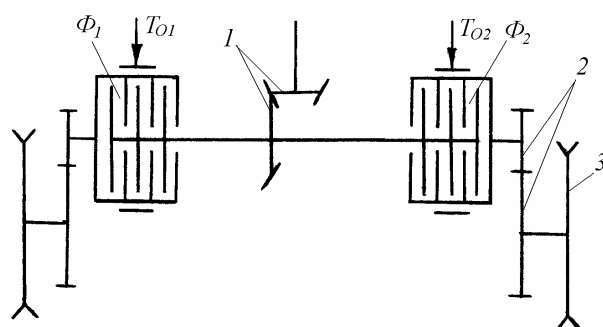


Рис. 6.16. Механизм поворота с многодисковыми фрикционными муфтами

са 3 трактора. Поскольку между ведущими колесами трактора существует жесткая кинематическая связь, то он движется прямолинейно.

Рассмотрим работу МП при повороте трактора направо. Здесь возможны два случая.

При прямолинейном движении трактора фрикционы Φ_1 и Φ_2 включены, а тормоза T_{01} и T_{02} выключены. В результате крутящий момент от центральной передачи 1 передается через фрикционы Φ_1 и Φ_2 и далее через шестерни конечной передачи 2 на левое и правое ведущие колеса

1. Поворот трактора со свободным радиусом (радиус поворота трактора изменяется в зависимости от изменения силы сопротивления качению правой гусеницы).

Для его осуществления отключается правый фрикцион Φ_2 . В результате прекращается подвод мощности к правой гусенице, скорость ее уменьшается по не известному закону и трактор поворачивает направо со свободным радиусом. Схема поворота трактора с данным МП представлена на рис. 6.15. Предположим, что в какой-то момент времени скорость правой гусеницы будет иметь значение V_2' . Тогда скорость центра масс трактора уменьшится до значения V_T'' . Следовательно, данный МП при повороте трактора снижает скорость центра масс и по кинематическому признаку относится к МП второго типа.

2. Поворот трактора направо с заданным фиксируемым радиусом $R = R_{\min} = B/2$, где B - поперечная база трактора. Для этого необходимо последовательно после отключения правого фрикциона Φ_2 (рис. 6.16) включить правый остановочный тормоз T_{02} , что приведет к остановке правой гусеницы и повороту трактора на месте вокруг этой гусеницы. На схеме поворота трактора (см. рис. 6.15) видно, что в данном случае скорость центра масс трактора снижается до значения $V_T'' = V_T/2$ (в два раза меньше, чем при прямолинейном движении).

Механизм поворота с многодисковыми фрикционными муфтами отличается простотой конструкции. Но вместе с тем он имеет низкую долговечность фрикционных муфт при условии их работы в сухую и большие габариты. Однако он получил широкое применение даже в мощных и сверхмощных гусеничных тракторах, где применяют многодисковые фрикционы и тормоза, работающие в масле.

Одноступенчатый планетарный МП (рис. 6.17) состоит из двух планетарных рядов, размещенных между центральной I и конечной b передачами трактора, двух остановочных T_{01} и T_{02} и двух поворотных $T_{П1}$ и $T_{П2}$ тормозов. Он может выполняться с разнесенными планетарными рядами (рис. 6.17,а) и с планетарными рядами, выполненными в одном общем корпусе (рис. 7.17,б). Последний вариант часто используется в случае применения сухих тормозов, когда в корпусе заднего моста выполняются герметичные перегородки для исключения попадания масла в полость, где размещаются тормоза.

Привод управления тормозами выполнен так, что при отсутствии воздействия тракториста на органы управления поворотом поворотные тормоза $T_{П1}$ и $T_{П2}$ всегда включены, а остановочные тормоза T_{01} и T_{02} выключены. Поворотные тормоза связаны с солнечными

шестернями 5 планетарных рядов и удерживают их в заторможенном состоянии. В результате при прямолинейном движении трактора крутящий момент от центральной передачи 1 на ведущие колеса 7 передается через эпициклические шестерни 3, сателлиты 4, которые обкатываются вокруг неподвижных солнечных шестерен 5, и далее через водила 2 и конечные передачи 6.

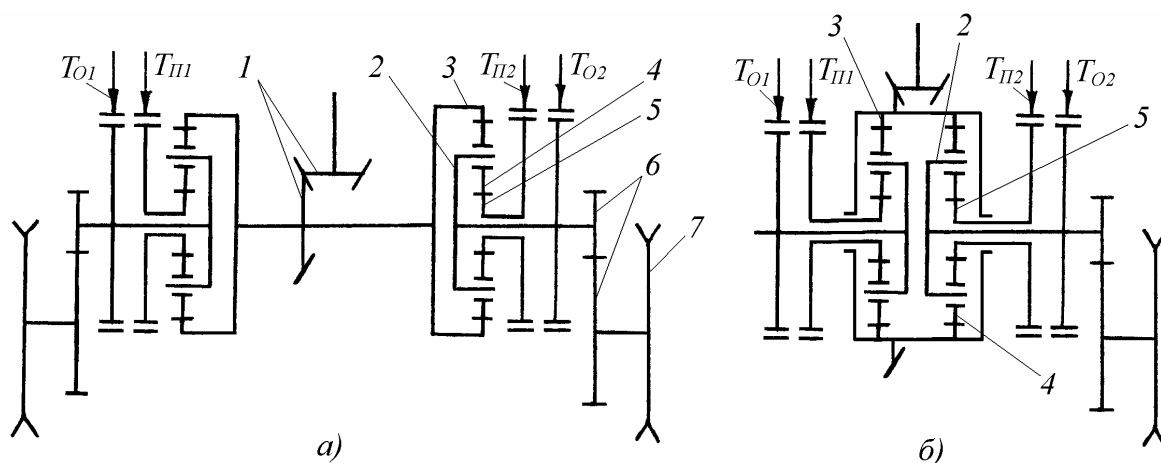


Рис. 6.17. Одноступенчатый планетарный механизм поворота:

а – с разнесенными планетарными рядами; *б* – с планетарными рядами, установленными в одном общем корпусе; 1 – центральная передача; 2 – водило; 3 – эпициклическая шестерня; 4 – сателлит; 5 – солнечная шестерня; 6 – конечная передача; 7 – ведущее колесо

Водила 2 левого и правого планетарных рядов вращаются медленнее эпициклических шестерен 3, так как передаточное число механизма поворота $u_{МП} > 1$.

В существующих конструкциях одноступенчатых планетарных МП передаточное число МП $u_{МП} = 1,33...1,5$. Следовательно, МП увеличивает общее передаточное число трансмиссии трактора, что позволяет уменьшить передаточные числа других агрегатов трансмиссии и облегчить условия их работы. При этом обеспечивается устойчивость прямолинейного движения трактора.

При повороте трактора направо возможны два случая.

1. Поворот трактора со свободным радиусом. Для его осуществления отключается правый поворотный тормоз $T_{П2}$. В результате солнечная шестерня 5 правого планетарного ряда освобождается и начинает свободно вращаться. Планетарный ряд преобразуется в дифференциальный механизм, что исключает передачу через него мощности к ведущему колесу 7, а следовательно, к правой гусенице.

2. Поворот направо с заданным фиксированным радиусом $R = R_{\min} = B/2$. Для этого необходимо последовательно после отклю-

чения правого поворотного тормоза $T_{П2}$ включить правый остановочный тормоз T_{O2} , что приведет к остановке правой гусеницы и повороту трактора на месте вокруг этой гусеницы.

Основными достоинствами одноступенчатого планетарного МП являются:

- компактность конструкции;
- наличие передаточного числа $u_{МП} > 1$, позволяющего уменьшить передаточные числа других агрегатов трансмиссии, что облегчает условия их работы.

Недостатком такого МП являются повышенные требования к качеству изготовления планетарных рядов.

Одноступенчатый планетарный МП получил широкое применение в отечественных гусеничных тракторах.

МП с бортовыми коробками передач (рис. 6.18) применяется как на сельскохозяйственных тракторах общего назначения, так и на промышленных тракторах. МП состоит из двух параллельных (бортовых) КП и двух остановочных тормозов T_{O1} и T_{O2} . Переключение передач в КП осуществляется с помощью фрикционных муфт с гидроподжатием.

Здесь возможны *три случая поворота трактора* (направо).

1. Поворот со свободным радиусом R . Для этого отключается фрикционная муфта с гидроподжатием в $КП_1$, что приводит к разрыву потока мощности к правой гусенице и повороту трактора направо со свободным радиусом.

2. Поворот с заданным фиксированным радиусом $R = R_{\min} = B/2$. Он осуществляется отключением фрикционной муфты с гидроподжатием в $КП_1$ и последовательным включением остановочного тормоза T_{O1} .

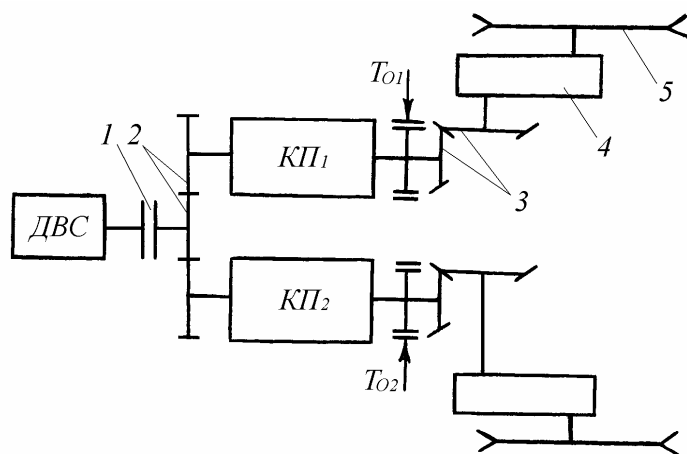


Рис. 6.18. Структурная кинематическая схема гусеничного трактора с двумя бортовыми КП:

1 - ФС; 2 - раздаточный редуктор; 3 - центральная передача; 4 - конечная передача; 5 - ведущее колесо; ДВС - двигатель внутреннего сгорания; $КП_1$ и $КП_2$ - соответственно КП правого и левого бортов трактора; T_{O1} и T_{O2} - остановочные тормоза соответственно правого и левого бортов

3. Поворот с несколькими заданными фиксированными радиусами $R > R_{\min}$. Для этого одновременно включаются различные передачи в $KП_1$ и $KП_2$. Поворот возможен как с постоянной скоростью центра масс (МП первого типа), так с ее уменьшением (МП второго типа) и увеличением. Однако поскольку поворот трактора с данным МП чаще выполняется с уменьшением скорости центра масс, его относят к МП второго типа. Если в $KП_1$ и $KП_2$ предусмотрен полный реверс, то данный МП позволяет разворачиваться трактору на месте вокруг центра масс. Для этого левая и правая гусеницы трактора должны вращаться в разные стороны, но с одинаковыми угловыми скоростями. При этом радиус поворота трактора $R = 0$.

МП с бортовыми КП обладает всеми достоинствами ранее рассмотренных выше, дополнительно обеспечивает получение нескольких заданных фиксированных радиусов поворота трактора и разворот его на месте вокруг центра масс. При этом существенно улучшается управляемость трактора.

К недостаткам МП следует отнести сложность конструкции и высокую стоимость.

МП с бортовыми КП применяют в сельскохозяйственном тракторе общего назначения Т-150 и в промышленном тракторе Т-330.

Управление механизмами поворота гусеничных тракторов. Управление многодисковыми фрикционными муфтами поворота (бортовыми фрикционами) и тормозами осуществляется системой тяг, рычагов и педалей, приводимой в действие трактористом из кабины трактора. Управление бортовыми фрикционами и поворотными тормозами планетарных МП производится рычагами. Остановочные тормоза управляются чаще всего ножными педалями с защелками для фиксации их в затянутом положении.

Каждый борт трактора имеет отдельное управление. Чтобы сократить число органов управления, в некоторых тракторах управление обоими бортовыми фрикционами и остановочными тормозами осуществляют одним рычагом. Такая система применена на тракторе Т-130 (рис. 6.19).

Отклоняя рычаг управления 1 влево или вправо, через коромысло 5 и Г-образные рычаги 3 и 4 выключают фрикцион левого или правого бортов. Передвигая отклоненный рычаг на себя, через рычаги 7 , 6 и 2 затягивают соответствующий поворотный тормоз. При перемещении рычага 1 на себя двуплечий рычаг 7 затягивает сразу два поворотных тормоза, не выключая бортовые фрикционы. В данном случае поворотные тормоза выполняют функцию стояночных. В таком

положении (включение стояночных тормозов) рычаг может фиксироваться защелкой.

На тракторе Т-150 для управления поворотом применяют рулевое колесо, которое управляет клапанами плавного сброса давления масла из бустеров включенных фрикционных муфт с гидроподжатием в КП. При его повороте на угол меньше 42° происходит постепенное выключение гидроподжимной муфты борта, в сторону которого поворачивают рулевое колесо. При дальнейшем его вращении (более 42°) затягивается тормоз этого борта и трактор совершает крутой поворот.

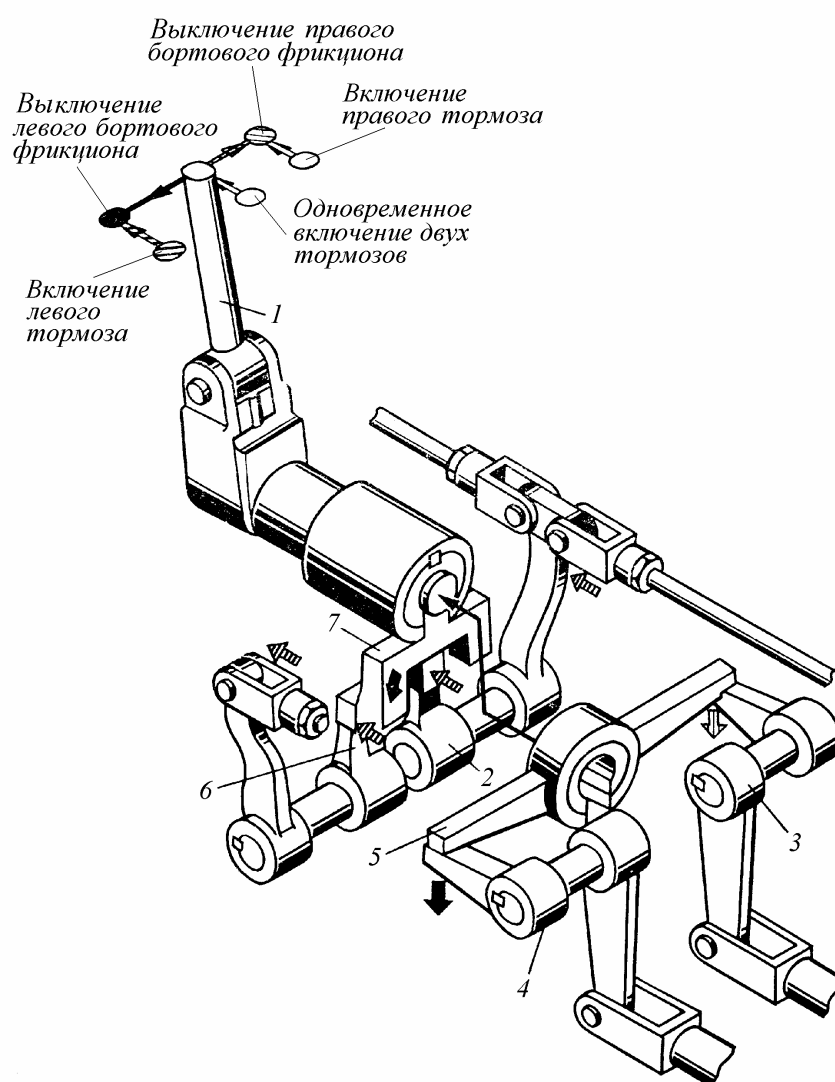


Рис. 6.19. Механизм управления поворотом трактора Т-130:

1 – рычаг управления; *3, 4* – Г-образные рычаги включения фрикционов; *5* – коромысло; *2, 6, 7* – рычаги

Для облегчения труда тракториста и уменьшения сил на перемещение рычагов и педалей применяют сервоприводы (усилители): пружинные механические, гидравлические и пневматические. По

принципу действия они делятся на простые и следящие. Следящие приводы воспроизводят с определенной точностью изменение силы на органе управления или его перемещение.

Наибольшее распространение в тракторах получили гидравлические сервоприводы следящего действия по перемещению. Такого типа сервоприводы применены на тракторах Т-130 (для управления бортовыми фрикционами) и Т-4А (для управления поворотными тормозами). Они позволяют снизить силу на рычагах управления до 20...40 Н.

Уход за механизмами поворота состоит в регулировке свободных ходов педалей и рычагов управления бортовых фрикционов и тормозов, в периодической промывке их поверхностей трения (если применяются фрикционные элементы сухого трения), в проверке уровня масла, доливке его и замены (для планетарных рядов) согласно инструкции по техническому обслуживанию трактора.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой ведущий мост трактора или автомобиля? 2. Какие типы центральных (главных) передач вам известны? 3. Как осуществляется регулировка подшипников и зацепления зубчатых колес в конической с круговым зубом и гипоидной центральных (главных) передачах? 4. Как осуществляется смазывание подшипников и зацепления зубчатых колес в центральной (главной) передаче? 5. Каково назначение дифференциалов? Объясните принцип работы дифференциала повышенного трения. 6. Каково назначение полуосей и как влияет схема установки на их нагружение изгибающими моментами? 7. Как осуществляется поворот гусеничного трактора? Как работают МП с многодисковыми фрикционными муфтами, обнотупенчатый планетарный и с бортовыми КП?

Раздел III. ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

Ходовая часть служит для преобразования вращательного движения ведущих колес в поступательное движение машины и для передачи веса машины на опорную поверхность. Она состоит из движителя (колесного или гусеничного) и подвески.

Иногда к ходовой части относят и остов (несущую систему) трактора и автомобиля. По этой причине остов (несущую систему) рассмотрим в разделе «Ходовая часть».

Глава 7. ОСТОВ (НЕСУЩАЯ СИСТЕМА)

Остов является несущей частью трактора и автомобиля, их основанием. Он нагружен силой тяжести размещенных на нем агрегатов и воспринимает динамические нагрузки при трогании машины с места, разгоне, преодолении неровностей пути, на поворотах. Он должен иметь высокую жесткость и прочность, работать без замены весь срок службы машины.

7.1. Остов автомобиля

В зависимости от типа остова автомобиля делят на рамные и безрамные. В рамных автомобилях роль остова выполняет рама (рамный остов), а в безрамных - кузов (кузовной остов), который называют несущим.

Рамный остов применяют на грузовых автомобилях и легковых автомобилях повышенной проходимости, большого и высшего классов. Безрамный остов применяют на легковых автомобилях и автобусах.

Рамный остов. На автомобилях применяют рамы различных типов. Наибольшее распространение получили лонжеронные рамы.

Лонжеронная рама грузового автомобиля показана на рис. 7.1 и состоит из двух лонжеронов 1 (продольных балок), которые соединены между собой отдельными поперечинами 2. Лонжероны выполнены из листовой стали и имеют швеллерное сечение переменного профиля. Высота профиля наибольшая в средней части лонжеронов, где они более нагружены. В зависимости от типа автомобиля и его компоновки лонжероны могут быть установлены один относительно другого параллельно или под углом, а также могут быть изогнуты в вертикальной и горизонтальной плоскостях. К лонжеронам обычно с помощью заклепок крепят различного рода кронштейны для крепления кузова, подвески, механизмов трансмиссии, систем управления и др.

Поперечины, как и лонжероны, выполнены из листовой стали и имеют форму, обеспечивающую крепление к раме соответствующих агрегатов и механизмов. Так, например, передняя поперечина 4 приспособлена для установки передней части двигателя. Лонжероны и поперечины между собой соединены заклепками или сваркой.

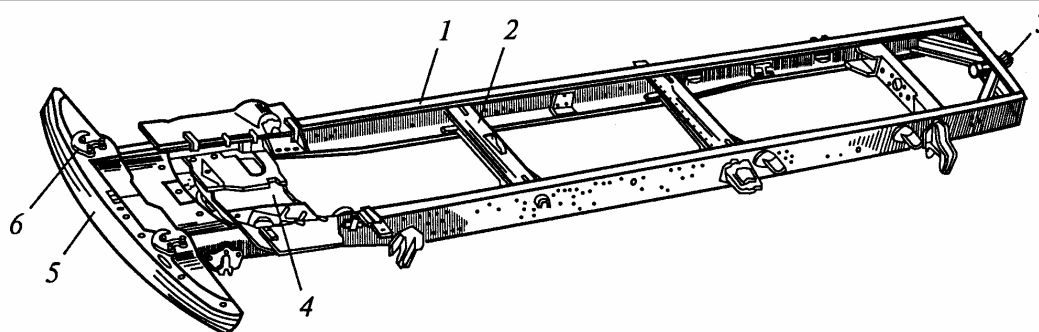


Рис. 7.1. Рама грузового автомобиля:

1 – лонжерон; 2, 4 – поперечины; 3 – тягово-сцепное устройство; 5 – буфер; 6 – крюк

На переднем конце рамы установлены буфер 5 и буксирные крюки 6. Буфер предназначен для восприятия толчков и ударов при наездах и столкновениях, а крюки - для буксирования автомобиля. В задней части рамы грузового автомобиля расположено тягово-сцепное устройство 3, предназначенное для присоединения к автомобилю прицепов, буксируемых автомобилей и т.д.

Рамы автомобилей-самосвалов имеют надрамник (дополнительную укороченную раму), предохраняющий раму автомобиля от чрезмерных динамических нагрузок.

Надрамник выполняется сварным из штампованной листовой стали и устанавливается на раме автомобиля. На надрамнике размещается грузовой кузов самосвала и крепятся устройства подъемного механизма кузова.

Надрамник крепится к раме самосвала с помощью стремянок и болтовых соединений. Между надрамником и рамой устанавливаются специальные проставки, которые способствуют равномерному распределению нагрузки по всей длине рамы автомобиля и снижают ударные нагрузки на раму при подбрасывании грузового кузова самосвала во время движения по неровностям дороги.

Безрамный остов. Многие автомобили и автобусы не имеют рам. У этих автомобилей несущим является кузов. В местах крепления агрегатов кузов усиливается специальными накладками жесткости. Для крепления двигателя, передней подвески и рулевого управления в передней части к кузову приваривается короткий подрамник.

7.2. Остов трактора

Различают три типа остова трактора: рамный, полурамный, безрамный.

Рамный остов образуют основные продольные балки (лонжероны), которые связываются поперечинами, выполняющими роль опор для отдельных агрегатов. Такой остов имеет хорошую жесткость и прочность, облегчает доступ к отдельным механизмам и их замену, но имеет большую массу, чем полурамный.

Рамный остов применяют на гусеничных сельскохозяйственных, промышленных и лесопромышленных тракторах отечественного и зарубежного производства и на колесных тракторах с шарнирно-сочлененной рамой.

Шарнирно-сочлененная рама (рис. 7.2) состоит из двух полурам: передней 1 и задней 4, соединенных между собой шарнирным устройством 3.

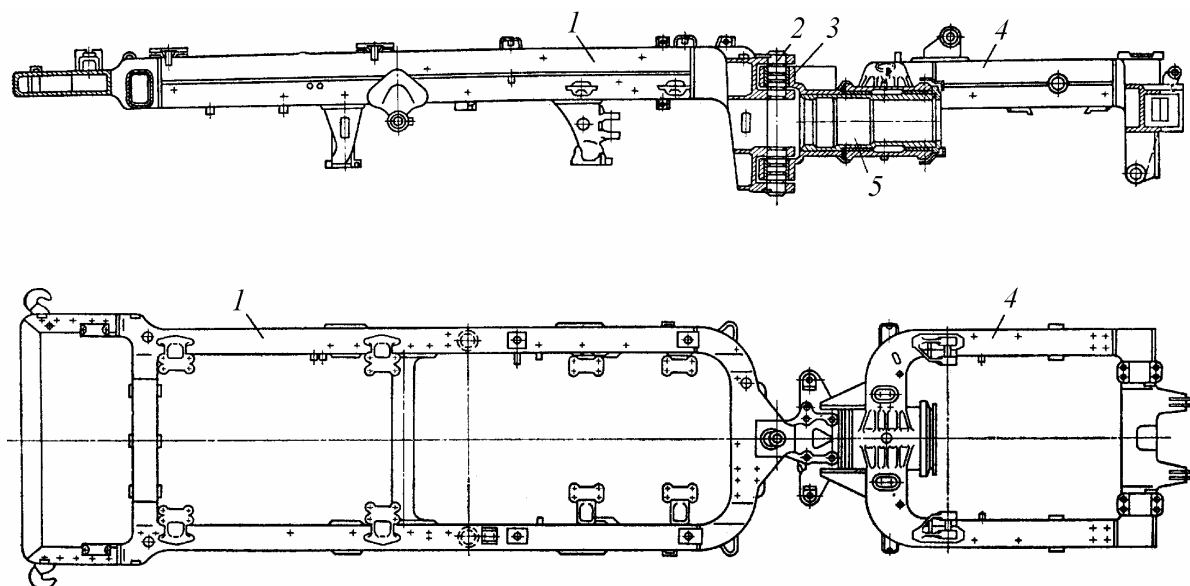


Рис. 7.2. Шарнирно-сочлененная рама колесного трактора:

1, 4 – полурамы соответственно передняя и задняя; 2, 5 – вертикальный и горизонтальный шарниры соответственно; 3 – шарнирное устройство

Шарнирное устройство состоит из двух шарниров - вертикального 2 и горизонтального 5. Вертикальный шарнир позволяет полурамам 1 и 4 поворачиваться относительно друг друга на угол до 35° , обеспечивая тем самым поворот трактора. Горизонтальный шарнир, обеспечивая поворот полурам относительно друг друга на угол до 16° , служит для приспособления колес к рельефу пути и разгрузки рамы от дополнительных скручивающих нагрузок при движении трактора по пересеченной местности.

Для установки агрегатов трактора на раме предусматриваются специальные кронштейны и обработанные площадки.

Полурамный остов образуют корпуса силовой передачи трактора, соединенные с лонжеронами полурамы, на которую устанавливают двигатель. Такой остов удобен для навески машин, для установки и снятия двигателя без разборки остова, легче рамного, но доступ к отдельным механизмам при таком остове затруднен.

Полурамный остов получил широкое распространение на сельскохозяйственных универсально-пропашных, универсальных, промышленных тракторах общего назначения, а также специализированных тракторах отечественного и зарубежного производства.

Полурамный остов колесных тракторов (рис. 7.3,а) образуют литые картеры 3, 4 и 5 соответственно сцепления; КП и главной передачи, соединенные между собой болтами. К картеру 3 сцепления также болтами привернута полурама, состоящая из литого бруса 1 и лонжеронов 2 с приваренными к ним лапами. Брус 1 служит опорой двигателя, нижние приливы бруса с обработанными отверстиями обеспечивают шарнирное соединение остова с передним мостом трактора. Отверстия в лонжеронах 2 полурамы служат для крепления боковых навесных орудий.

Полурамный остов гусеничного трактора показан на рис. 7.3,б). Полурама состоит из лонжеронов 2 переменного сечения, усиленных угольниками. Лонжероны задними концами приварены к картеру 10 заднего моста. На кронштейнах 8 крепится коробка балансирной ресоры подвески, которая служит основной передней поперечной связью полурамы. Дополнительными поперечными связями являются опора 9 КП, передняя опора и картер маховика двигателя, прикрепленные к лонжеронам болтами. Для работы с передненавесными орудиями (например, с бульдозером) в передней части лонжеронов приваривают пальцы 6 и косынки 7.

Безрамный остов образуют жестко соединенные друг с другом картеры силовой передачи и двигателя. Преимущества такого остова - высокая жесткость и компактность. Недостаток - труднодоступность отдельных механизмов, связанная с отсоединением соответствующих картеров, худшие условия для навески машин, чем у полурамного и рамного остовов.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение остова (несущей системы) трактора и автомобиля? 2. На каких типах тракторов и автомобилей применяют рамный, полурамный и безрамный остовы? 3. На каких автомобилях и с какой целью устанавливают надрамники?

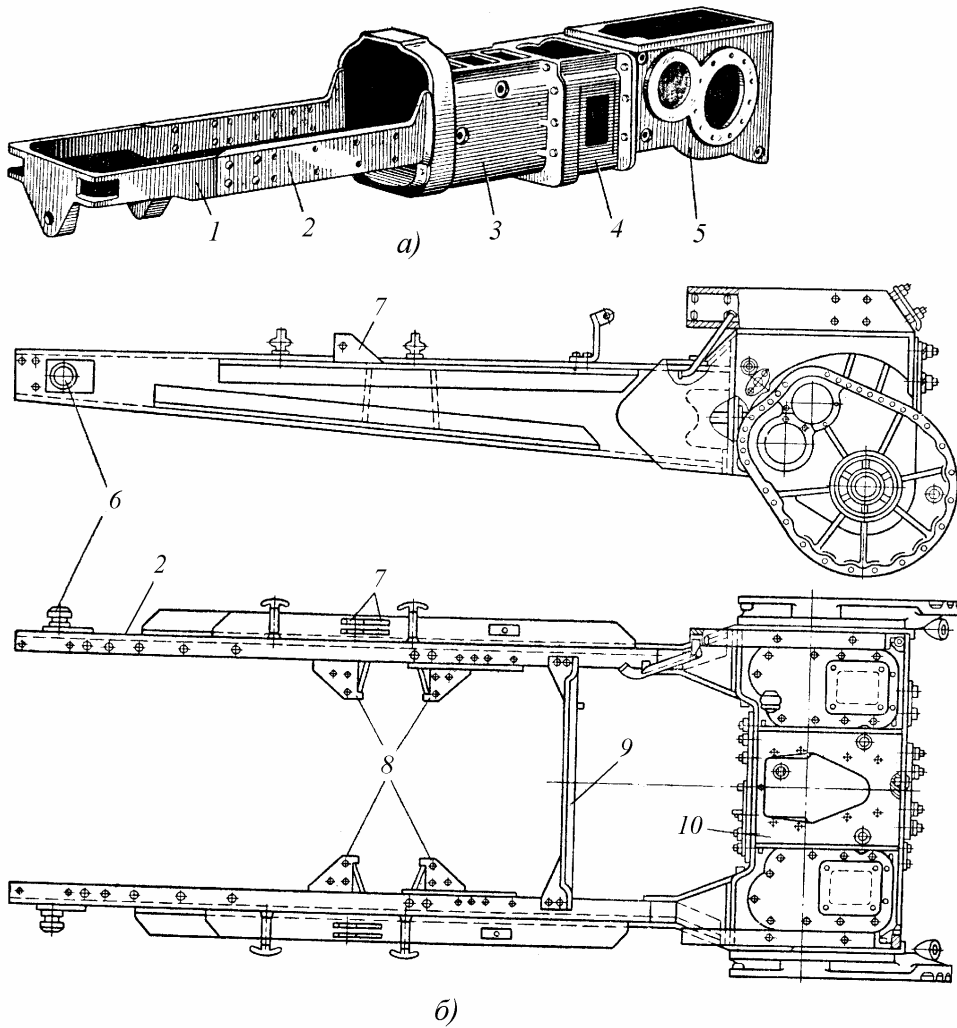


Рис. 7.3. Полурамные конструкции остова тракторов:

a - колесного; *б* – гусеничного; 1 – брус; 2 – лонжерон; 3, 4, 5 – картер соответственно сцепления, КП и главной передачи; 6 – палец; 7 – косынка; 8 – кронштейн; 9 – опора КП; 10 – картер заднего моста

Глава 8. ДВИЖИТЕЛЬ

Движитель может быть колесным (у колесных тракторов и автомобилей) и гусеничным (у гусеничных тракторов).

8.1. Колесный движитель

Колесный движитель состоит из ведущих и ведомых колес, с помощью которых осуществляется движение колесного трактора или автомобиля.

Ведущими называют колеса, к которым через трансмиссию подводится крутящий момент от двигателя. Ведущие колеса преобразуют этот момент в тяговое усилие, а вращательное движение колеса – в поступательное движение машины.

К ведомым колесам крутящий момент не подводится. Они предназначены для передачи веса машины на опорную поверхность, снижения динамических нагрузок на остов при движении по неровной опорной поверхности и снижения скорости движения машины при ее торможении.

Ведущие и ведомые колеса могут быть управляемые, при повороте которых осуществляется движение машины по криволинейной траектории.

Трансмиссии современных полноприводных колесных тракторов и автомобилей позволяют при движении машины в хороших дорожных условиях часть колес отключать от двигателя и ведущие колеса использовать в качестве ведомых.

Колеса состоят из пневматической шины, обода, соединительного элемента и ступицы, которая может быть с подшипниками и без них.

Обод колеса и соединительный элемент образуют металлическое колесо.

Соединительный элемент обычно представляет собой профилированный диск, приваренный к ободу, либо является непосредственной частью обода. В последнем случае металлические колеса называют бездисковыми.

Конструкции металлических колес автомобилей приведены на рис. 8.1.

На легковых автомобилях и колесных тракторах применяют металлические дисковые колеса с глубокими неразборными ободьями 1 (рис. 16.1,а), имеющими уступы для бортов покрышки шины. Обод приваривают или приклепывают к штампованному диску 2, который крепится к фланцу ступицы 5 шпильками 4 и гайками 3. Плотная установка диска 2 на ступице 5 и правильное его центрирование обеспечены конической формой внутренней стороны гаек 3. Глубокие неразборные ободья имеют в средней части кольцевые углубления, на-

зываются монтажным ручьем, облегчающие монтаж и демонтаж шины.

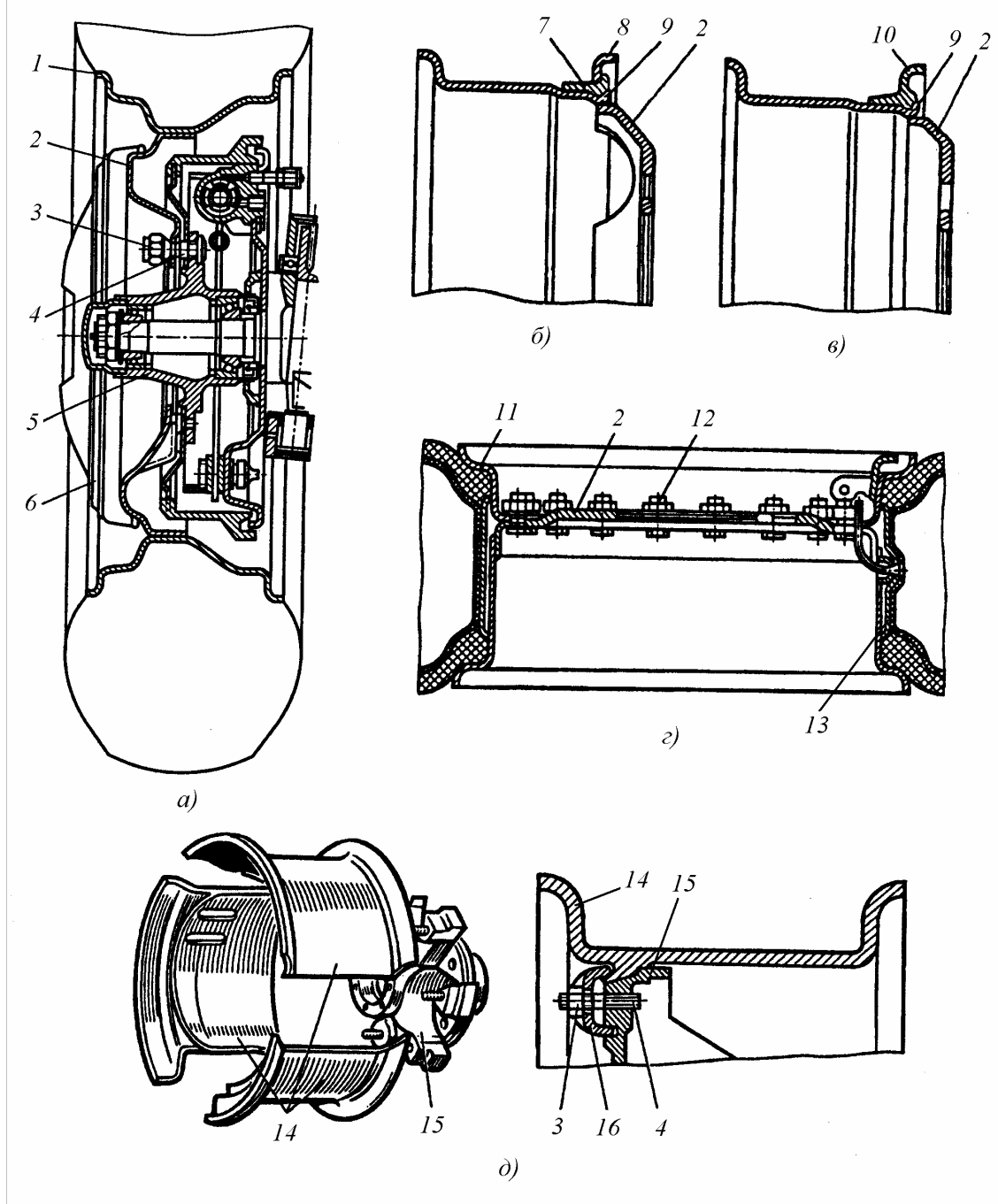


Рис. 8.1. Металлические колеса автомобилей:

a – с глубоким неразборным ободом; *б* – с цельным съемным бортом и разрезным замочным кольцом; *в* – с разъемным съемным бортом; *г* – с отъемным бортом; *д* – бездисковое с разъемным ободом; 1 – обод; 2 – диск; 3 – гайка; 4 – шпилька; 5 – ступица; 6 – колпак; 7 – разъемное замочное кольцо; 8 – цельный съемный борт; 9 – основание обода; 10 – разрезной съемный борт; 11 – отъемный борт; 12 – болт; 13 – распорное кольцо; 14 – секторы обода; 15 – спицевая ступица; 16 – прижим

На грузовых автомобилях применяют разборные металлические колеса. У разборных металлических колес один из бортов обода при монтаже шины может отделяться от обода, а затем снова закрепляться на нем.

Стальное дисковое колесо (рис. 8.1,б) грузового автомобиля имеет цельный съемный борт 8 и разрезное замочное кольцо 7. Профиль основания обода 9 выполнен с конической посадочной полкой. Одна закраина выполнена с ним как одно целое, а роль другой выполняет съемный борт 8, удерживаемый разъемным замочным кольцом 7.

При монтаже шину свободно надевают на основание 9 обода, затем устанавливают съемный обод 8 и разъемное замочное кольцо 7. При этом замочное кольцо закладывают в канавку основания 9 обода. От выпадания кольцо 7 удерживается давлением сжатого воздуха в шине. Конические посадочные полки основания 9 обода и борта 8 обеспечивают плотную посадку шины на обод и исключают возможность их относительного проворачивания.

В конструкции металлического колеса с разъемным съемным бортом (рис. 8.1,в) функцию замочного кольца выполняет сам разрезной съемный борт 10.

В металлических колесах с отъемными бортами (рис. 16.1,з) при монтаже шины один съемный борт 11 отводится от диска 2, а затем притягивается с помощью большого числа болтов 12, расположенных равномерно по окружности диска. В конструкции обода колеса имеется металлическое распорное кольцо 13, которое при затягивании болтов 12 зажимает борта шины и исключает возможность ее проворачивания на ободе. Такая конструкция облегчает монтаж и демонтаж шины, так как для этого необходимо лишь отвернуть или завернуть гайки болтов 12. Ее применяют на автомобилях высокой проходимости с системой регулирования давления воздуха в шинах.

В конструкциях бездисковых колес (рис. 8.1,д) используют разъемные (составные) ободья, состоящие из отдельных секторов 14, образующих при сборке сплошной обод с бортами. Для центрирования и закрепления на спицевой ступице 15 ободья с внутренней стороны имеют коническую поверхность. Соединение обода со ступицей обеспечивается с помощью прижимов 16. Бездисковые колеса широко применяют на грузовых автомобилях и автобусах.

В дисковых металлических колесах крепление диска к ступице колеса осуществляется с помощью гаек, шпилек или болтов. Гайки и болты имеют конические опорные поверхности для центрирования. На грузовых автомобилях для избежания самоотвертывания гаек при движении машины для левых колес гайки имеют левую резьбу, а для правых – правую.

Шины. Шина является упругим элементом колеса и взаимодействует с опорной поверхностью пути, по которому движется машина.

Все современные автомобили и колесные тракторы оснащаются пневматическими шинами.

Шины подразделяют по размерам, конструкции и назначению.

По форме профиля шины подразделяются в зависимости от отношения высоты профиля H шины к ее ширине B . Различают шины (рис. 8.2):

- обычного профиля ($H/B = 0,9...1,1$);
- широкопрофильные ($H/B = 0,75...0,85$);
- арочные ($H/B = 0,4...0,6$);
- пневмокотки ($H/B = 0,1...0,4$).

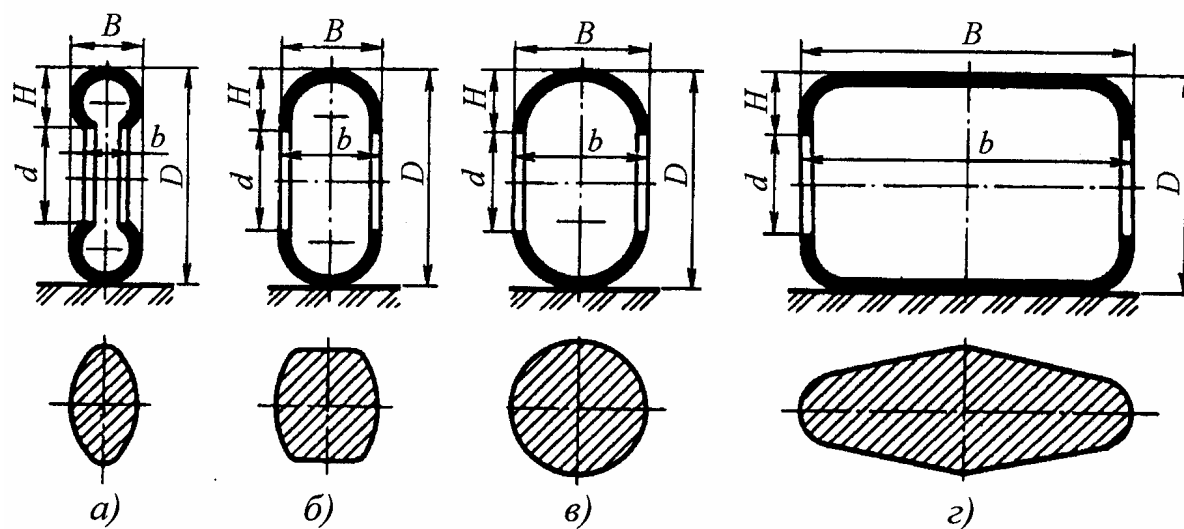


Рис. 8.2. Геометрические формы профиля шин и их отпечатки:

a – обычного профиля (тороидная); b – широкопрофильная; v – арочная; z – пневмокоток; d – посадочный диаметр обода колеса; b – ширина обода колеса; D – наружный диаметр шины; B – ширина профиля шины; H – высота профиля шины

Размеры шины и ее конструктивные особенности включены в ее обозначение и могут быть представлены в дюймах или миллиметрах.

Шины грузовых автомобилей и тракторов имеют дюймовое обозначение.

Разберем обозначения шин 13,6 R38 и 18,4-30:

первое число соответствует (в дюймах) номинальной ширине B профиля шины;

второе - посадочному диаметру d (в дюймах) обода;

R - обозначение шин с радиальным, а черточка между числами - шин с диагональным расположением нитей корда.

Более ранние конструкции шин грузовых автомобилей имели двойное обозначение: дюймовое (основное) и в миллиметрах (в скобках), а шины тракторов – в миллиметрах.

Шины легковых автомобилей имеют смешанное обозначение (например, 205/70 R14, где 205 – ширина профиля шины

B , мм; 70 – индекс серии (отношение высоты профиля H шины к ширине профиля B , %); R – условное обозначение радиальной шины; 14 – посадочный диаметр d , дюймы).

Кроме размеров в маркировке шины указывают завод-изготовитель, модель шины, ее порядковый номер и другие данные. На шины при необходимости наносят дополнительные обозначения. Например, стрелкой указывают направление вращения для зимних шин или числовое обозначение индекса нагрузки и буквенное индекса скорости.

Индекс нагрузки – это число, которому соответствует уровень предельно допустимой нагрузки на шину (табл. 8.1).

Индекс скорости – это буква латинского алфавита, которой соответствует значение максимальной скорости V_{\max} для шины (табл. 8.2).

Предположим, что шина имеет обозначение: 205/60 R16 92 H. Здесь 92 – индекс нагрузки (см. табл. 8.1), а H – индекс скорости (см. табл. 8.2).

8.1. Значения индексов нагрузки

Индекс нагрузки	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Максимальная нагрузка, кН	3,28	3,79	4,41	5,05	5,88	6,76	7,84	9,07	10,39	11,91	13,72

8.2. Значения индексов скорости

Индекс скорости	V_{\max} , км/ч	Индекс скорости	V_{\max} , км/ч	Индекс скорости	V_{\max} , км/ч
F	80	M	130	S	180
G	90	N	140	T	190
J	100	P	150	U	200
K	110	Q	160	H	210
L	120	R	170	V	>210

Шины могут быть камерными и бескамерными.

Камерная шина состоит из покрышки, камеры и ободной ленты.

Покрышка шины (рис. 8.3,а) имеет сложную конструкцию и конфигурацию и состоит из каркаса 3, брекера (подушечного слоя) 2, протектора 1, боковин 4, бортов 6 и бортовых колец 5.

Каркас шины ограничивает объем накаченной камеры и передает нагрузки, действующие со стороны почвы или дороги на обод колеса. Он состоит из нескольких слоев (2-14) прорезиненного корда, наложенных друг на друга. По конструкции шины подразделяются на диагональные и радиальные. В диагональных шинах нити смежных

слоев корда каркаса перекрещены между собой под углом $95...115^\circ$, образуя сетку. В результате за счет трения между слоями каркаса диагональные шины имеют большее сопротивление качению, чем радиальные. В радиальной шине нити корда лежат практически в радиальных плоскостях, проходящих через ось колеса. На современных автомобилях и тракторах применяют радиальные шины, так как они обладают повышенной износостойкостью и меньшими значениями сопротивления боковому уводу и качению.

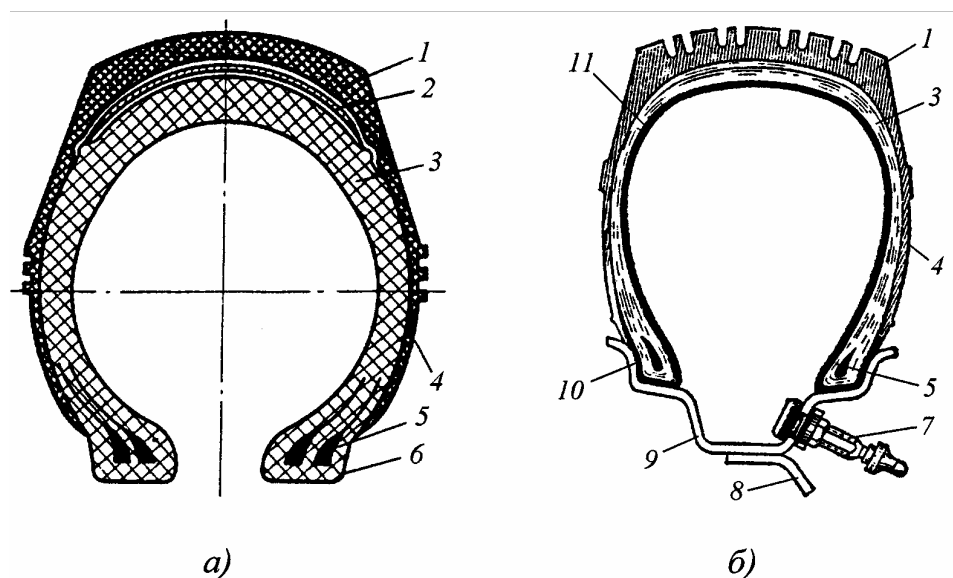


Рис. 8.3. Пневматическая шина:

а - камерная; *б* - бескамерная; 1 – протектор; 2 – брекер; 3 – каркас; 4 – боковина; 5 – бортовые кольца; 6 – борт; 7 – вентиль; 8 – диск колеса; 9 – обод колеса; 10 – уплотняющий резиновый слой; 11 – герметизирующий резиновый слой

В качестве материала для изготовления корда используется хлопчатобумажная ткань, вискоза, полиамидные смолы и стальная проволока. При использовании в шине металлического корда его число слоев уменьшают. Такие шины имеют высокую грузоподъемность и износостойкость и менее склонны к прокалыванию при наезде на острые предметы. Иногда металлический корд комбинируют с неметаллическим.

Брекером называют резиновый или резинокордный слой между каркасом и протектором. Он служит для усиления каркаса, снижения на него ударных нагрузок и более равномерного распределения тягового, тормозного и поперечного усилий.

Протектор - толстый слой резины, расположенный по короне покрышек. Он служит для обеспечения хорошего сцепления шины с опорной поверхностью, ослабления толчков и ударов на каркас и предохранения каркаса и камеры от механических повреждений.

Боковины образует резиновый слой, покрывающий каркас сбоку и предохраняющий последний от влаги и механических повреждений.

Бортом называется жесткая часть покрышки, служащая для крепления ее на ободе колеса. Он образуется из крыльев, обернутых концами слоев корда. В зависимости от числа слоев корда в борте применяют одно, два или три крыла. Крыло изготавливают из бортового кольца, выполненного из стальной проволоки, твердого профильного резинового шнура, обертки и усилительных ленточек

Камера представляет собой тонкостенную резиновую оболочку в виде тора, в которую накачивается воздух. Для впуска и выпуска воздуха на камере имеется вентиль, снабженный обратным клапаном.

Ободная лента имеет вид кольца плоского сечения и устанавливается между камерой и ободом колеса для предохранения камеры от истирания об обод и от ее защемления между покрышкой и ободом.

Бескамерная шина (рис. 8.3,б). В ней пространство, заполняемое воздухом, образуется при герметичном соединении обода с покрышкой, а вентиль при этом размещен на ободе. Бескамерные шины могут быть обычного типа, арочными и пневмокатками.

Шины характеризуются рядом геометрических параметров и грузоподъемностью, которая зависит от внутреннего давления воздуха.

Для накачивания и выпуска воздуха камера имеет специальный вентиль. Он позволяет нагнетать воздух внутрь камеры и автоматически закрывает его выход из камеры.

В зависимости от типа и размера обода колеса, одинарной или спаренной установки колес вентили выпускают разной длины и формы (прямые и изогнутые), но с взаимозаменяемыми деталями. Вентили могут быть металлические, металлические с обрешиненной пяткой и резинометаллические. Вентили металлические и с обрешиненной пяткой применяют для камер грузовых автомобилей и тракторов, а резинометаллические - для легковых.

Вентиль (рис. 8.4,а) состоит из корпуса 8, золотника 2 и колпачка 1. Корпус металлического вентиля (рис. 8.4, а, б) представляет собой прямую или изогнутую латунную трубку. Нижним концом он прикреплен к камере 10 с помощью шайбы и гайки 9. Для крепления вентиля на камере имеется специальная площадка овальной или круглой формы, привулканизированная к камере. Внутри корпуса ввернут золотник 2 с резиновой уплотнительной втулкой 3. Через золотник проходит стержень 5 с клапаном 4 и скобой 7. Клапан через резиновое кольцо плотно прижимается к золотнику пружиной 6. При накачивании камеры клапан открывается под давлением воздуха, пропуская его внутрь камеры. Для выпуска воздуха из камеры необходимо

нажать на стержень и открыть клапан. На верхний конец вентиля на-
вертывают колпачок *1*, который предохраняет вентиль от загрязнения
и одновременно служит ключом для ввертывания и вывертывания зо-
лотника. Металлический вентиль с обрезиненной пяткой (рис. 8.4,в)
имеет более надежное крепление к камере, чем металлический, так
как он привулканизирован к камере.

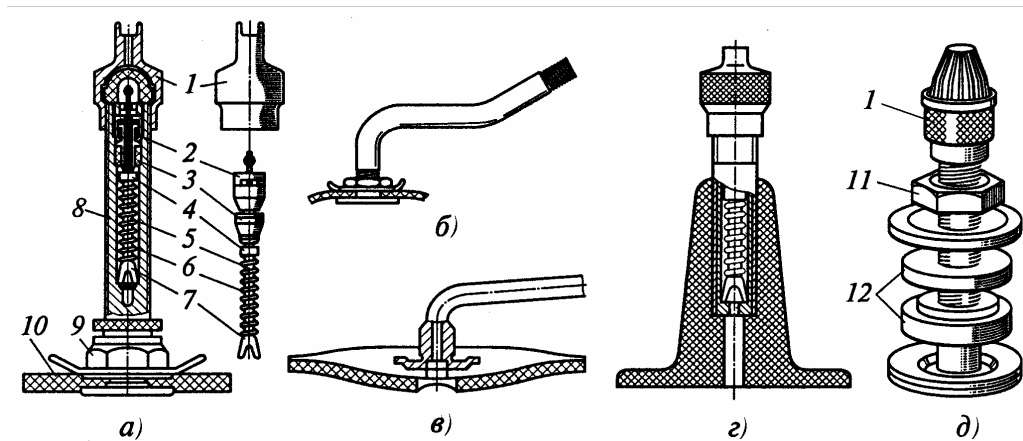


Рис. 8.4. Вентили шин:

а, б – металлические; *в* – металлический с обрезиненной пяткой; *г* – резинометаллический; *д* – для бескамерной шины; *1* – колпачок; *2* – золотник; *3* – втулка; *4* – клапан; *5* – стержень; *6* – пружина; *7* – скоба; *8* – корпус; *9, 11* – гайки; *10* – камера; *12* – шайбы

Резинометаллический вентиль (рис. 8.4, *г*) состоит из прямого резинового корпуса, внутри которого заделана металлическая втулка. Втулка имеет внутреннюю резьбу для ввертывания стандартного золотника и наружную - для наворачивания колпачка-ключа. Нижняя часть корпуса имеет резиновую пятку, с помощью которой вентиль привулканизирован к камере. Резинометаллические вентили по сравнению с прямыми металлическими более просты по конструкции, имеют меньшую массу и более низкую стоимость, обеспечивают лучшую герметичность.

Вентиль бескамерной шины (см. рис. 8.4, *д*) посредством гайки *11* с шайбой герметично закреплен на двух резиновых уплотняющих шайбах *12* непосредственно в ободе колеса.

Тракторные колеса. На тракторах по назначению различают шины ведущих и ведомых управляемых колес.

На протекторе шины ведущего колеса имеются резиновые грунтозацепы, направленные под углом к плоскости вращения колеса и улучшающие сцепление колеса с почвой.

На рис. 8.5, *а* ведущее колесо трактора состоит из обода *10* с шиной, штампованного диска *6* и литой ступицы *5*, соединенных болтами *9*, которые запрессованы в отверстия фланца ступицы. Диск и обод жестко соединены друг с другом.

Ступица 5 колеса болтами 9 жестко соединена с полуосью 2 при помощи вкладыша 3 и шпонки 4. Вкладыш снабжен червяком 8, находящимся в зацеплении с зубьями рейки, расположенными на полуоси 2. Вращением червяка 8 при отпущенных болтах 1 обеспечивает возможность перемещения колеса вдоль полуоси 2 и установка необходимой ширины колеи.

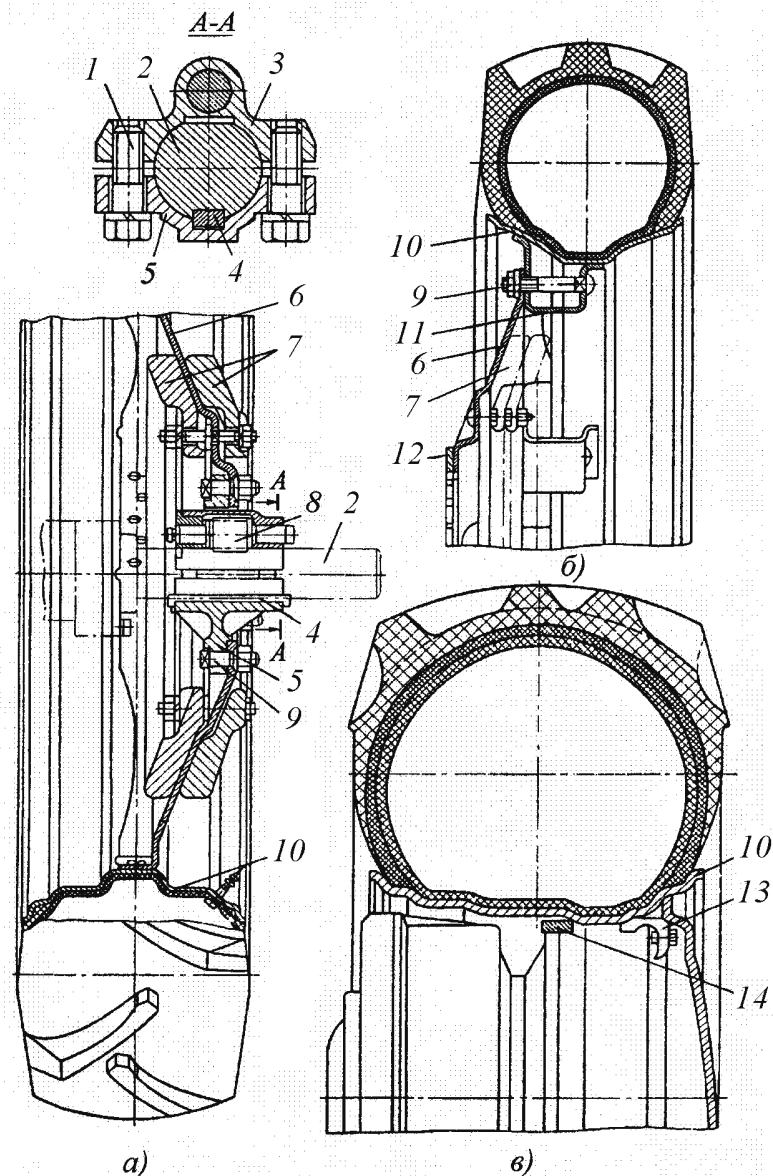


Рис. 8.5. Ведущие колеса тракторов:

а – с диском и ступицей; *б* – с диском без ступицы; *в* – бездисковое; 1, 9 – болты; 2 – полуось; 3 – вкладыш; 4 – шпонка; 5 – ступица колеса; 6 – штампованный диск; 7 – съемные грузы; 8 – червяк; 10 – обод колеса; 11 – стойка; 12 – кольцо; 13 – прижим; 14 – ограничитель

лес относительно фланцев полуосей.

Ведущее колесо трактора на рис. 8.5,в) является бездисковой конструкцией с ободом 10 широкого профиля, закрепленным на сту-

Для улучшения сцепления ведущих колес с почвой на диске 6 могут устанавливаться съемные грузы 7.

Ведущее колесо на рис. 8.5,б) не имеет ступицы и состоит из обода 10 с шиной и стального штампованного диска 6. С внутренней стороны к ободу приварены стойки 11, к которым болтами 9 крепится диск 6, усиленный в месте его крепления к фланцу полуоси кольцом 12. Для увеличения сцепного веса при работе трактора в тяжелых условиях предусмотрена установка дополнительных съемных грузов 7.

Ступенчатое изменение колеи ведущих колес обеспечивается перестановкой обода 10 относительно диска 6 и изменением положения дисков ко-

пице водила конечной передачи с помощью прижимов 13 и ограничителей 14.

Такая конструкция ведущего колеса позволяет сократить габаритную ширину трактора при сохранении дорожного просвета, так как конечная (колесная) передача располагается внутри обода колеса.

Ведомые управляемые колеса служат для направления движения трактора, а также для передачи части его веса на опорную поверхность. Если управляемые колеса являются ведущими, то они создают дополнительную касательную силу тяги.

Для облегчения поворота трактора и уменьшения радиуса поворота передние управляемые колеса обычно выполняют меньшими по диаметру и ширине обода по сравнению с задними ведущими.

Для уменьшения бокового скольжения колес по почве или грунту при повороте трактора рисунок протектора шин выполняют в виде кольцевых ребер.

Подшипники ступиц колес. Ступица предназначена для установки колеса с помощью подшипников на оси вращения, которая называется цапфой. У трактора иногда ступица ведущего колеса не имеет подшипников и жестко соединяется с полуосью (см. рис. 8.5,а).

Ступица имеет фланец для крепления диска или непосредственно обода колеса (рис. 8.6). К нему же присоединяется барабан или диск колесного тормоза.

Ступицы устанавливают на конические роликовые 4 и 8 (рис. 8.6) или шариковые радиально-упорные подшипники, которые воспринимают как радиальные, так и осевые нагрузки, передаваемые на ступицу 5 от колеса. Эти подшипники при установке ступицы 5 на цапфу 1 ведомого моста (рис. 8.6,а) или цапфу балки 10 ведущего моста (рис. 8.6,б) необходимо регулировать. Регулировка подшипников осуществляется затяжкой гайки 7, обеспечивая при этом необходимый осевой зазор между кольцами и телами качения в подшипнике. Контроль правильности регулировки подшипников обычно осуществляется по величине осевой игры ступицы 5 или диска колеса, установленного на ступице на определенном радиусе при покачивании колеса. Величина этой осевой игры зависит от марки машины и приводится в инструкции на ее ремонт и обслуживание.

На современных легковых автомобилях ступицу колеса обычно устанавливают на один двухрядный шариковый радиально-упорный подшипник. Такой подшипник имеет цельное наружное кольцо, и, как правило, составное внутреннее, заполняется долговечной смазкой при сборке и не требует обслуживания и регулировок.

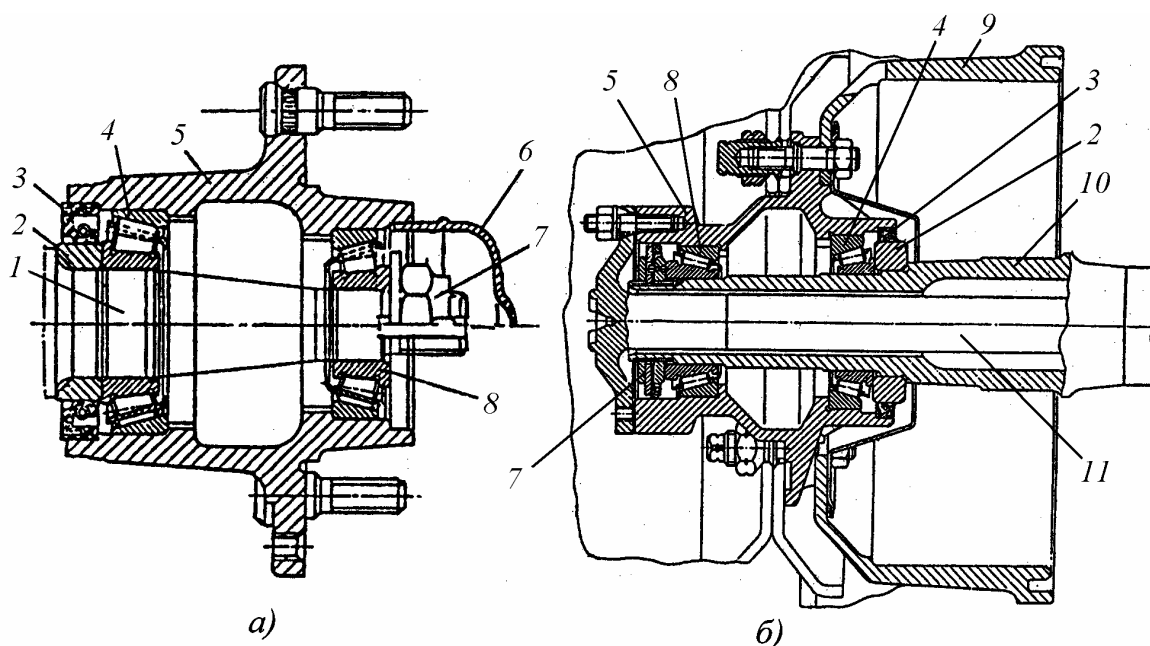


Рис. 8.6. Ступица колеса:

a – ведомого; *б* – ведущего; 1 – цапфа; 2 – втулка; 3 – манжетное уплотнение; 4, 8 - конические радиально-упорные подшипники; 5 – ступица колеса; 6 – защитный колпак; 7 – гайка; 9 – тормозной барабан; 10 – балка ведущего моста; 11 - полуось

8.2. Передние управляемые и поддерживающие мосты

Передним управляемым мостом называется поперечная балка с ведомыми управляемыми колесами. Он служит для соединения управляемых колес с остовом автомобиля или трактора и для передачи толкающего усилия от остова к колесам. Если при этом к передним колесам подводится крутящий момент, то такой мост называют ведущим. Передние мосты могут быть порталными и соосными.

Портальные мосты образуются поперечными балками в виде телескопически сопряженных труб, позволяющих изменять ширину колеи, и Г-образными поворотными цапфами, обеспечивающими повышенный дорожный просвет под передним мостом.

Соосные мосты. Здесь балка моста и оси колес расположены на одной оси.

Портальные мосты получили распространение на отечественных универсально-пропашных тракторах, а соосные - на автомобилях, сельскохозяйственных тракторах общего назначения и на промышленных тракторах.

Передний мост portalного типа с подрессоренной поворотной цапфой и переменной колеей ведомых управляемых колес (рис. 8.7,*a*) состоит из

трубчатой стальной балки 3, шарнирно соединенной с передним бруском 1 полурамы осью 2 и может качаться относительно этой оси в поперечной плоскости. Возможность качания балки передней оси обеспечивает лучшую приспособляемость колес трактора к неровностям пути.

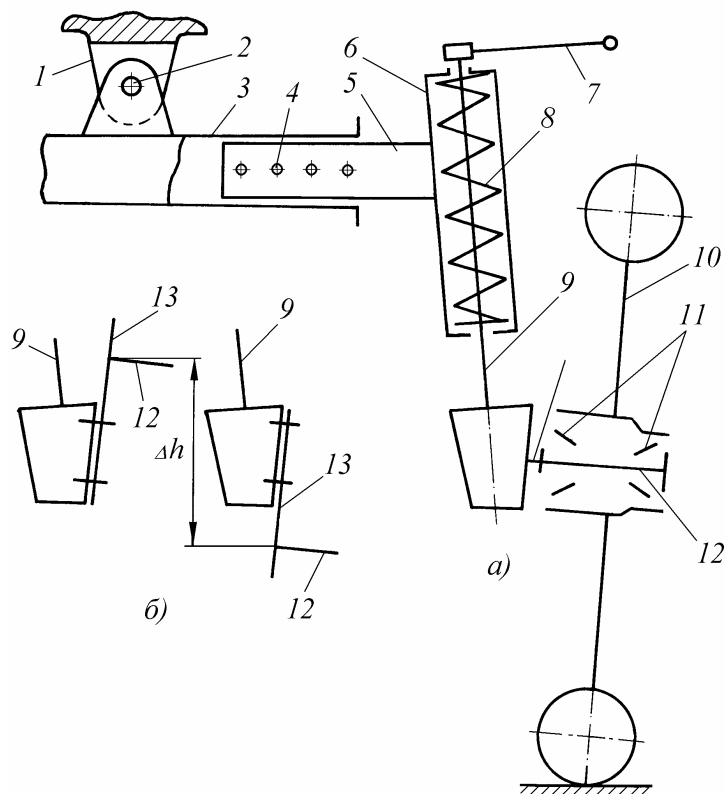


Рис. 8.7. Схема переднего моста портального типа с подрессоренной цапфой и переменной колесей управляемых колес:

1 – передний брус полурамы; 2 – ось; 3 – трубчатая балка; 4 – сквозное отверстие; 5 – полая труба; 6 – кронштейн; 7 – поворотный рычаг; 8 – пружина; 9 – шкворень; 10 – колесо; 11 – подшипники; 12 – полуось; 13 – промежуточный фланец

С обеих сторон в трубчатую балку 3, концы которой являются неразрезными, вставлены выдвигаемые кулаки, состоящие из сваренных

между собой полых труб 5 с приваренными кронштейнами 6. Каждая внутренняя труба 5 имеет сквозные отверстия 4 для регулирования ширины колеи, в которые установлены фиксаторы. Во втулках кронштейна 6 выдвигаемого кулака вращается поворотная цапфа, состоящая из шкворня 9 и полуоси 12 колеса. Колеса 10 имеют индивидуальное подрессоривание пружинами 8, расположенными в кронштейнах 6 кулаков. Поворот управляемых колес осуществляется с помощью поворотного рычага 7.

Нагрузка от остова трактора через кронштейны 6 и пружины 8 передается на полуоси 12 поворотных цапф и далее через радиально-упорные роликовые подшипники 11 - на передние управляемые колеса 10.

В некоторых случаях (рис. 8.7,б) полуось 12 поворотной цапфы крепится к шкворню 9 через промежуточный фланец 13, который может устанавливаться в двух крайних положениях, что позволяет изменять дорожный просвет в передней части трактора в пределах Δh .

Передний управляемый мост соосного типа грузовых автомобилей ЗИЛ показан на рис. 8.8. Балка моста 4 кованая, имеет двутавровое сечение. Средняя часть балки изогнута вниз, что позволяет более низко расположить двигатель. Шкворень 16 закреплен неподвижно в бобышке балки клиновым болтом 3. Поворотная цапфа 9 установлена на шкворне на бронзовых втулках 1 и 8, запрессованных в отверстиях ее проушин. Поворотные рычаги 18 вставлены в конические отверстия проушин цапфы и закреплены гайками. Между балкой моста 4 и поворотной цапфой 9 установлен опорный подшипник, состоящий из двух шайб 6 и 7. При этом нижняя шайба 7 неподвижно установлена в расточке и поворачивается вместе с цапфой. Осевой зазор между поворотной цапфой 9 и балкой моста регулируют прокладками 2. К поворотной цапфе болтами прикреплен опорный диск колесного тормозного механизма. На цапфе на двух конических роликовых подшипниках 14 установлена ступица 10 переднего колеса. Осевой зазор в конических радиально-упорных подшипниках регулируется гайкой 11, которая фиксируется замочными шайбами 13 и контргайкой 12.

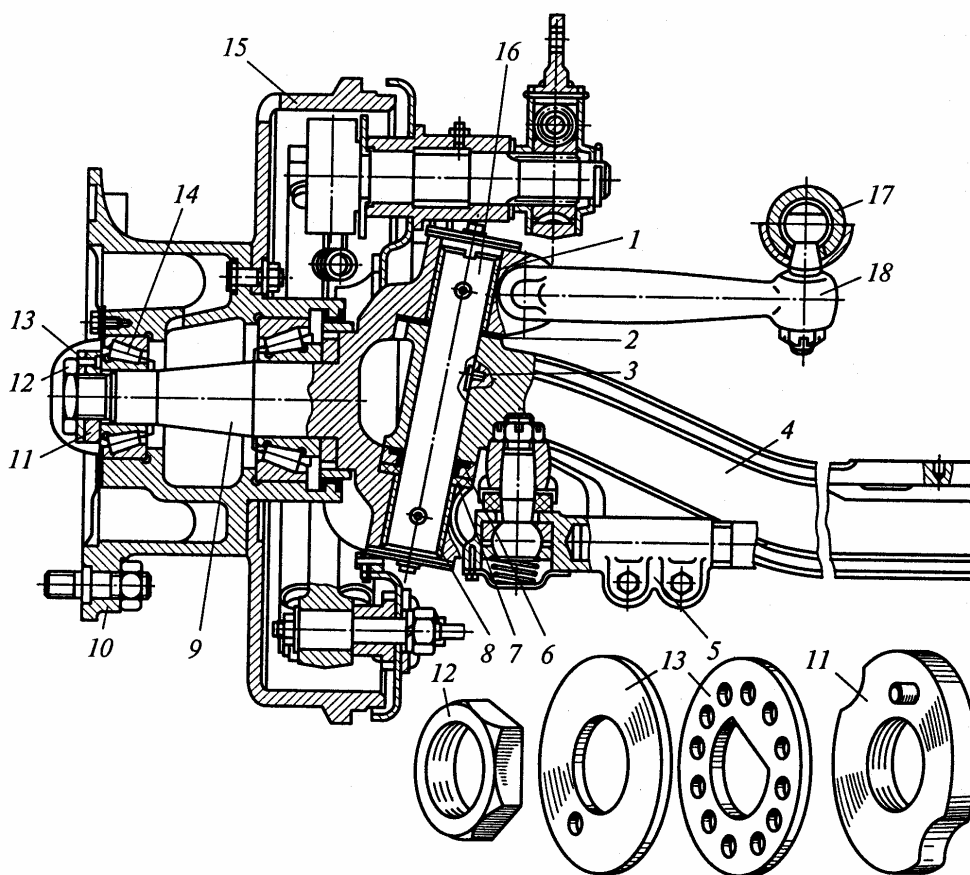


Рис. 8.8. Передний управляемый мост грузовых автомобилей ЗИЛ:

1, 8 - втулки; 2 - регулировочные прокладки; 3 - болт; 4 - балка; 5, 17 - рулевые тяги; 6, 7 - шайбы подшипника; 9 - цапфа; 10 - ступица; 11 - гайка; 12 - контргайка; 13 - замочные шайбы; 14 - подшипник; 15 - тормозной барабан; 16 - шкворень; 18 - рычаг

Поддерживающий мост. Поддерживающим называют мост с ведомыми колесами, которые не являются управляемыми. Наибольшее распространение поддерживающие мосты получили на прицепах и полуприцепах. Их применяют также на многоосных грузовых и на переднеприводных легковых автомобилях в качестве задних мостов.

Поддерживающий мост служит только для поддержания остова автомобиля и представляет собой обычно прямую балку, по концам которой на подшипниках установлены ведомые колеса.

На рис. 8.9 показан поддерживающий задний мост переднеприводных легковых автомобилей ВАЗ. Основной частью моста является штампованная из листовой стали U-образной формы балка 5 с приваренными по концам рычагами 3 подвески. К концам рычагов 3 прикреплены оси 1, на которых на подшипниках установлены ступицы 2 задних ведомых колес автомобиля.

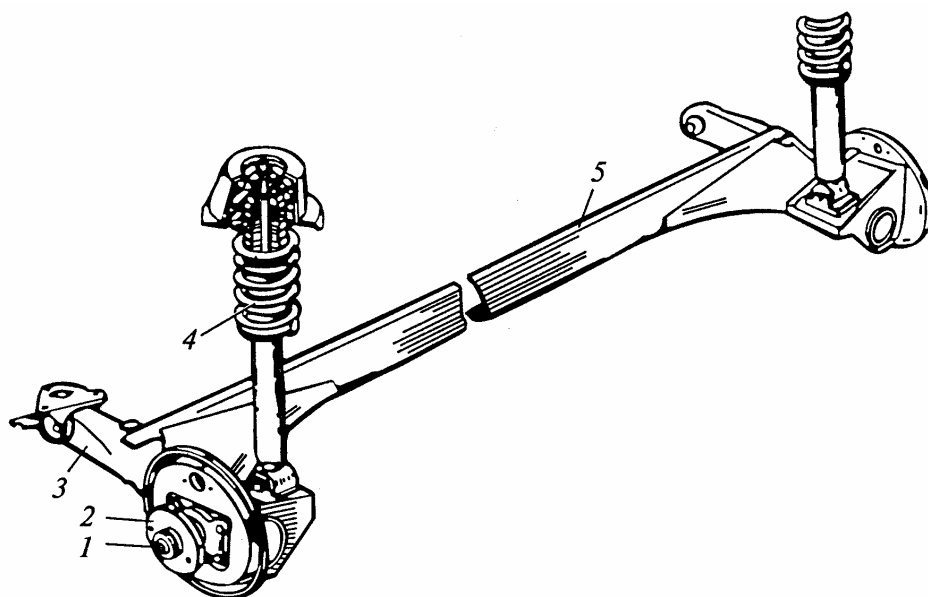


Рис. 8.9. Поддерживающий мост переднеприводных легковых автомобилей ВАЗ:

1 – ось; 2 – ступица; 3 – рычаг подвески; 4 – пружина подвески; 5 – балка моста

8.3. Установка управляемых колес

Установка управляемых колес на переднем мосту должна обеспечить устойчивое прямолинейное движение, легкость поворота автомобиля или трактора, а также качение колес с минимальной затратой мощности, минимальным износом шин и отсутствием колебаний.

Для удовлетворения указанных требований управляемые колеса и их поворотные цапфы устанавливаются под определенными углами в продольной, поперечной и горизонтальной плоскостях машины (рис. 8.10).

Боковой наклон (развал) колес (рис. 8.10,*а*) выполняют в поперечной плоскости под углом γ с целью:

- облегчения поворота машины, так как при этом уменьшается плечо a обкатки и, следовательно, момент, необходимый для поворота колеса;

- разгрузки малого наружного подшипника ступицы колеса и мест крепления подшипников, так как при такой установке колес возникает осевая сила, прижимающая ступицу колеса к внутреннему большому подшипнику;

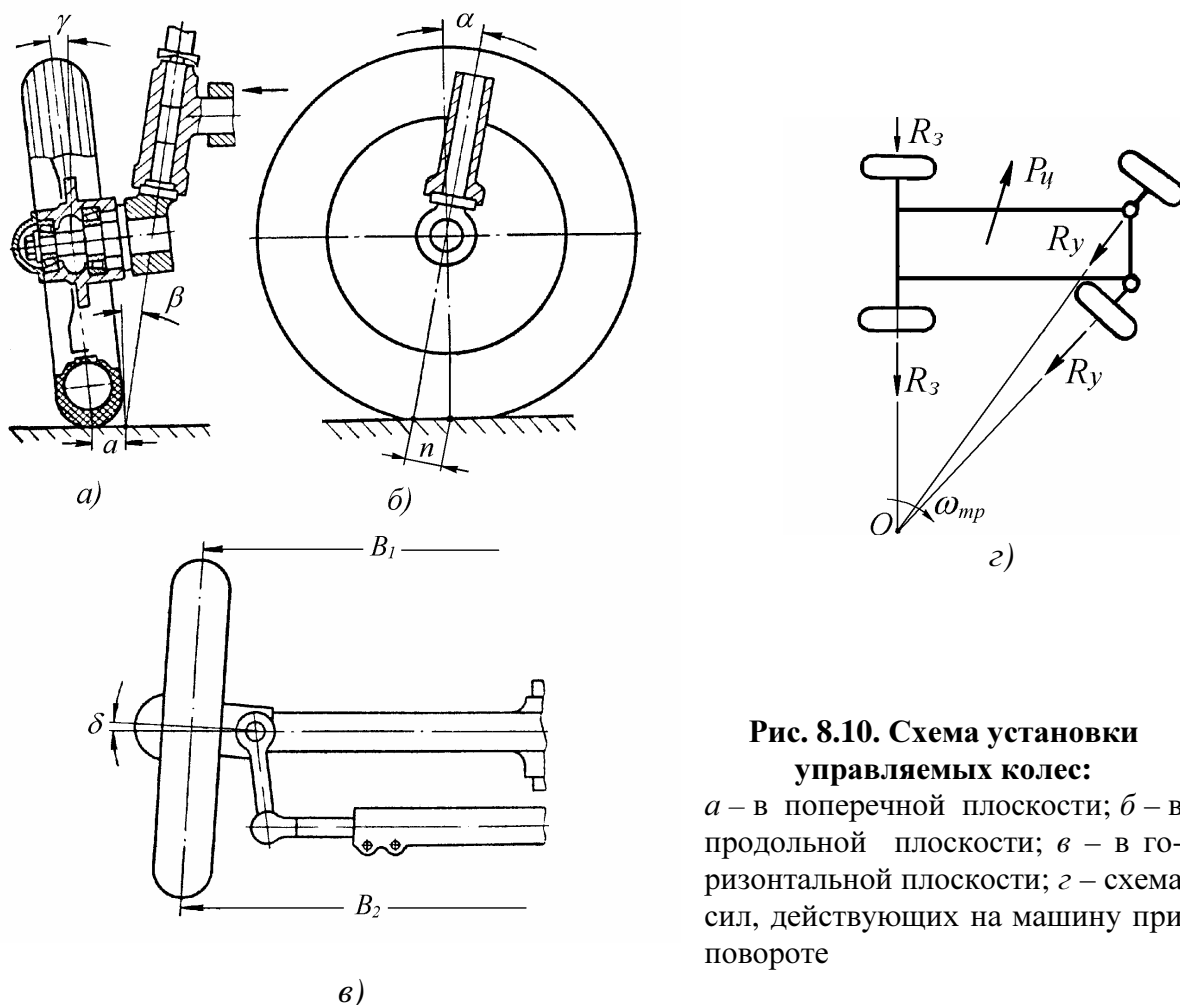


Рис. 8.10. Схема установки управляемых колес:
а – в поперечной плоскости; *б* – в продольной плоскости; *в* – в горизонтальной плоскости; *г* – схема сил, действующих на машину при повороте

- компенсации износа в шарнирах и подшипниках, а также деформации деталей переднего моста, не допуская при этом отрицательного развала.

В существующих конструкциях автомобилей угол $\gamma = 0 \dots 2^\circ$, а у тракторов $\gamma = 1,5 \dots 5^\circ$.

Вместе с тем установка управляемых колес с развалом под углом γ вызывает стремление колеса повернуться в сторону наклона. В результате этого колеса, связанные с остовом машины, будут двигаться по прямой, но с некоторым боковым скольжением, вызывающим ускоренный износ шин и увеличение расхода топлива.

Для устранения этого явления применяют **схождение управляемых колес** в горизонтальной плоскости (рис. 8.10,в). Для этого их устанавливают с некоторым наклоном вперед под углом δ . Схождение колес определяют разностью расстояний B_2 и B_1 , не превышающим 1...12 мм и соответствующим углом схождения δ , не более 1° .

Боковой наклон шкворня поворотной цапфы (оси поворота управляемого колеса) в поперечной плоскости под углом β (рис. 8.10,а) уменьшает плечо a обкатки и улучшает устойчивость прямолинейного движения машины, так как при повороте колес действует стабилизирующий момент, возвращающий колесо в продольную плоскость. Стабилизирующий момент возникает вследствие подъема передней части машины при обкатывании колеса вокруг наклонного шкворня. Поэтому его очень часто называют **весовым стабилизирующим моментом**. При этом **весовой стабилизирующий момент** зависит от угла наклона β шкворня, веса машины, приходящегося на управляемые колеса, и не зависит от скорости движения. У современных автомобилей $\beta = 6...10^\circ$, а у тракторов $\beta = 2...10^\circ$.

Наклон шкворня поворотной цапфы (оси поворота управляемого колеса) в продольной плоскости верхним концом назад под углом α (рис. 8.10,б). При этом продолжение оси шкворня пересекает опорную поверхность немного впереди центра поверхности контакта шины с дорогой, образуя плечо n . Назначение угла α - сохранение прямолинейности движения машины при высоких скоростях (обеспечение скоростной стабилизации управляемых колес). Это достигается тем, что при самопроизвольном повороте управляемых колес машины (рис. 8.10,г) на нее действует центробежная сила $P_{ц}$, пропорциональная угловой скорости $\omega_{тр}$ поворота машины относительно центра O . Центробежная сила $P_{ц}$ вызывает действие боковых реакций почвы (дороги) R_z и R_y соответственно на задние и передние управляемые колеса машины. Действие реакций R_y в центрах контакта шин с опорной поверхностью на плече n (рис. 8.10,б) создает стабилизирующий момент, стремящийся повернуть управляемые колеса в положение прямолинейного движения. У современных автомобилей угол $\alpha = 0...3,5^\circ$, а у тракторов $\alpha = 1...5^\circ$. Ряд ведущих тракторостроительных фирм мира увеличивает угол α до $10...15^\circ$ для увеличения угла поворота управляемых колес до $50...55^\circ$. Это позволяет уменьшить радиус поворота трактора.

У грузовых автомобилей и тракторов углы развала управляемых колес, поперечного и продольного наклона шкворня поворотной цапфы обеспечиваются конструкцией переднего моста и в условиях экс-

плуатации не регулируются. В процессе эксплуатации регулируют лишь сходимость управляемых колес путем изменения длины поперечных рулевых тяг.

У легковых автомобилей регулируют углы развала и схождения управляемых колес и наклон шкворня (оси поворота управляемых колес) в продольной плоскости.

8.4. Гусеничный движитель

Гусеничный движитель служит для преобразования крутящего момента, подводимого от двигателя к ведущим колесам, в касательную силу тяги, обеспечивающую движение трактора.

Движитель (рис. 8.11) состоит из гусеничных цепей 5, ведущих 6 и направляющих 1 колес, натяжного и амортизирующего 2 устройств, опорных 4 и поддерживающих 3 катков.

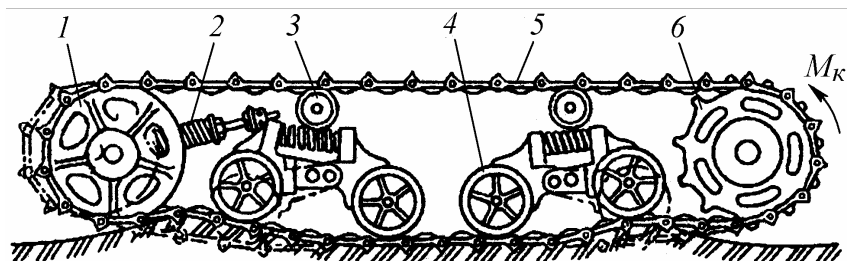


Рис. 8.11. Гусеничный движитель:

1 – направляющее колесо; 2 – натяжное и амортизирующее устройства; 3 – поддерживающий каток; 4 – опорный каток; 5 – гусеничная цепь (гусеница); 6 – ведущее колесо

Обычно на тракторе устанавливают движитель с двумя гусеницами. Существуют конструкции сочлененных тракторов с четырьмя гусеницами.

Гусеничный движитель в отличие от колесного обеспечивает передвижение трактора не непосредственно по грунту (почве), а по промежуточной замкнутой гусеничной ленте - гусеничной цепи (гусенице). Гусеница имеет значительно большую опорную поверхность, чем площадь контакта пневматической шины, что обеспечивает небольшое давление трактора на грунт. На опорной поверхности гусеницы имеются грунтозацепы (почвозацепы), повышающие ее сцепление с грунтом. Внутренняя поверхность гусеницы представляет собой достаточно твердый гладкий путь, по которому опорные катки движителя катятся с меньшим сопротивлением, чем колеса по грунту. Все это обеспечивает гусеничному трактору высокие тяговые качества при значительно меньшем буксовании его движителей, проходимость по мягким и влажным грунтам, меньшие потери мощности на

самопередвижение, а, следовательно, большую экономичность его работы.

Ведущие колеса предназначены для перематывания гусениц при движении трактора и создания силы тяги, обеспечивающей передвижение тракторного агрегата.

Ведущие колеса классифицируют по месту расположения на тракторе, способу изготовления, конструктивному исполнению венцов, типу зацепления с гусеницей.

По месту расположения в традиционных гусеничных движителях различают заднее и переднее расположение ведущих колес. На сельскохозяйственных и большинстве лесопромышленных и промышленных тракторах применяют заднее расположение ведущих колес. Переднее расположение ведущих колес встречается на некоторых типах лесопромышленных, специальных и транспортных тракторах.

Мощные промышленные и лесопромышленные гусеничные тракторы с высоко поднятыми ведущими колесами разработаны фирмой Катерпиллар (США). Гусеничный движитель при этом приобретает треугольную форму (см. рис. 1.5); переднее и заднее направляющие колеса становятся опорными, что значительно повышает площадь контакта гусениц с грунтом, увеличивая тяговые качества и проходимость трактора.

Такая схема начинает получать распространение и на сельскохозяйственных тракторах общего назначения.

По способу изготовления ведущие колеса бывают цельнолитыми или составными (рис. 8.12). В первом случае зубчатый венец и ступица ведущего колеса выполняются как единое целое. Крепится ведущее колесо *1* обычно или к фланцу *2* выходного вала конечной передачи (рис. 8.12,*а*), или непосредственно на его шлицевом конце *2* (рис. 8.12,*б*). В составном ведущем колесе (рис. 8.12,*в*) зубчатый венец *1* из специальных хромоникелевых или хромованадиевых сталей посредством болтового соединения закрепляется на ступице *3* из менее дефицитного материала. Такая конструкция колеса более ремонтпригодна и дешевле в эксплуатации.

По конструктивному исполнению венцов ведущие колеса бывают одновенцовые (все вышерассмотренные конструкции) и двухвенцовые, со сплошным венцом и составным, состоящим из набора сегментов.

Одновенцовые колеса имеют преимущественное применение на сельскохозяйственных и ряде промышленных тракторов, в основном малой и средней мощности.

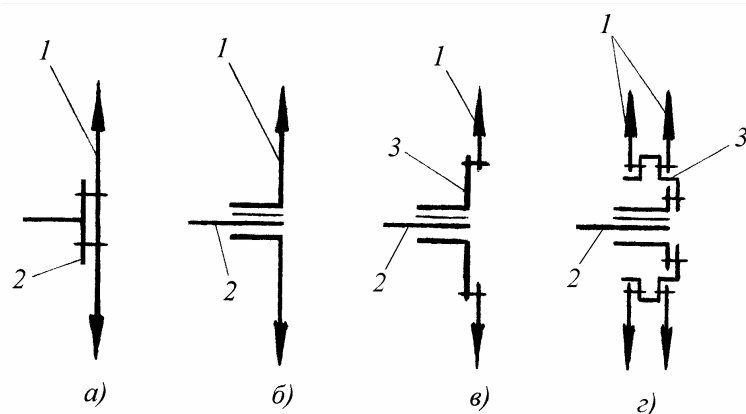


Рис. 8.12. Конструктивные схемы ведущих колес гусеничного трактора: 1- зубчатый венец; 2 – ведомый вал конечной передачи; 3 – ступица

Двухвенцовые колеса, как правило, выполняются составными

(рис. 8.12,г), у которых зубчатые венцы 1 закрепляются на промежуточной ступице 3. Их применяют в основном на мощных промышленных, болотоходных и некоторых типах трелевочных тракторов с более широкими гусеницами. Двухвенцовые колеса обеспечивают более устойчивое положение широких гусеничных звеньев на ведущем колесе, но требуют специальных устройств, предотвращающих их забивание грунтом.

На современных мощных промышленных гусеничных тракторах наметилась тенденция к применению составных ведущих колес, зубчатые венцы которых выполнены в виде набора сегментов.

По типу зацепления с гусеницей ведущие колеса бывают в основном с цевочным или гребневым зацеплением (рис. 8.13).

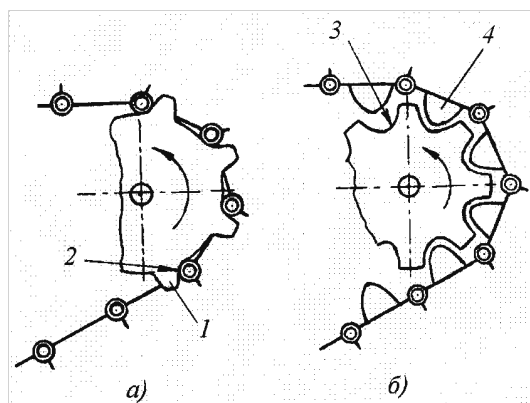


Рис. 8.13. Схемы зацепления ведущих колес с гусеницей:

a – цевочного; *б* – гребневого; 1 – зуб ведущего колеса; 2 – цевка звена гусеницы; 3 – профильная выемка на ведущем колесе; 4 – гребень звена гусеницы

При цевочном зацеплении (рис. 8.13,а) зубья 1 венца ведущего колеса последовательно входят в

контакт с цевками 2 звеньев гусеницы, заставляя ее перематываться. Цевкой называют поверхность проушины или соединительной втулки гусеничного звена, на которую давит зуб ведущего колеса. Цевочное зацепление ведущего колеса с гусеницей получило широкое применение на отечественных и зарубежных гусеничных тракторах.

При гребневом зацеплении (рис. 8.13,б) на ведущем колесе обычно выполняются профильные выемки 3, в которые при его вращении входят гребни 4, выполненные на внутренней поверхности гусеничного звена. Ввиду сложности изготовления профильной поверх-

ности выемок ведущего колеса гребневое зацепление имеет ограниченное применение.

Гусеничная цепь (гусеница) передает нагрузку от веса трактора на опорную поверхность и реализуют ее в касательную силу тяги.

Обычно на тракторе устанавливают движитель с двумя гусеницами. Существуют конструкции сочлененных тракторов с четырьмя гусеницами.

Гусеницы служат для создания большой опорной поверхности, обеспечивающей необходимое давление на почву при значительном весе трактора и надежное сцепление его с почвой, а также для создания бесконечных рельсовых путей для перекачивания опорных катков движителя и преобразования крутящего момента, подводимого к ведущим колесам, в силу тяги, перемещающую тракторный агрегат.

Современные гусеницы классифицируют:

по типу их общей конструкции - традиционные, состоящие из отдельных металлических шарнирно соединенных звеньев; монолитные резиноармированные (РАГ);

по конструктивному выполнению металлических звеньев – составные и цельнолитые;

по типу шарнира – закрытый, открытый, упругий (резинометаллический).

Составные звенья гусениц. Составное звено гусеницы (рис. 8.14,а) состоит из двух отдельных штампованных щек (рельсов) 6 и 7 зеркальной конфигурации, соединительных деталей - втулки 11 и пальца 12, опорной профильной плиты 8 (башмака) и болтов 5 с шайбами 9 и гайками 10.

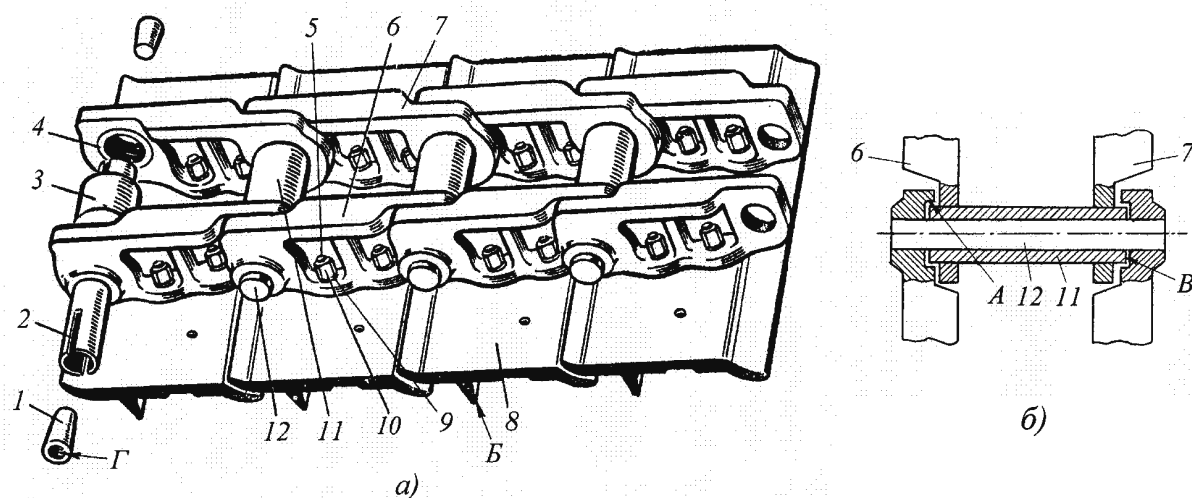


Рис. 8.14. Составная гусеница с закрытыми шарнирами:

1 – стопорный конус; 2 – соединительный палец; 3, 11 – втулки; 4 – кольцо (шайба); 5 – болт; 6, 7 – щеки; 8 – башмак; 9 – стопорная шайба; 10 – гайка; 12 – палец

Обработанные механически и термически щеки 6 и 7 имеют по два отверстия: большое для запрессовки втулки 11 и малое для соединительного пальца 12 звеньев. Втулки и пальцы выполняют, как правило, из малоуглеродистых сталей, с последующей цементацией и закалкой поверхностей трения. На внутренней обработанной плоскости щеки у малого отверстия сделана небольшая кольцевая выточка А (рис. 8.14,б).

К нижней поверхности каждой пары щек посредством болтов 5, гаек 10 и стопорных шайб 9 крепится башмак 8 с поперечным грунтозацепом В, выполненный из стали фасонного профиля.

Шарниры составных звеньев обычно закрытого типа и приподняты над поверхностью башмака. В закрытом шарнире выступающие концы втулок 11 входят в кольцевые выточки А сложных наружных щек 6 и 7, образуя лабиринтное уплотнение В, препятствующее попаданию внешнего абразива в его внутреннюю часть.

Так как звенья спрессовываются большим усилием, порядка 1000 кН, для установки гусеницы или ее снятия с движителя одно из ее звеньев делается легкозамыкающим. В этом звене (рис. 8.14,а) втулку 3 делают более короткой, чтобы она не выходила за пределы отверстий щек, в которые она запрессована, а концы соединительного пальца 2 чаще всего делают с коническими отверстиями и продольным разрезом. При замыкании гусеницы соединительный палец 2 свободно входит в малые отверстия наружных щек и соединительную втулку 3, после чего в его концы запрессовывают стопорные конусы 1, заклинивающие концы пальца в отверстиях щек. Для того чтобы выпрессовать конусы 1 при разборке гусеницы в них выполнены резьбовые отверстия Г, закрытые во время работы деревянными пробками. Дополнительные кольца (шайбы) 4, заменяющие отсутствующие выступающие концы соединительной втулки 3, создают лабиринтное уплотнение закрытого шарнира замыкающего звена.

Рассматриваемая гусеница имеет цевочное зацепление с ведущим колесом движителя, где роль цевки выполняет наружная поверхность соединительной втулки звена.

Основным достоинством составных гусениц является их высокая долговечность, а недостатком – высокая металлоемкость, достигающая до 25% от массы трактора.

Составные гусеницы имеют весьма широкое применение на промышленных тракторах, особенно больших тяговых классов, работающих на песчаных грунтах, главным образом из-за высокой долговечности шарниров закрытого типа и ремонтпригодности составных звеньев гусениц.

Цельнолитые звенья гусениц изготовляют отливкой из высокомарганцовистых сталей.

Плоские необработанные звенья гусениц для цевочного зацепления (рис. 8.15) представляют собой литые фасонные плиты с беговыми дорожками 1 и с проушинами в средней части, являющимися цевками для зацепления с ведущим колесом. Чтобы гусеница не соскакивала во время работы, на звеньях отлиты направляющие гребни 3 для качения опорных катков. Звенья соединены между собой закаленными стальными пальцами 6, свободно вставленными в отверстия 4 соединительных проушин 5 и 2 и закрепленными в них посредством шайб 7 и шплинтов 8. Для лучшего сцепления звеньев с грунтом на стороне проушин обращенных к нему выполнены приливы - грунтозацепы в виде шпор.

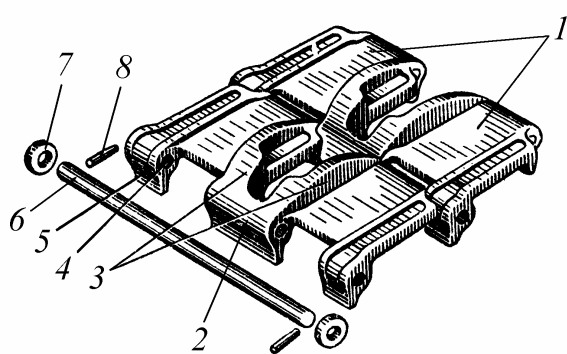


Рис. 8.15. Гусеница с цельнолитыми звеньями:

1 – беговые дорожки; 2, 5 – соединительные проушины; 3 – направляющие гребни; 4 – отверстие; 6 – палец; 7 – шайба; 8 – шплинт

Основным недостатком этих звеньев является низкая долговечность. Объясняется это тем, что открытый шарнир позволяет абразиву свободно проникать в проушины и в результате быстрого изнашивания их и соединительных пальцев звено становится неремонтопригодным.

Чтобы повысить срок службы шарниров плоских литых гусениц предложено много способов, среди которых наиболее перспективным является применение резинометаллических шарниров (РМШ).

Резиноармированные гусеницы (РАГ) представляют собой монолитную конструкцию, армированную стальными тросами и закладными металлическими элементами, завулканизированными в кордовую резиновую ленту. Последние служат в большинстве случаев для цевочного зацепления гусеницы с ведущим колесом движителя. Общий вид РАГ показан на рис. 8.16,а, а условный ее разрез по закладному элементу и цевке - на рис. 8.16,б.

РАГ начинают находить все более широкое применение в современных тракторах, благодаря высокой долговечности, возможности выполнения трактором транспортных работ на асфальтовом и бетонном покрытиях без их разрушения и меньшим на 25...30% уплотняющим воздействием на почву при одинаковой ширине с металлическими гусеницами.

К недостаткам РАГ следует отнести относительную сложность производства и сложность установки гусеницы на трактор в полевых условиях.

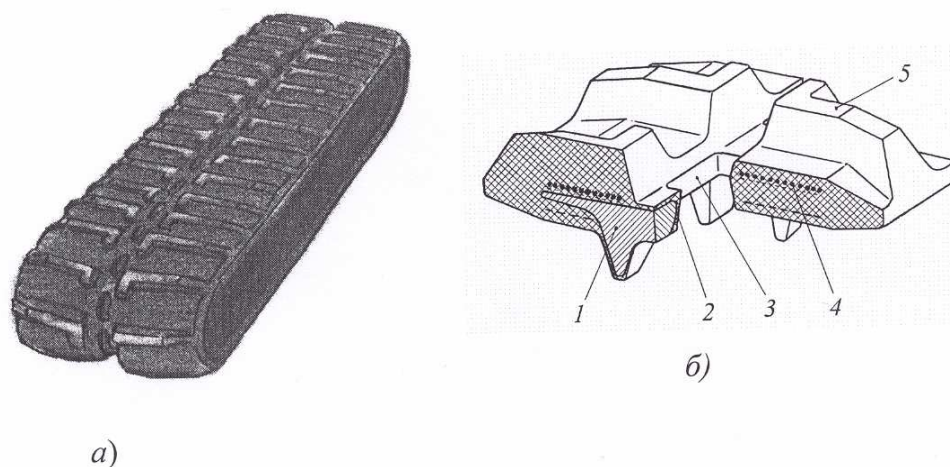


Рис. 8.16. Резиноармированная гусеница (РАГ):

1 - закладной металлический элемент с направляющим выступом для фиксации качения опорных катков и направляющего колеса; 2 – обрезиненная цевка закладного элемента; 3 - отверстие в резиновом корде для зуба ведущего колеса; 4 - сечение стальных тросов; 5 – резиновые грунтозацепы

Направляющее колесо служит для направления движения гусеницы путем укладки ее звеньев под передний опорный каток и изменения степени натяжения гусеницы.

По способу крепления направляющие колеса бывают на коленчатой оси (рис. 8.17,а, в) или на ползунах (рис. 8.17,б). В настоящее время, подавляющее большинство направляющих колес имеют натяжные устройства, выполненные вместе с амортизирующим устройством.

Натяжное и амортизирующее устройства состоят из двух механизмов практически не влияющих друг на друга, но связанные с одним общим объектом их действия - направляющим колесом.

Натяжное устройство обеспечивает правильное предварительное натяжение гусеницы, которое обеспечивает долговечность ее работы. Достигается это перемещением подвижной опоры оси направляющего колеса относительно неподвижной оси ведущего колеса двигателя до тех пор, пока стрела провисания верхней ветви гусеницы не достигнет определенной величины, которая всегда оговаривается в инструкции по эксплуатации трактора конкретной модели.

Ход регулирования направляющего колеса обеспечивает возможность удаления одного изношенного звена гусеницы и восстановление нормального ее натяжения.

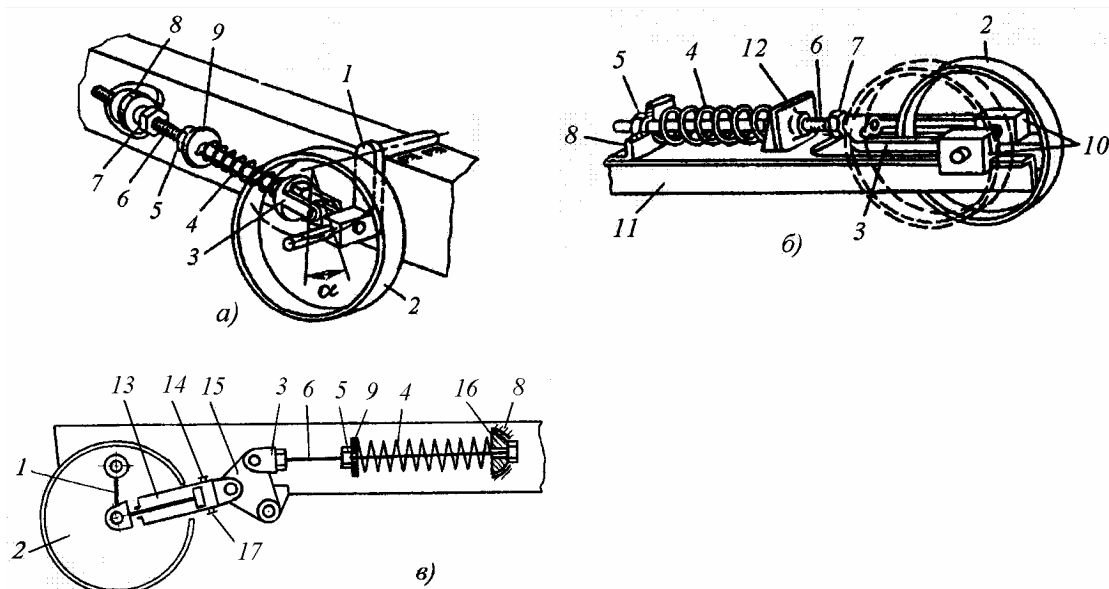


Рис. 8.17. Направляющее колесо с натяжным и амортизирующим устройствами:

а, в – на коленчатой оси; *б* - на ползунах; *1* – коленчатая ось; *2* – направляющее колесо; *3* – вилка; *4* – пружина; *5, 7* – регулировочные гайки; *6* – регулировочный винт; *8* – кронштейн рамы; *9* – шайба; *10* – ползуны; *11* – тележка гусеницы; *12* – подвижный ползун; *13* – гидроцилиндр; *14* – масленка; *15* – промежуточный рычаг; *16* – опорная сферическая шайба; *17* - клапан

Амортизирующее устройство обеспечивает снижение динамических нагрузок, действующих на трактор при его наезде на препятствие и предохранение движителя при попадании в него посторонних предметов, вызывающих резкое натяжение гусеницы. Достигается это за счет перемещения направляющего колеса назад и дополнительного сжатия упругого элемента амортизирующего устройства.

Установка направляющего колеса на коленчатой оси показана на рис. 8.17,*а*. Коленчатая ось *1* установлена с опорой на подшипниках скольжения в расточке рамы трактора. На цапфе коленчатой оси на подшипниках установлено направляющее колесо *2*. С коленом оси *1* шарнирно соединена вилка *3*, через отверстие в которой свободно проходит регулировочный винт *6*. Конец винта через регулировочную гайку *7* упирается в кронштейн *8* рамы трактора. Пружина *4* предварительно поджата между вилкой *3* и шайбой *9* регулировочной гайкой *5*. Изменение степени натяжения гусеницы осуществляется с помощью регулировочной гайки *7*. При вращении гайки регулировочный винт *6* перемещается относительно кронштейна *8* рамы трактора. В результате коленчатая ось поворачивается на угол α , что приводит к перемещению оси направляющего колеса по дуге окружности, и, следовательно, изменению степени натяжения гусеницы.

Амортизация толчков на гусеницу при наезде трактора на препятствие происходит за счет поворота коленчатой оси относительно неподвижной опоры и сжатия пружины 4. Регулировка предварительного натяжения пружины осуществляется гайкой 5.

При креплении направляющего колеса на ползунах (рис. 8.17,б) его опоры осей – ползуны 10 установлены в направляющих прорези тележки 11 гусеницы. Регулировочный винт 6 проходит через отверстие вилки 3 и ввернут в гайку, приваренную к подвижному ползуну 12. Винт свободно проходит через отверстие в кронштейне 8, приваренному к раме тележки 11 гусеницы. Пружина 4 предварительно поджата между кронштейном 8 и подвижным ползуном 12. При наезде на препятствие колесо с вилкой, ползуном и винтом подается назад, сжимая пружину. Гайкой 5 регулируют заданное предварительное поджатие пружины 4, а гайкой 7 – натяжение гусеницы.

На современных тракторах применяют натяжные и амортизирующие устройства с гидронатяжителем гусеницы (рис. 8.17,в), Гидронатяжитель состоит из гидроцилиндра 13, направляющая вилка штока которого закреплена шарнирно на боковой цапфе коленчатой оси 1, а вилка корпуса гидроцилиндра – на промежуточном рычаге 15.

Для натяжения гусеницы в гидроцилиндр 13 через масленку 14 с помощью шприца под давлением подается консистентная смазка. При этом шток гидроцилиндра перемещается вперед и поворачивает коленчатую ось 1, натягивая гусеничную цепь. Для ослабления натяжения гусеничной цепи отворачивают корпус клапана 17 и через образовавшееся отверстие в клапане выпускают часть смазки из гидроцилиндра 13.

Амортизирующее устройство состоит из цилиндрической пружины 4, сжатой между опорной сферической шайбой 16 и регулировочной гайкой 5 с упорной шайбой 9, установленных на регулировочном винте 6. Амортизирующее устройство в сборе со сферической шайбой 16 уперто в сферическую опору кронштейна 8 рамы, а вилкой 3 закреплено на шарнире промежуточного рычага 15.

Применение промежуточного рычага 15 позволяет значительно уменьшить силу удара, приходящего на амортизирующее устройство при наезде трактора на препятствие.

Направляющее колесо, установленное на кривошипе, изображено на рис. 8.18. Цельнолитое направляющее колесо 8 установлено на двух конических радиально-упорных подшипниках 5 и 9 на цапфе коленчатой оси 4. От осевого смещения колесо удерживается гайками 3 и шайбой 2. Наружные кольца подшипников запрессованы в отверстие ступицы до упора в стопорное разрезное кольцо 7 и дис-

танционную втулку 6. Необходимый осевой зазор в подшипниках регулируется гайками 3.

Подшипники колеса работают в жидкой смазке. Нагнетание и слив масса осуществляется через отверстия в крышке 1, заглушаемые пробками. Для защиты внутренней полости применены торцовое и лабиринтное уплотнения. Лабиринтное уплотнение образовано защитным колпаком 11, приваренным к коленчатой оси и цилиндрическим хвостовиком крышки 10. Торцовое уплотнение содержит подвижное металлическое кольцо 19 с резиновым уплотнением 21 и неподвижное металлическое кольцо 17, вставленное в крышку 10 и уплотненное кольцом 22. Металлические кольца постоянно поджимаются друг к другу пружиной 20. Для фиксации от проворота относительно оси цапфы кольцо 19 имеет внутреннее фигурное отверстие, а на цапфе коленчатой оси выполнена лыска А. Для удобства сборки деталей уплотнения на оси цапфы в проточке установлено разрезное стопорное кольцо 18.

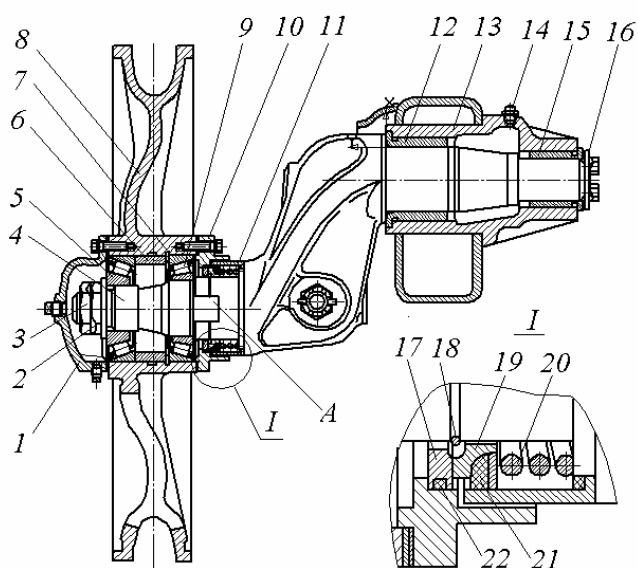


Рис. 8.18. Направляющее колесо, установленное на кривошипе:

1, 10 – крышки; 2 – шайба; 3 – гайки; 4 – коленчатая ось; 5, 9 – подшипники; 6 – дистанционная втулка; 7, 18 – стопорные разрезные кольца; 8 – направляющее колесо; 11 – защитный колпак; 12, 15 – втулки; 13 – опора коленчатой оси; 14 – масленка; 16 – упорная шайба; 17, 19 – кольца торцового уплотнения соответственно неподвижное и подвижное; 20 – пружина; 21 – резиновое уплотнение; 22 – уплотнительное кольцо

Коленчатая ось 4 верхним концом свободно установлена в стальных втулках 12 и 15, впрессованных в опору 13, приваренную к раме трактора. От осевых смещений коленчатая ось удерживается торцом у основания оси и упорной шайбой 16, прикрепленной к оси болтами. Внутренняя полость опоры заполняется консистентной смазкой через масленку 14. К коленчатой оси шарнирно при помощи пальца и ушка прикреплен вилка (на рисунке не показано) для соединения с натяжным и амортизирующим устройствами.

Опорные катки служат для поддержания и перемещения остова трактора по направляющей поверхности гусениц, передачи его веса

через гусеницу на грунт и восприятия боковых реакций грунта при поворотах трактора.

Размеры опорных катков, их число и конструкция в первую очередь зависят от назначения трактора, типа подвески и конструкции гусеницы. Так, лесопромышленные и транспортные тракторы имеют большие размеры катков, которые имеют меньшее сопротивление качению, но далеко расставлены друг от друга и оказывают большее единичное давление на грунт. Поскольку это недопустимо для сельскохозяйственных и ряда промышленных тракторов, на них устанавливают катки меньшего размера, но с большим числом на единицу длины опорной поверхности гусеницы. Опорные катки изготавливают из высокоуглеродистых сталей с последующей термообработкой ободьев.

Опорные катки можно классифицировать по типу обода, способу изготовления, способу крепления его оси, степени амортизации.

По типу обода опорные катки бывают одноободьевые и двухободьевые (рис. 8.19).

Одноободьевые опорные катки выполняют чаще всего с гладким цилиндрическим ободом (рис. 8.19,а). Такие катки обычно большого диаметра устанавливаются чаще всего на лесопромышленных и транспортных тракторах. Реже встречаются одноободьевые катки со сферической формой обода, но отличающиеся видом ступиц. Так, показанный на рис. 8.19,б, каток имеет одну общую ступицу, а на рис. 8.19,в - разделенную ступицу. Такие катки, как правило, небольшого диаметра, встречаются на промышленных и специальных тракторах.

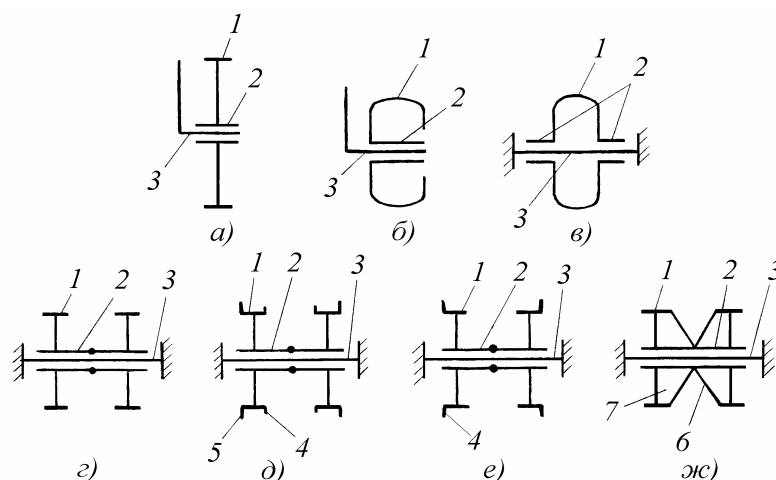


Рис. 8.19. Схемы конструкций опорных катков:

а - в - одноободьевых; г- ж - двухободьевых; 1 - обод катка; 2 - ступица; 3 - ось катка; 4, 5 - реборды; б - кольцевая канавка; 7 - ребро жесткости

Двухободьевые опорные катки в зависимости от типа беговой дорожки сопрягающейся гусеницы выполняются или с гладкими ци-

линдрическими ободьями (рис. 8.19,з), когда применяются плоские траки, или с боковыми ребордами, предотвращающими сход катка с составной гусеницы (рельсового типа). При этом реборды выполняются как с двух сторон обода (рис. 8.19,д), так и только с наружной его стороны (рис. 8.19,е).

Двухободьевые катки находят широкое применение при всех типах гусениц и подвесок трактора. При этом их размеры относительно небольшие.

По способу изготовления опорные катки бывают цельнолитыми, штампованными и составными.

Цельнолитыми обычно изготавливаются одноободьевые катки, схемы которых рассмотрены выше (рис. 8.19,а-в), и двухободьевые для движения по гусеницам с гребневым зацеплением. В последнем случае в их средней части выполняется литая кольцевая канавка б для прохода гребней траков гусеницы (рис. 8.19,ж). В таких катках иногда делают радиальные ребра жесткости 7.

Штампованные двухободьевые катки обычно состоят из двух одинаковых половинок или роликов, сваренных между собой торцами ступиц, соответственно для плоских или рельсовых гусениц (рис. 8.19,з-е).

Составной двухободьевый каток (рис. 8.19,з) состоит из двух литых или штампованных дисков 4 обычно с цилиндрическими ободьями, закрепленных на концах соединительной оси 1 посредством гаек 5.

По способу крепления различают опорные катки, устанавливаемые на неподвижных осях и вращающиеся вместе с ними. Способ крепления во многом зависит от типа подвески трактора.

Опорные катки, как и рассмотренные направляющие колеса, обычно устанавливаются на качения. Однако встречаются опорные катки, которые устанавливают на подшипники скольжения с целью снижения шумности движения.

По степени амортизации опорные катки разделяются на жесткие и упругие. Рассмотренные выше конструкции опорных катков являются жесткими.

У упругих опорных катков на наружную поверхность цилиндрического обода привулканизирован или напрессован резиновый бандаж. Это улучшает плавность хода трактора, уменьшают уровень шума движителя и повышают долговечность подшипников катков. Упругие опорные катки обычно устанавливают на транспортных, ряде промышленных и специальных тракторах, а также при применении РАГ.

На сельскохозяйственных тракторах общего назначения опорные катки с внешней амортизацией практически не применяются вследствие повышенного сопротивления качению по металлическим гусеницам (примерно в 1,5 раза) и недостаточной долговечности резины при работе в абразивной среде, характерной для полевых условий работы МТА. При этом резиновый бандаж быстро выходит из строя при попадании между опорным катком и гусеницей режущих и колющих предметов.

Конструкция опорного катка с неподвижной осью приведена на рис. 8.20.

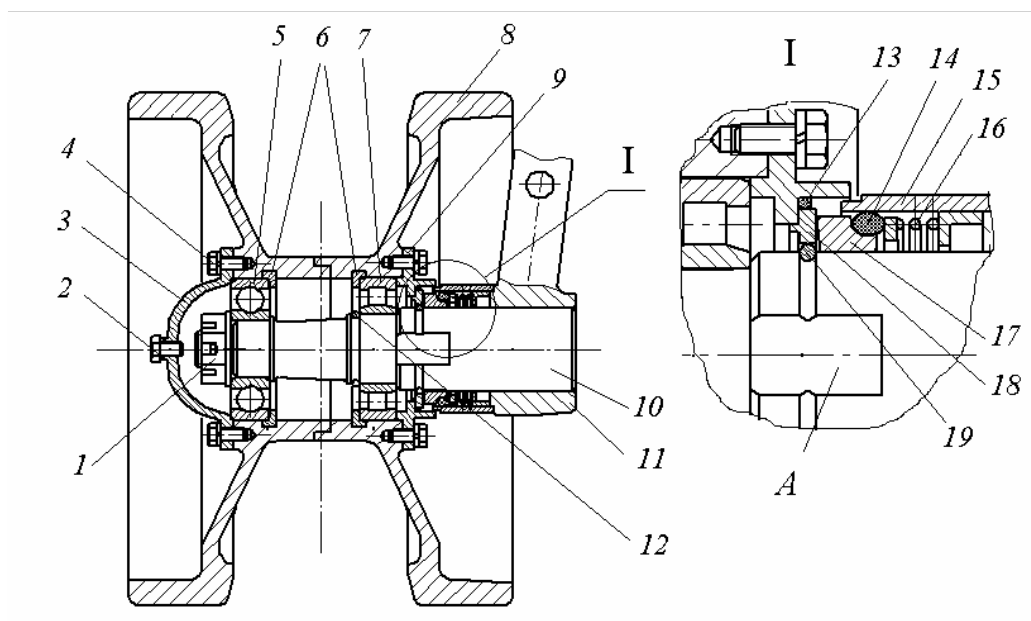


Рис. 8.20. Опорный каток с неподвижной осью:

1 – гайка; *2* – пробка; *3, 9* – крышки; *4* – болт; *5, 7* – подшипники; *6* – полукольца; *8* – каток; *10* – ось катка; *11* – балансир; *12, 19* – стопорные разрезные кольца; *13, 14* – уплотнительные резиновые кольца; *15* – втулка; *16* – пружина; *17, 18* – кольцо уплотнения соответственно наружное и внутреннее

Ось *10* опорного катка неподвижно закреплена в отверстии балансира *11*. Каток *8* вращается на подшипниках качения: на внутреннем роликовом радиальном *7* и шариковом радиально-упорном *5*. Наружные кольца подшипников зафиксированы от осевого смещения полукольцами *6*, вставленными в расточки катка, и крышками: глухой наружной *3* и проходной внутренней *9* с болтами *4*. Внутреннее кольцо подшипника *7* удерживается от осевого смещения стопорным разрезным кольцом *12*. Шариковый радиально-упорный подшипник *5* установлен на оси до упора в бурт, закреплен гайкой *1* с шайбой и шплинтом и воспринимает как радиальные, так и осевые силы, действующие на каток. Подшипники смазываются жидким смазочным ма-

териалом, который заливается во внутреннюю полость катка через отверстие в крышке 3, закрываемого пробкой 2. При этом пробка 2 предназначена также и для контроля уровня масла в полости катка. Лабиринтное уплотнение, образованное внутренней проточкой в крышке 9 и внешней проточкой на неподвижной втулке 15 защищает детали торцового уплотнения от грязи. Торцовое уплотнение содержит два металлических кольца и пружину 16 сжатия. Внутреннее кольцо 18 уплотнения вращается вместе с катком и удерживается в нем резиновым уплотнительным кольцом 13. Наружное кольцо 17 зафиксировано от проворота относительно оси катка фигурным отверстием в нем и лыской А на оси катка. Вместе с уплотнительным резиновым кольцом 14 оно может перемещаться в осевом направлении относительно оси катка под действием усилия пружины 16, тем самым обеспечивая надежный контакт с кольцом 18 и герметизацию внутренней полости катка. Для удобства сборки в проточке оси катка установлено пружинное стопорное разрезное кольцо 19. Оно удерживает кольцо 17 от сползания с оси в процессе установки опорного катка на ось.

На рис. 8.21 представлена **конструкция опорного катка с вращающейся осью**. Ось 12 катка установлена на двух роликовых конических подшипниках 2 в отверстии головки балансира 4. От продольных перемещений ось удерживается буртом, подшипниками и крышками 6, прикрученными болтами 7 к балансиру. Зазор в подшипниках регулируется изменением числа прокладок 1 и 5. С каждой стороны на ось опорного катка напрессован стальной литой обод 3, который удерживаются на ней с помощью призматической шпонки 8 и гайки 9 с замковой шайбой 11. Смазка подшипников и ее замена осуществляется через сверления в оси катка, закрываемые пробкой 14. Лабиринт, образованный защитным колпаком уплотнения 13, приваренным к ободу, и цилиндрической поверхностью крышки 6 препятствует попаданию грязи к торцовому уплотнению. Вытеканию смазки препятствуют уплотнение 10 и торцовое уплотнение, конструкция которого аналогична конструкции уплотнения направляющего колеса, изображенного на рис. 8.18.

Подобные конструкции опорных катков применяются на сельскохозяйственных тракторах тягового класса 3. На тракторе устанавливают по четыре катка с каждой стороны, сгруппированных по два катка в балансирные каретки.

Поддерживающие катки. Их применяют при необходимости поддержки верхней ветви гусеницы от значительного провисания.

Число поддерживающих катков зависит от продольной базы трактора - расстояния между осями направляющего и ведущего колес. При короткой базе их можно не применять, а обычно их число не превышает двух. Если применяется только один каток, то его, как правило, располагают ближе к ведущему колесу.

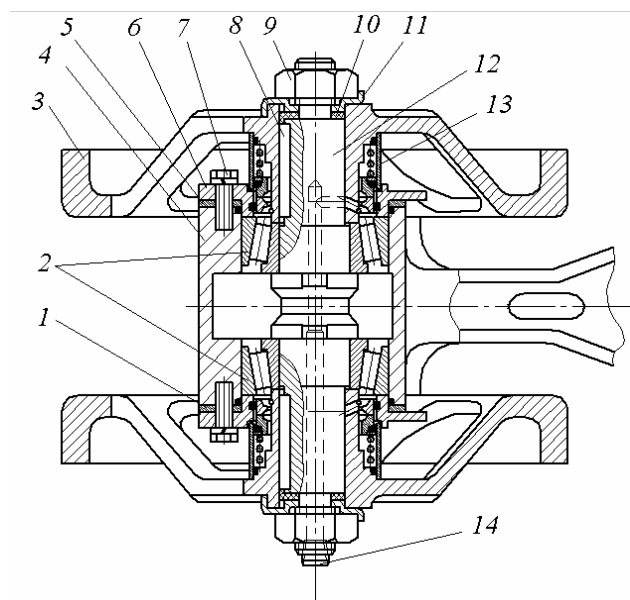


Рис. 8.21. Опорный каток с вращающейся осью:

1, 5 – регулировочные прокладки; 2 – конические радиально-упорные подшипники; 3 – обод катка; 4 – балансир; 6 – крышка; 7 – болт; 8 – шпонка; 9 – гайка; 10 – уплотнение; 11 – замковая шайба; 12 – ось катка; 13 – защитный колпак торцевого уплотнения; 14 – пробка

Профили обода поддерживающего катка обычно такие же, как опорного катка или направляющего колеса. Для улучшения сцепления обода поддерживающего катка с гусеницей и снижению уровня шума при его работе некоторые конструкции выполняются с резиновыми бандажами.

На транспортных, трелевочных и иных тракторах с большими опорными катками поддерживающие катки не применяют, так как верхняя ветвь гусеницы непосредственно опирается на опорные катки.

Конструкция поддерживающего катка сельскохозяйственного трактора представлена на рис. 8.22.

Двухободьевый стальной литой каток 1 вращается на двух шариковых подшипниках 2 и 4 на консольной оси 3, запрессованной в промежуточный кронштейн 5. Кронштейн 5 болтами 6 крепится к кронштейну рамы трактора. Внутренняя полость катка закрыта с внутренней стороны крышкой 7 с торцовым уплотнением и грязезащитным лабиринтом, а с наружной - крышкой 11. От осевых перемещений каток удерживается на оси внешним подшипником 2, крышкой 11 и гайками 9. Внутренний подшипник 4 воспринимает только радиальную нагрузку. Подшипники смазываются жидкой смазкой, заливаемой через отверстие в крышке 11, закрываемое пробкой 10. Резиновые бандажи 8, надетые на каток и поджатые к нему с торцов

крышками, смягчают удары и снижают шум при движении гусеницы по каткам.

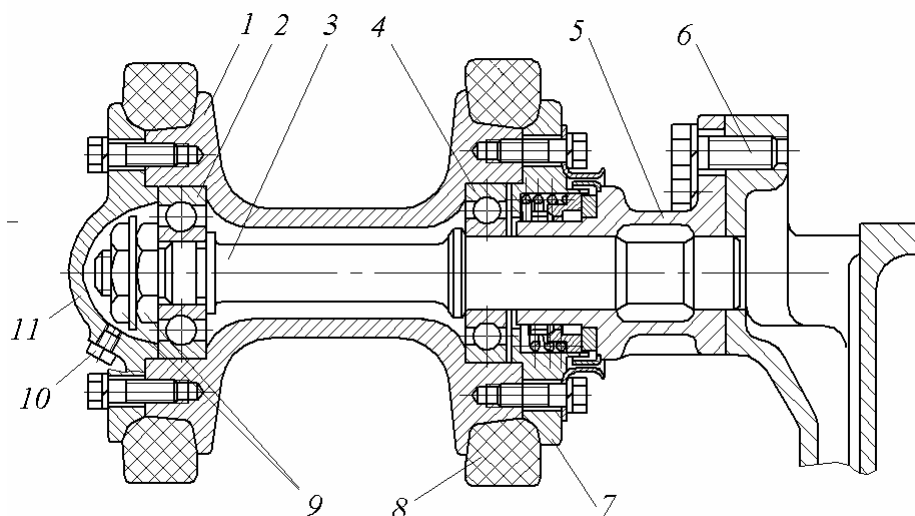


Рис. 8.22. Поддерживающий каток:

1 – каток; 2, 4 – подшипники; 3 – ось катка; 5 – кронштейн; 6 – болты; 7, 11 – крышки; 8 – резиновый бандаж; 9 – гайки; 10 – заливная и контрольная пробка уровня масла

8.5. Уход за двигателем

Уход за двигателем колесного трактора и автомобиля заключается в проверке и подтяжке резьбовых соединений, периодическом смазывании элементов двигателя в соответствии с инструкцией завода - изготовителя, в своевременном регулировании осевого зазора подшипников передних и задних колес, повседневном наблюдении за состоянием пневматических шин и величиной давления воздуха в них.

К числу основных требований, предъявляемых к техническому состоянию двигателя колесных тракторов и автомобилей, можно отнести следующие:

- недопустимость предельного износа рисунка протектора, наличия сквозных трещин и разрывов в покрышках колес;
- поддержание сходимости колес переднего моста в установленных пределах;
- соблюдение соответствия ширины колеи и давления в шинах трактора характеру выполняемых работ и виду обрабатываемых культур.

Наиболее дорогостоящий и быстроизнашивающийся элемент ходовых систем колесных тракторов и автомобилей - шины. Правильное выполнение монтажа и демонтажа шин позволяет предупредить их преждевременный выход из строя. Перестановка шин, не предусмотренная инструкцией по эксплуатации трактора или автомобиля, недопустима.

Поступающие на монтаж покрышки и камеры должны быть сухими. Перед монтажом проверяют герметичность камер. Внутренние поверхности покрышек и наружные камер и ободных лент, а также ободы в зоне прилегания бортов припудривают тальком или смазывают заменяющими его составами. Монтаж и демонтаж шин проводят на специальном участке с применением соответствующих приспособлений. Запрещается производить монтаж и демонтаж шин непосредственно на тракторе и автомобиле.

Внутреннее давление воздуха в шинах контролируют перед выездом на работу.

Основные неисправности колесного движителя и способы их устранения даются в инструкции по эксплуатации трактора и автомобиля.

Уход за движителем гусеничного трактора заключается в периодической очистке всех механизмов движителя от грязи, проверке качества болтовых и иных соединений и соответствующих уплотнений, проведении необходимых регулировок и тщательное смазывание всех поверхностей трения.

Особое внимание необходимо обращать на состояние шарниров гусеничной цепи, внешним признаком износа которых является увеличивающееся провисание ее верхней ветви.

Основными неисправностями гусеничного движителя являются дефекты гусениц и уплотнений. Проскальзывание гусениц по вершинам зубьев ведущего колеса и последующее их спадение зависит от износа пальцев и проушин траков, износа зубьев ведущего колеса, а также от недостаточного натяжения гусениц. Поэтому вначале необходимо проверить и отрегулировать натяжение гусеницы, а если этого недостаточно, то заменить один трак и в зависимости от характера износа зубьев ведущих колес поменять их местами или полностью заменить.

Дефекты уплотнений проявляются в подтекании смазочного материала из подшипников направляющих колес, опорных и поддерживающих катков движителя. Если уплотнения не ремонтпригодны, то их следует заменить.

Контрольные вопросы

1. Назначение, типы и устройство колес тракторов и автомобилей. 2. Классификация и маркировка тракторных и автомобильных шин. 3. Поясните установку управляемых колес в продольной, поперечной и горизонтальной плоскостях трактора и автомобиля. 4. Как изменяют колею и дорожный просвет у колесного универсально-пропашного трактора? 5. Перечислите основные элементы гусеничного движителя и объясните их назначение. 6. С какой целью и как выполняется регулировка натяжения гусеничной цепи? 7. Какие гусеничные цепи применяют на тракторах?

Глава 9. ПОДВЕСКА

9.1. Общие сведения

Подвеска предназначена для обеспечения необходимой плавности хода машины. Подвеской принято называть группу узлов и деталей ходовой части, соединяющих остов машины с осями колес у колесного трактора и автомобиля или осями опорных катков у гусеничного трактора.

В эту группу входят упругие элементы (рессоры), амортизаторы и направляющее устройство. На легковых автомобилях в состав подвески дополнительно входит стабилизатор поперечной устойчивости. В некоторых подвесках тракторов и автомобилей амортизаторы могут отсутствовать.

Упругие элементы предназначены для смягчения толчков и ударов, передаваемых на остов при движении машины по неровностям пути.

Амортизаторы применяют с целью гашения колебаний подрессоренной части остова машины.

Направляющее устройство обеспечивает передачу всех сил и моментов, действующих между двигателем и остовом машины, необходимую траекторию перемещения колес (у колесного трактора и автомобиля) или опорных катков (у гусеничного трактора) при движении по неровностям пути и разгружает полностью или частично упругие элементы от продольных и боковых сил.

Стабилизатор поперечной устойчивости автомобиля уменьшает боковой крен и поперечные угловые колебания остова при прямолинейном движении машины и на повороте.

На рис. 9.1 приведена схема подвески автомобиля со стабилизатором поперечной устойчивости.

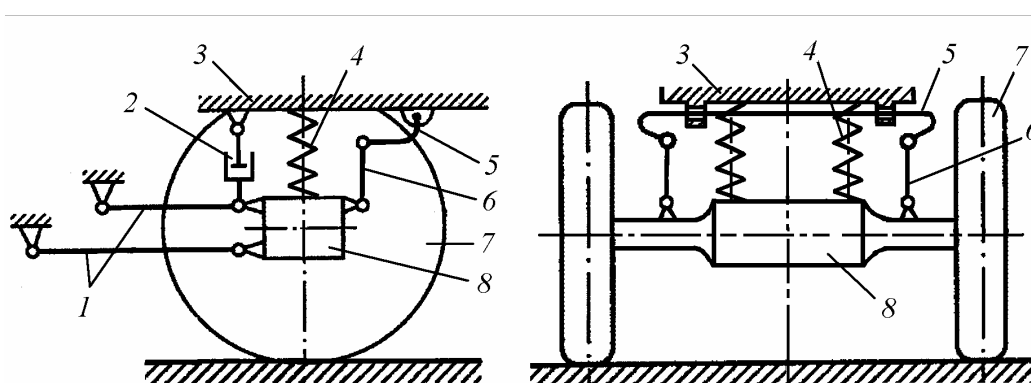


Рис. 9.1. Схема подвески автомобиля со стабилизатором поперечной устойчивости:

1 — направляющее устройство; 2 — амортизатор; 3 — остов; 4 — упругий элемент; 5 — штанга стабилизатора; 6 — стойка; 7 — колесо; 8 — балка моста

Остов 3 автомобиля соединен с балкой 8 моста через упругие элементы 4, направляющее устройство 1 и амортизаторы 2. При движении автомобиля по неровностям пути его колеса 7 перемещаются в вертикальной плоскости. В результате упругие элементы 4 подвески деформируются, а остов 3 совершает колебания, которые гасятся амортизаторами 2. Траектория перемещения колес 7 на схеме определяется рычажным направляющим устройством 1.

Боковой крен и поперечные угловые колебания остова уменьшает стабилизатор поперечной устойчивости - упругое устройство, устанавливаемое поперек автомобиля. Штанга 5 стабилизатора П-образной формы, выполненная из пружинной стали, прикреплена к остову 3 с возможностью вращения. Концы штанги 5 через стойки 6 шарнирно связаны с балкой 8 моста. При боковых кренах и поперечных угловых колебания остова концы штанги 5 перемещаются в разные стороны: один опускается, а другой поднимается. Вследствие этого средняя часть штанги 5 закручивается, препятствуя тем самым крену и поперечным угловым колебаниям остова. При этом стабилизатор поперечной устойчивости не препятствует вертикальным и продольным угловым колебаниям остова автомобиля.

Помимо общих, предъявляемым ко всем механизмам требований, подвеска должна обеспечивать необходимую плавность хода машины.

Иногда к подвеске предъявляют и дополнительные требования:

- регулирование дорожного просвета и положения остова машины;
- изменение характеристики упругости подвески с целью улучшения эксплуатационных свойств машины.

9.2. Подвески колесных тракторов и автомобилей

Подвески колесных тракторов разделяют на жесткие (без упругих элементов); полужесткие (с передним расположением упругих элементов); упругие (все опоры имеют упругие элементы).

В жесткой подвеске мосты непосредственно или при помощи кронштейнов жестко крепятся к остову трактора. Жесткие четырехточечные подвески применяют на погрузчиках и экскаваторах. Жесткие трехточечные подвески, у которых передний мост соединен с остовом в одной точке, применяют на хлопководческих тракторах, некоторых видах самоходных шасси, бульдозерах и канавокопателях.

В полужесткой подвеске передняя часть остова трактора соединена с мостом упругим элементом, задняя часть остова -

неподдрессорена. Такие подвески имеют тихоходные землеройные машины, универсально-пропашные тракторы, а также некоторые модели колесных тракторов общего назначения.

В упругой подвеске мосты соединены с остовом трактора таким образом, что могут перемещаться один относительно другого и относительно остова в вертикальной плоскости. Такими подвесками в настоящее время оснащено большинство универсальных колесных тракторов.

Подвески автомобилей бывают только упругие.

В зависимости от типа направляющего устройства упругие подвески делятся на зависимые и независимые. Особенностью зависимой подвески (рис. 9.2,а) является наличие жесткой балки 8 моста, связывающей левое и правое колеса машины. Поэтому перемещение одного колеса в поперечной плоскости передается другому. В данном примере балка моста 8 подвешена к лонжеронам рамы на двух рессорах 4 при помощи кронштейнов 5 и серег 7. Полуэллиптические рессоры 4 собраны из выгнутых стальных листов разной длины. В загнутые ушки самого длинного (коренного) листа через которые проходят рессорные пальцы, шарнирно соединяющие рессору с кронштейном 5 и серьгой 7. Листы рессоры стянуты между собой хомутами 3 и соединены с балкой 8 моста стремлянками 6. Через стремянки, рессоры и шарниры в кронштейнах 5 силы от колес при движении машины передаются раме. Следовательно, здесь полуэллиптическая рессора выполняет функцию направляющего устройства подвески. Хомуты 3 препятствуют сдвигу отдельных листов рессоры в боковом направлении

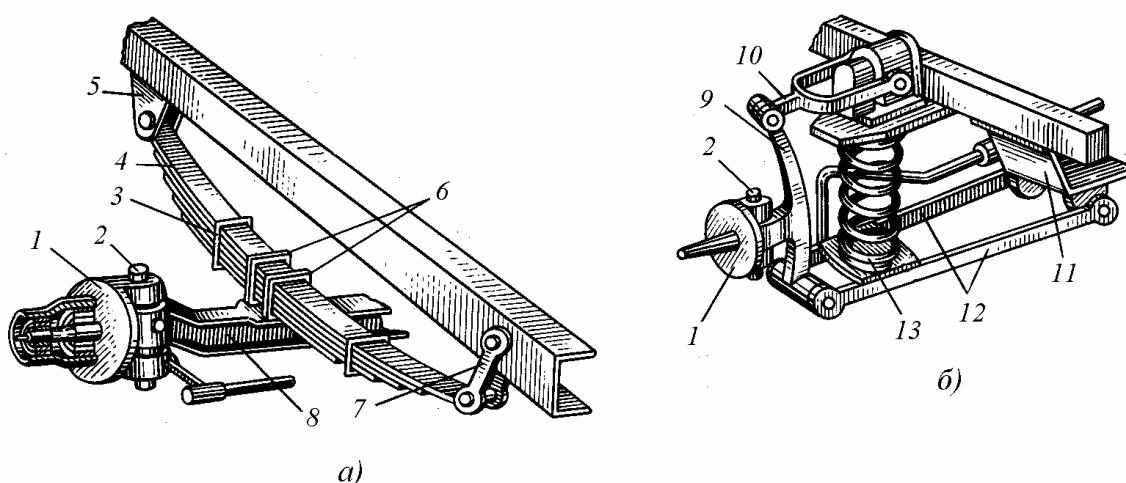


Рис. 9.2. Подвески:

а – зависимая; б – независимая; 1 – поворотный кулак; 2 – шкворень; 3 – хомут; 4 – рессора; 5 – кронштейн; 6 – стремянки; 7 – серьга; 8 – балка моста; 9 – стойка; 10, 12 – рычаги; 11 – поперечина подрамника; 13 – пружина

При независимой подвеске рис. 9.2,б) отсутствует жесткая кинематическая связь между колесами. Каждое колесо данного моста перемещается независимо одно от другого. Здесь к поперечине 11 подрамника шарнирно прикреплены рычаги 10 и 12, концы которых также шарнирно соединены со стойкой 9. На стойке при помощи шкворня 2 закреплен поворотный кулак 1 колеса. Рычаги 10, 12 и стойка 9 образуют направляющее устройство подвески. Упругим элементом является пружина 13, установленная между нижними рычагами 12 и поперечиной 11 подрамника.

Упругими элементами подвески обычно являются разнообразные пружины (чаще витые цилиндрические), листовые рессоры и торсионы (цельностержневые или наборные из рессорных листов, стержней, прутков прямоугольного сечения), изготовленные из качественных пружинных сталей и прошедших термическую и иную соответствующую обработку.

Резиновые упругие элементы широко применяют в подвесках современных тракторов и автомобилей в виде дополнительных упругих устройств, которые называют ограничителями или буферами. Буфера подразделяются на буфера сжатия и отдачи. Первые ограничивают вертикальное перемещение колес вверх, а вторые – вниз. При этом буфер сжатия ограничивает деформацию упругого элемента подвески и увеличивает ее жесткость. Буфера сжатия и отбоя совместно применяют обычно в независимых подвесках. В зависимых подвесках обычно применяют буфера сжатия.

В подвесках колесных тракторов и автомобилей в качестве упругого элемента широко применяют листовые рессоры. Их преимуществом является способность воспринимать силы, действующие в разных направлениях и реактивные моменты при трогании машины с места и при торможении, т.е. рессора выполняет дополнительно функцию направляющего устройства. К основным недостаткам листовой рессоры относятся: высокое и изменяющееся со временем трение между листами и снижение долговечности, вызванное износом рессор. Оба недостатка можно устранить, применяя смазочный материал или пластмассовые прокладки между листами.

На современных тракторах и автомобилях преимущественно применяют полуэллиптические рессоры, которые лучше, чем упругие элементы других типов выполняют функцию направляющего устройства подвески.

Применение в подвеске резиновых упругих элементов позволяет получить упругую характеристику с переменной жесткостью при одновременном выполнении этими элементами функции гасящего устройства, а также снизить число мест смазывания. Недостатками рези-

новых элементов являются наличие в них остаточной деформации при длительном действии нагрузки и чувствительность к низким температурам.

У сельскохозяйственных тракторов традиционной компоновки подрессорены только передние мосты, а у тракторов автомобильной компоновки и интегральных тракторов - передние и задние мосты. Универсально-пропашные тракторы оборудованы независимыми подвесками передних колес. Подрессоривание передних колес трактора (см. рис. 8.7,а) выполняют пружины 8, размещенные внутри кронштейнов 6. На колесных тракторах общего назначения со всеми ведущими колесами одинакового диаметра широко применяется полужесткая зависимая подвеска (подрессорен только передний мост), где в качестве упругих элементов применяют полуэллиптические рессоры.

Рассмотрим несколько типовых конструкций подвесок колесных тракторов и автомобилей.

Зависимая подвеска переднего ведущего моста трактора Т-150К (рис. 9.3) состоит из двух продольных полуэллиптических рессор 2 в качестве упругого и направляющего устройств и двух гидравлических амортизаторов 4 в качестве устройства, гасящего колебания.

Рессоры крепятся к раме трактора на переднем 1 и заднем 6 кронштейнах через резиновые подушки 5. С корпусом 14 ведущего моста трактора они соединены стремянками 3.

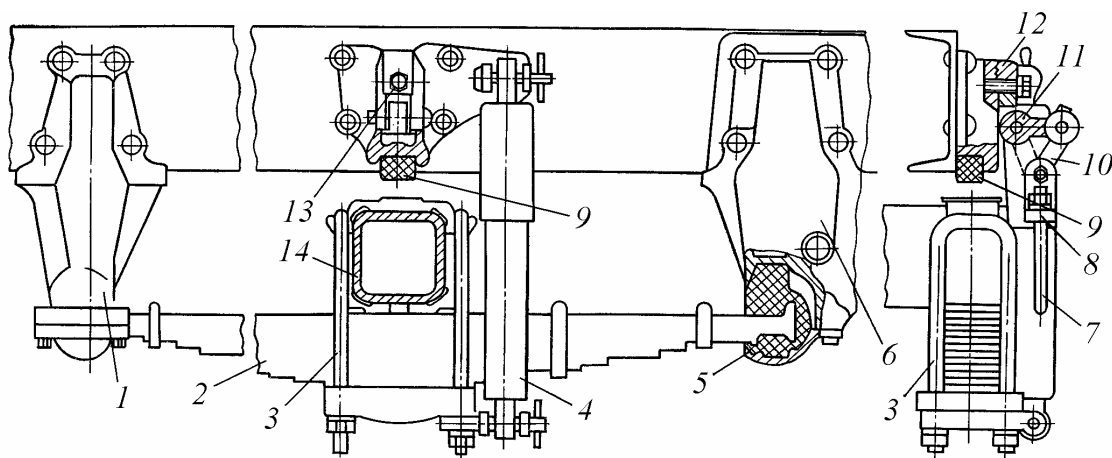


Рис. 9.3. Подвеска переднего моста трактора Т-150К:

1, 6 – передний и задние кронштейны; 2 – рессора; 3, 7 – стремянки; 4 – амортизатор; 5 – резиновая подушка; 8 – накладка; 9 – резиновый буфер; 10 – серьга; 11 – ограничитель; 12 – замок; 13 – болт; 14 – корпус ведущего моста

Перемещение переднего моста в вертикальной плоскости ограничено резиновыми буферами 9 и ограничителями 11, которые с од-

ной стороны соединены с замком 12, а с другой – через серьгу 10 с накладкой 8, прикрепленной к рессоре стремянкой 7. Для исключения раскачивания трактора при работе с бульдозером и другими навесными машинами в подвеске предусмотрен механизм блокировки, состоящий из замка 12, серьги 10 и накладки 8. Замок 12 крепится к кронштейну рамы трактора болтом 13 и пальцем соединен с ограничителем 11 или с серьгой 10, которая одним концом прикреплена к накладке 8, а другим - соединена с ограничителем 11 или с замком 12.

Для блокировки подвески нужно снять ограничитель 11, отпустить болт 13, соединить замок 12 с накладкой 8 с помощью серьги 10 (на рисунке показано штриховой линией), после этого затянуть болт 13, чтобы шлицы замка и кронштейна вошли в зацепление.

З а в и с и м а я п о д в е с к а г р у з о в ы х а в т о м о б и л е й З И Л представлена на рис. 9.4. Передняя подвеска грузовых автомобилей ЗИЛ (рис. 9.4,а) зависимая, рессорная, с амортизаторами. Она включает две продольные полуэллиптические листовые рессоры 3 и два гидравлических амортизатора 7. Рессора прикреплена к балке моста с помощью стремянок 10 и накладок 4 и 6. Передний конец рессоры неподвижный, прикреплен к раме в кронштейне 1 с помощью съемного ушка 12 и гладкого шарнира, состоящего из пальца 13 и втулки 14, которая запрессована в ушко. Рессорное ушко закреплено на коренном листе рессоры на прокладке 11 двумя болтами и стремянкой 2. Задний конец рессоры скользящий, он свободно установлен в кронштейне 9, приклепанном к раме, и опирается на сухарь 16. К заднему концу рессоры приклепана накладка, предохраняющая от изнашивания коренной лист. Для предохранения от изнашивания стенок кронштейна на пальце 17 сухаря установлены вкладыши 18. Взаимное положение листов в рессоре обеспечивается посредством специальных углублений, выполненных в средней части листов. Ход переднего моста вверх ограничивается резиновыми буферами - основным 5 и дополнительным 8, которые установлены соответственно на рессорах и раме. Телескопические гидравлические амортизаторы 7 крепятся к раме и балке переднего моста с помощью резинометаллических шарниров 15 и обеспечивают гашение колебаний в передней подвеске автомобиля.

Задняя подвеска грузовых автомобилей ЗИЛ (рис. 9.4,б) зависимая, рессорная, без амортизаторов, с подрессорниками. Применение подрессорников 22 вызвано тем, что нагрузка на задний мост может меняться в значительных пределах в зависимости от массы перевозимого груза. Когда автомобиль не нагружен, работает только основная рессора 24. Подрессорник же начинает работать при определенной нагрузке, вследствие чего жесткость подвески резко возрастает.

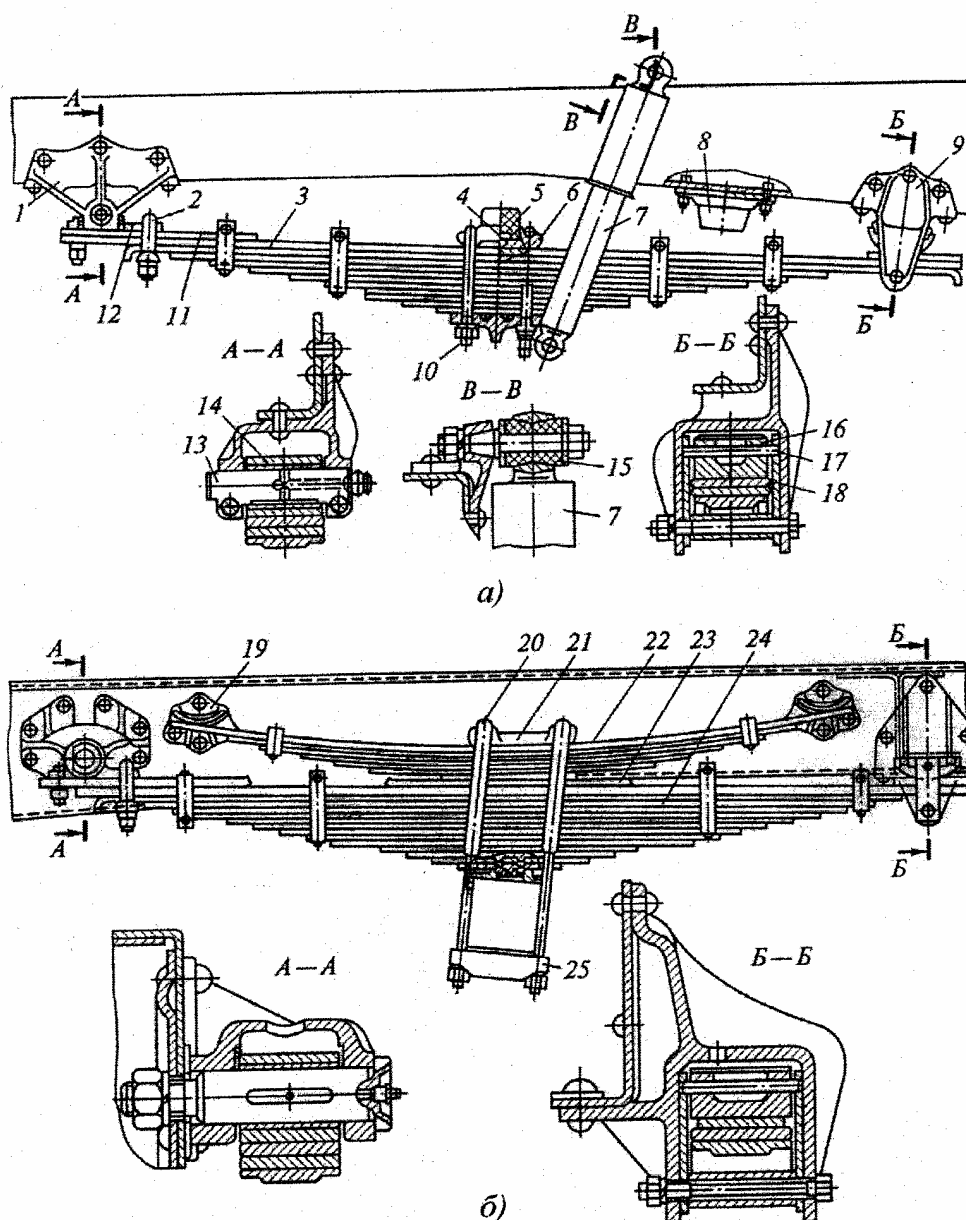


Рис. 9.4. Подвеска грузовых автомобилей ЗИЛ:

а – передняя; *б* – задняя; 1, 9, 19 - кронштейны; 2, 10, 20 - стремянки; 3, 24 - рессоры; 4, 6, 21, 25 - накладки; 5, 8 - буфера; 7 - амортизатор; 11 - прокладка; 12 - ушко; 13, 17 - пальцы; 14 - втулка; 15 - шарнир; 16 - сухарь; 18 - вкладыш; 22 - подрессорник; 23 - промежуточный лист

Подвеска выполнена на двух продольных полуэллиптических рессорах и двух подрессорниках. Подрессорник 22 размещен сверху основной рессоры 24 и совместно с ней прикреплен к балке заднего моста с помощью стремянок 20 и накладок 21, 25. Между основной рессорой 24 и подрессорником 22 установлен промежуточный лист 23. Для передачи нагрузки на подрессорник на раме с помощью заклепок закреплены кронштейны 19. В эти кронштейны упираются концы самого длинного листа подрессорника, которые выполнены плоскими. Передний конец основной рессоры неподвижный, а задний

подвижный. Крепление концов рессоры к раме такое же, как и в передней подвеске автомобиля. Амортизаторы в задней подвеске отсутствуют, и гашение колебаний в ней осуществляется за счет трения между листами в рессорах и подрессорниках.

Задняя подвеска грузовых автомобилей КамАЗ (рис. 9.5) балансирующая, зависимая. Основными ее частями являются две продольные полуэллиптические рессоры 3 и шесть продольных реактивных тяг 9 и 12. Каждая рессора прикреплена средней частью к ступице 6 накладкой 1 и двумя стремлянками 2. Концы рессоры свободно установлены в опорах 4, прикрепленных к балкам соответственно среднего 13 и заднего 5 ведущих мостов. Ступица 6 установлена на изготовленной из антифрикционного материала втулке на оси 7, закрепленной в кронштейне 10, который связан с кронштейном 11 подвески, прикрепленным к лонжерону рамы автомобиля. Ступица 6 крепится на оси 7 гайкой и защищена снаружи от проникновения пыли и грязи крышкой, а с внутренней стороны - манжетами и уплотнительными кольцами. В крышке имеется отверстие с пробкой для заливки масла.

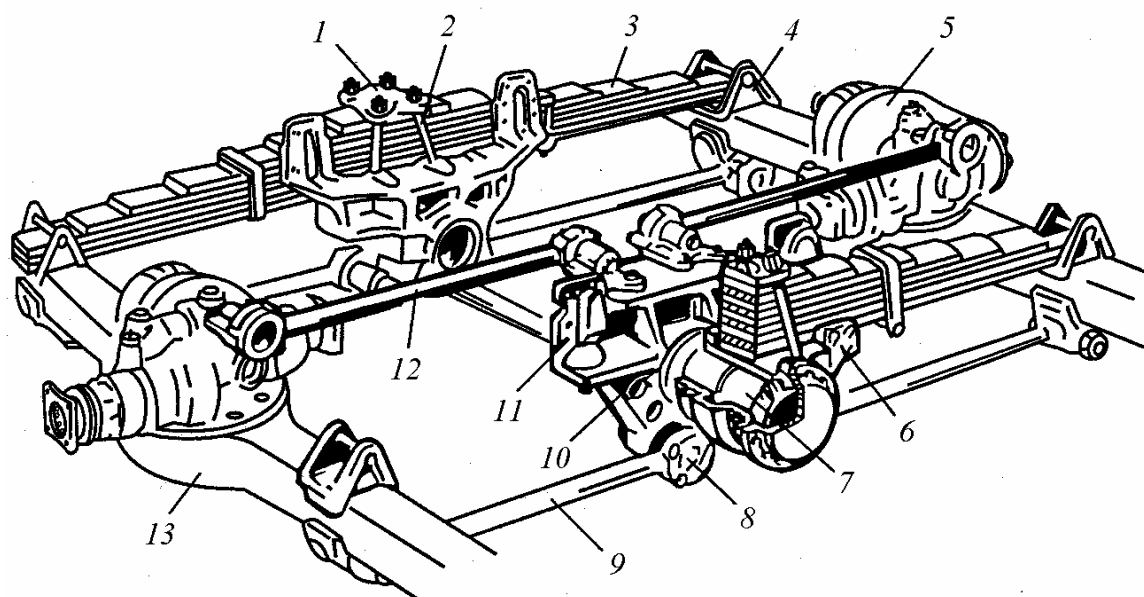


Рис. 9.5. Задняя балансирующая подвеска грузовых автомобилей КамАЗ:
1 - накладка; 2 - стремлянка; 3 - рессора; 4 - опора; 5, 13 - мосты; 6 - ступица; 7 - ось; 8 - шарнир; 9, 12 - штанги; 10, 11 - кронштейны

Средний 13 и задний 5 ведущие мосты соединены каждый с рамой автомобиля тремя реактивными штангами - двумя нижними 9 и верхней 12. Реактивные штанги выполняют функцию направляющего устройства подвески. Концы этих штанг закреплены в кронштейнах на раме и мостах самоподжимными шарнирами 8. Эти шарниры со-

210

стоят из шаровых пальцев, внутренних и наружных вкладышей и поджимающих их пружин. Шарниры закрыты крышками, уплотнены манжетами и смазываются через масленки.

Ход среднего и заднего мостов вверх ограничивается резиновыми буферами, которые установлены на лонжеронах рамы. Гашение колебаний в подвеске происходит за счет трения между листами рессор.

В пневматических подвесках в качестве упругого элемента используют сжатый воздух или азот, заключенный в жесткую или упругую оболочку. При перемещении колеса трактора или автомобиля относительно остова происходит изменение объема газа в замкнутой оболочке, характер которого определяет упругую характеристику подвески.

На рис. 9.6 показаны пневматические упругие элементы, в которых газ заключен в упругую оболочку. Они представляют собой резинокордные оболочки, уплотненные по торцам и заполненные воздухом под давлением.

Пневматические упругие элементы позволяют, изменяя статическое давление воздуха в упругих оболочках подвески, изменять дорожный просвет и поддерживать постоянным статический ход подвески при изменении на колеса трактора или автомобиля вертикальной нагрузки.

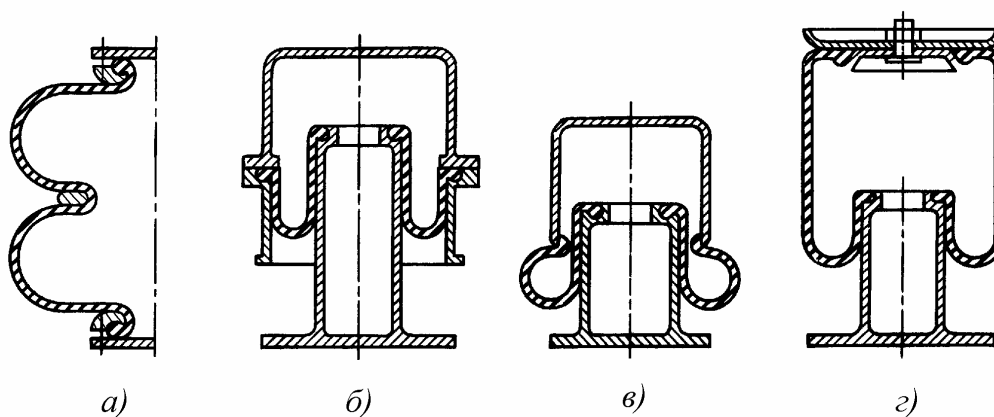


Рис. 9.6. Схемы резинокордных пневматических упругих элементов:
а – двухсекционный пневмобаллон; *б* – диафрагменный с направляющей; *в* – диафрагменный без направляющей; *г* – рукавный

Пневмогидравлические упругие элементы получили распространение в последние годы в подвесках универсальных тракторов средней и высокой мощности. Упругая характеристика такой подвески зависит от изменения объема газа, заключенного в жесткую оболочку. При этом усилие от колеса трактора на объем газа передается через жидкость. Поэтому подвеску называют пневмогидравлической.

9.3. Амортизаторы

В качестве гасящих устройств в подвесках тракторов и автомобилей используют гидравлические амортизаторы, в которых механическая энергия колебаний подрессоренной части остова машины преобразуется в тепловую путем жидкостного трения при прохождении вязкой жидкости через калиброванные отверстия малого сечения. В результате жидкость нагревается и теплота рассеивается в окружающей среде.

В качестве рабочей жидкости для амортизаторов применяют веретенное масло АУ или жидкость АЖ-12Т.

При работе амортизатора различают ходы сжатия и отбоя. При ходе сжатия колесо машины перемещается в сторону остова, а при ходе отбоя - в противоположную.

В настоящее время в подвесках тракторов и автомобилей применяют гидравлические амортизаторы двухстороннего действия, в которых рассеяние механической энергии колебаний подрессоренной части остова машины осуществляется при ходе как сжатия, так и отбоя.

Свойства амортизатора определяются его характеристикой - зависимостью между силой сопротивления на поршне амортизатора P_a и скоростью его перемещения $V_{п}$. На рис. 9.7 приведена упрощенная характеристика гидравлического амортизатора двухстороннего действия.

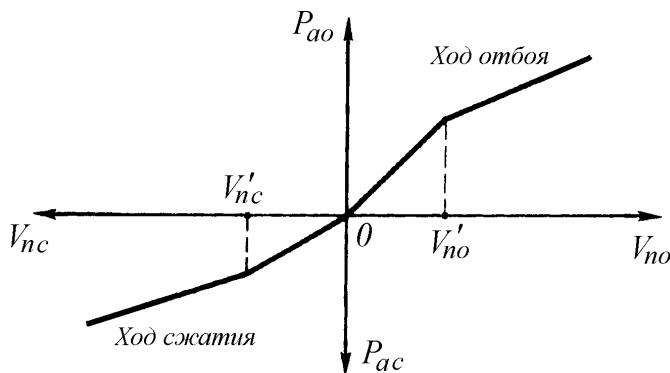


Рис. 9.7. Характеристика гидравлического амортизатора с разгрузочными клапанами: (P_{ao} и P_{ac} – сила сопротивления на поршне амортизатора при ходе соответственно отбоя и сжатия; V_{no} и V_{nc} – скорости поршня амортизатора при ходе соответственно отбоя и сжатия; V'_{no} и V'_{nc} – скорости перемещения поршня, при которых открываются разгрузочные клапаны)

Для удовлетворения требованиям плавности хода трактора характеристика амортизатора должна быть несимметричной. При этом сила сопротивления на поршне амортизатора P_{ao} при ходе отбоя должна быть больше, чем сила P_{ac} при ходе сжатия (см. рис. 9.7). Это обеспечивает меньшее воздействие со стороны амортизатора на остов при наезде машины на препятствие. Кроме того, при проектировании

амортизатора ограничивают силу P_a на поршне при обоих ходах амортизатора.

Достигается это открытием разгрузочных клапанов при определенных скоростях движения поршня ($V'_{по}$ или $V'_{пс}$).

Рассмотрим гидравлический телескопический двухтрубный (рис. 9.8,*а*) и однотрубный (рис. 9.8,*б*) амортизаторы. Полости *A* и *B* амортизаторов заполнены рабочей жидкостью. Компенсационная камера *C* в двухтрубном амортизаторе (рис. 9.8,*а*) частично заполнена жидкостью и воздухом, а в однотрубном амортизаторе (рис. 9.8,*б*) – воздухом. При этом в однотрубном амортизаторе компенсационная камера *C* изолирована от рабочей жидкости плавающим поршнем *б* или резиновой мембраной. В результате при движении машины по неровностям пути предотвращается эмульсирование жидкости, что обеспечивает более стабильную характеристику амортизатора и возможность его установки в любом положении. Однако осевое расположение компенсационной камеры несколько увеличивает длину амортизатора.

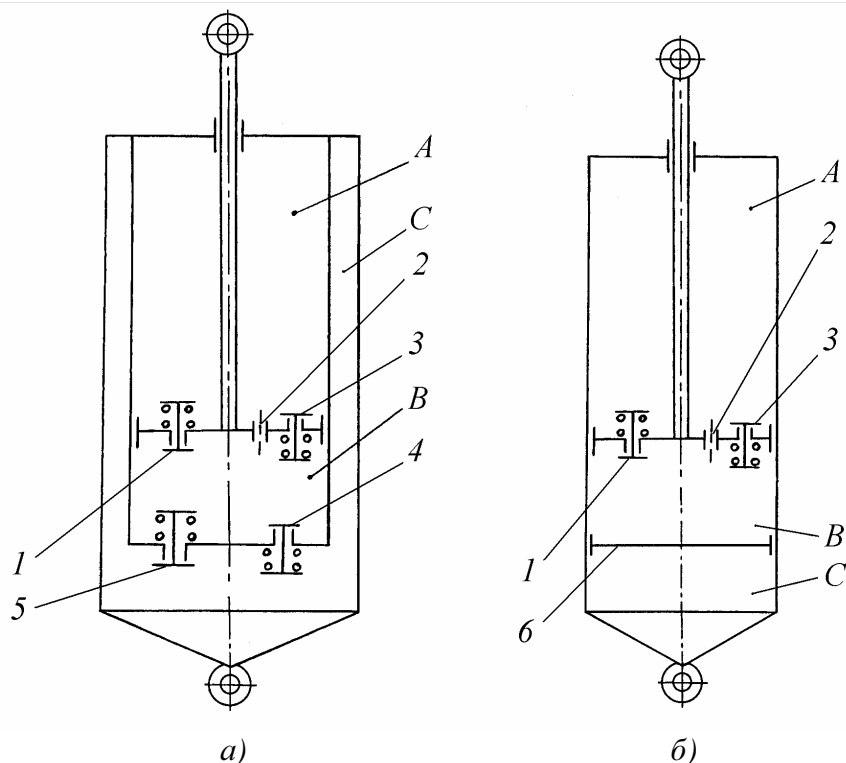


Рис. 9.8. Схема гидравлического телескопического амортизатора:

а – двухтрубного; *б* – однотрубного; 1, 3 – разгрузочные клапаны; 2 – калиброванное отверстие; 4, 5 – перепускные клапаны; б – плавающий поршень

При ходе штока вниз (сжатие упругого элемента подвески) жидкость из полости *B* через калиброванное отверстие 2 поступает в полость *A*. Если давление жидкости в полости *B* преодолет усилие

пружины разгрузочного клапана 3, то он откроется и расход жидкости из полости *B* увеличивается, а сопротивление движению поршня соответственно уменьшится.

При обратном ходе (разгрузка упругого элемента) жидкость из полости *A* протекает через калиброванное отверстие 2. Если давление жидкости в полости *A* преодолет усилие пружины разгрузочного клапана 1, то он откроется и расход жидкости из полости *A* увеличится, а сопротивление движению поршня уменьшится.

Вследствие значительного диаметра штока объем жидкости, вытесняемый из полостей *A* и *B*, оказывается различным. Для компенсации этого служит камера *C*, соединяемая с полостью *B* в двухтрубном амортизаторе (рис. 9.8,а) перепускными клапанами 4 и 5. Клапан 5 перепускает часть жидкости из полости *B* в компенсационную камеру *C* при ходе поршня вниз, а при ходе поршня вверх она из камеры *C* через клапан 4 обратно возвращается в полость *B*.

В однотрубном амортизаторе (рис. 9.8,б) нет необходимости в установке перепускных клапанов между камерами *B* и *C*, так как при изменении давления жидкости в камере *B* происходит изменение объема компенсационной камеры *C* за счет сжатия воздуха.

В подвесках современных тракторов и автомобилей широкое применение получили гидравлические телескопические **двухтрубные амортизаторы** двухстороннего действия (рис. 9.9). Его основными частями являются: рабочий цилиндр 17; поршень 14 со штоком 18; клапаны - перепускной сжатия 5, разгрузочный отбоя 7, перепускной отбоя 9 и разгрузочный сжатия 10; компенсационная камера 16 - пространство между цилиндром 17 и кожухом 19.

Разгрузочный клапан отбоя 7 представляет собой стальной диск с несколькими просечками, прижатый к нижнему торцу поршня пружиной 8, а перепускной клапан сжатия 5 - такой же диск, прижатый слабой пружиной к верхнему торцу поршня. На торцах поршня имеются по одной кольцевой канавке и два ряда сквозных калиброванных отверстий. Отверстия внешнего ряда 6 выходят в канавку на верхнем торце, перекрываемую диском перепускного клапана сжатия 5, отверстия внутреннего ряда 15 - в канавку на нижнем торце, перекрываемую диском разгрузочного клапана отбоя. Аналогично устроен перепускной клапан отбоя 9. Его диск перекрывает отверстия 13, расположенные по периферии корпуса клапана сжатия, образующего также днище рабочего цилиндра.

Цилиндр 17 полностью и часть компенсационной камеры 16 заполнены рабочей жидкостью - минеральным маслом (или смесью масел) с низкой вязкостью, мало изменяющейся в зависимости от температуры.

Посредством проушин *1* кожух *19* вместе с цилиндром *17* соединены с направляющим устройством подвески, а шток *18* - с остовом трактора. Поэтому во время хода сжатия поршень *14* перемещается вниз, а во время хода отбоя – вверх.

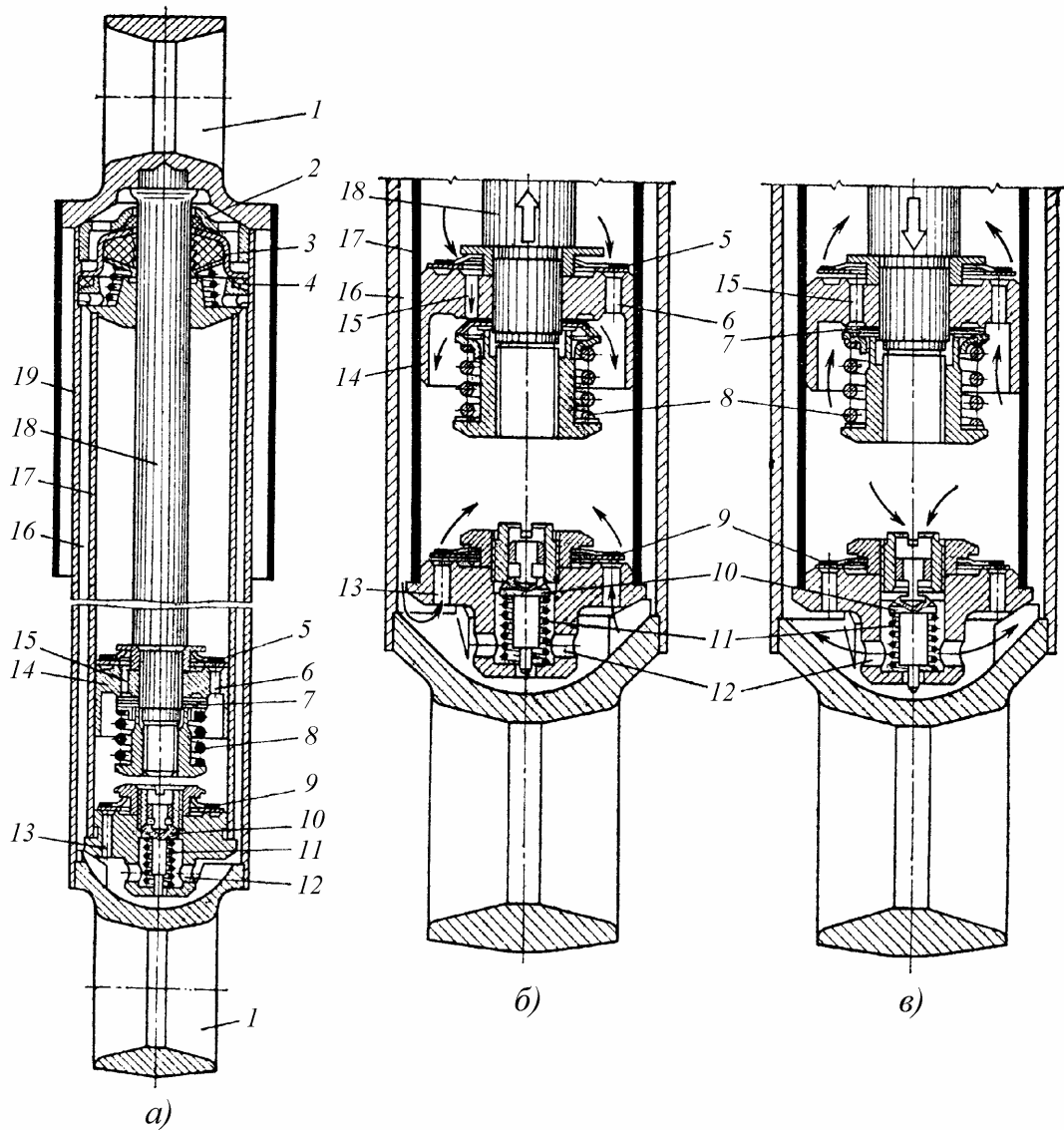


Рис. 9.9. Гидравлический телескопический двухтрубный амортизатор двухстороннего действия:

a – продольный разрез амортизатора; *б* и *в* – положение амортизатора при ходе соответственно отбоя и сжатия; *1* – проушина; *2* – гайка резервуара; *3, 4* – уплотнения; *5* – перепускной клапан сжатия; *б* – отверстие внешнего ряда; *7* – разгрузочный клапан отбоя; *8* – пружина клапана отбоя; *9* – перепускной клапан отбоя; *10* – разгрузочный клапан сжатия; *11* – пружина; *12* – выходные отверстия; *13* – впускное отверстие; *14* – поршень; *15* – отверстие внутреннего ряда; *16* – компенсационная камера; *17* – рабочий цилиндр; *18* – шток; *19* – кожух

При движении поршня вниз (рис. 9.9, *в*) жидкость вытесняется из подпоршневого пространства в надпоршневое через перепускной клапан сжатия *5*. Часть жидкости, объем которой равен

объему вводимой в цилиндр части штока, выталкивается в резервуар через просечки перепускного клапана отбоя 9 и отверстия 13.

Если ход сжатия совершается резко, например при движении по плохой дороге, то вследствие возрастания давления жидкости открывается разгрузочный клапан сжатия 10, в результате чего предотвращается чрезмерное увеличение усилия на штоке 18 амортизатора.

При движении поршня вверх (рис. 9.9,б) жидкость из верхней части цилиндра перетекает в нижнюю через отверстия 15 в поршне и просечки разгрузочного клапана отбоя 7. Дополнительная часть жидкости, объем которой равен объему выводимой части штока, поступает в цилиндр из компенсационной камеры 16 через перепускной клапан 9. Если ход отбоя совершается резко, давление жидкости возрастает, оно преодолевает усилие пружины 8, и разгрузочный клапан отбоя 7 открывается. В результате ограничивается сила сопротивления на штоке 18 амортизатора.

9.4. Подвески гусеничных тракторов

Подвески гусеничных тракторов подразделяют на жесткие, полужесткие, упругие и смешанные.

Жесткая подвеска (рис. 9.10,а). Здесь оси 1 опорных катков обычно жестко закреплены на раме 2 тележек гусениц в сборе, а последние жестко прикреплены к остову 3 трактора. Такая подвеска на мягком (ровном) грунте позволяет получить наиболее равномерное распределение давления опорных катков на гусеницу, что повышает ее тягово-сцепные качества. Но движение по плотным и неровным грунтам сопровождается большими динамическими нагрузками, вредно действующими как на тракториста, так и на все системы и механизмы трактора.

Поэтому такая подвеска применяется только на специальных промышленных тракторах, для которых характерен режим работы с малыми скоростями и при этом крайне желательно отсутствие колебаний остова и орудий относительно опорного основания - трубоукладчиках, роторных канавокопателях и т.п.

Полужесткая подвеска. В полужесткой подвеске (рис. 9.10,б) тележки 2 гусениц с опорными катками 1 соединены с остовом 3 трактора сзади посредством оси б, а спереди - упругим элементом 4.

При этом ось б качания тележки гусениц относительно остова 3 может совпадать с осью ведущего колеса 5 (см. рис. 9.10,б) или не совпадать с ней (см. рис. 9.10,в). Во втором случае ось б качания тележки 2 относительно остова 3 смещена вперед на расстояние А от оси 7 ведущего колеса. Однако в этом случае при качании тележки 2

происходит дополнительное натяжение гусеницы, что нежелательно из-за увеличения износа шарниров ее траков. Положительным моментом такого крепления является простота конструкции опоры оси б.

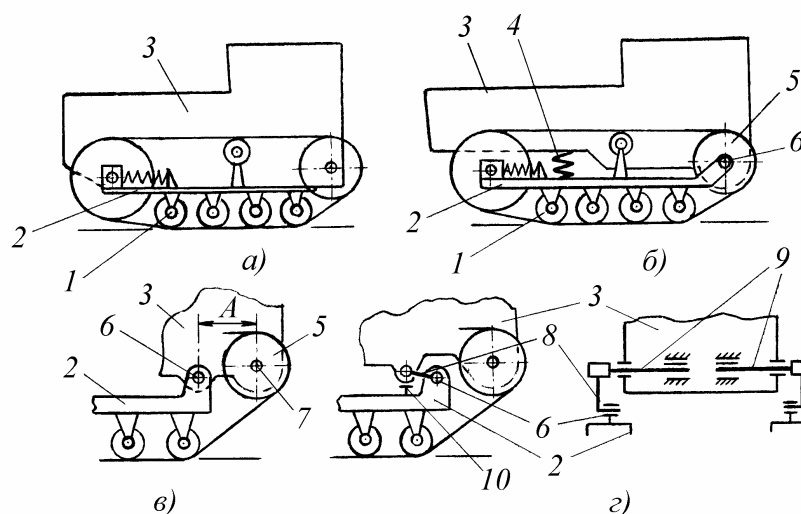


Рис. 9.10. Схемы жесткой и полужесткой подвесок трактора:

1 – опорный каток; 2 – рама тележек гусениц; 3 – остова; 4 – упругий элемент; 5 – ведущее колесо; 6 – ось качания тележки; 7 – ось ведущего колеса; 8 – рычаг; 9 – торсионные валы; 10 – регулируемый упор

С целью снижения жесткости этих подвесок иногда применяют заднее подрессоривание шарнира крепления тележки гусениц (см. рис. 9.10,г). Для этого чаще всего применяют короткие торсионные валы 9, внутренним концом жестко закрепленные в средней части остова 3, и рычаги 8. При качании тележки происходит закручивание торсионов 9. Обычно качание задней части тележки 2 ограничено регулируемым упором 10.

Упругая связь остова трактора с передними частями рам тележек гусениц показана на рис. 9.11.

Самая простая связь осуществляется с применением поперечного жесткого равноплечного балансира 3 (рис. 9.11,а), опирающегося своими концами на сферические жесткие опоры 2 на рамах 1 тележек гусениц. Остов 5 трактора опирается на шарнир 4 балансира 3. Эта связь не является чисто упругой, но она по сравнению с жесткой подвеской позволяет гусеницам лучше приспосабливаться к рельефу поверхности грунта при движении трактора.

Если концы балансира 3 (рис. 9.11,б) установить на упругие опоры б (пружины, рессоры и т.п.) рам 1 тележек гусениц, то передняя часть остова 5 трактора, опирающаяся на шарнир 4, становится подрессоренной и тем самым снижается уровень динамических воздействий на него при наезде гусениц на препятствие.

В качестве упругого элемента очень распространены балансиры с шарнирно установленными листовыми рессорами (рис. 9.11, в). Листы рессоры 9, стянутые в закрепительной коробке 8 и посредством шарнира 4 установлены в кронштейне 7 остова трактора. Концы рессоры 9 опираются на сферические опоры 2 рам 1 тележек гусениц, а кронштейны-ограничители 10 предотвращают их отрыв от рам тележек во время работы.

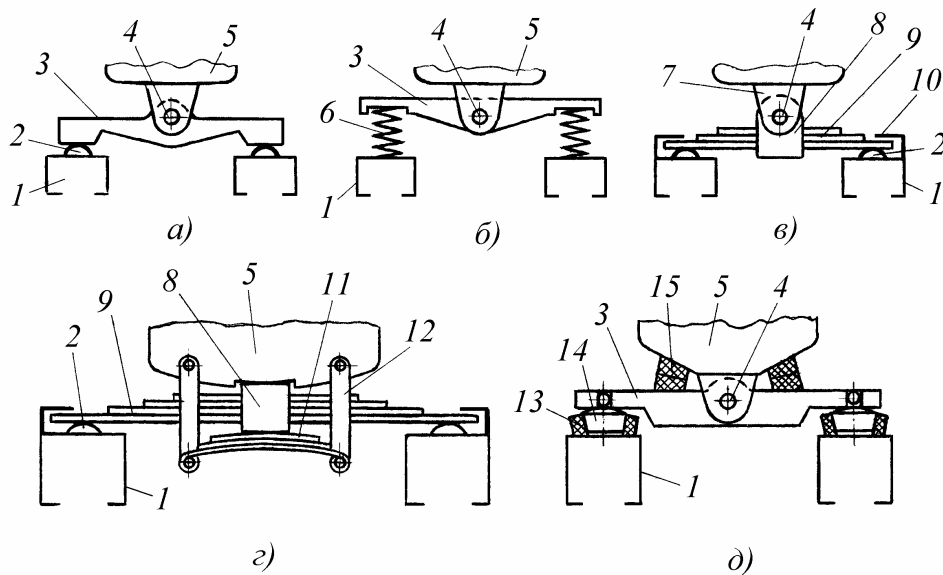


Рис. 9.11. Схемы упругой связи остова трактора с передними частями рам тележек гусениц:

1 – рама тележек гусениц; 2 – жесткий сферический упор; 3 – равноплечий балансиры; 4 – шарнир; 5 – остова; 6 – упругие опоры; 7 – кронштейн; 8 – закрепительная коробка; 9, 11 – листовые рессоры; 10 – кронштейны-ограничители; 12 – стойка; 13, 15 – резиновые упругие элементы; 14 – плунжер

При безшарнирном креплении поперечных листовых рессор обычно устанавливается одна главная большая рессора 2 (рис. 9.11, г), стянутая в коробке 8, на которую опирается остова 5 трактора и две малые параллельные рессоры 11. Большая рессора 9 опирается на сферические опоры 2 рам тележек гусениц, а малые 11 - шарнирными стойками 12 упруго соединены с остовом 5.

Большая рессора 9 поглощает ударные нагрузки, возникающие при движении трактора, обеспечивает независимое качание тележек гусениц. Малые рессоры 11 предотвращают отрыв рессоры 9 как от остова, так и от тележек гусениц, а при их сильном качании способствуют более плавной работе подвески.

На зарубежных промышленных тракторах достаточно широко применяют жесткие балансиры с резиновыми упругими элементами (рис. 9.11, д). Концы балансира 3 опираются

на плунжеры 14 резиновых упругих элементов 13, закрепленных на рамах 1 тележек гусениц. При наезде на препятствие одной гусеницей сжимаются оба резиновых упругих элемента 13, так как балансир 3 поворачивается относительно остова 5 в шарнире 4. При этом параллельно в работу вступает соответствующий резиновый упругий элемент 15, закрепленный на раме остова 5 трактора. При переезде через препятствие одновременно сразу обеими гусеницами работают только резиновые упругие элементы 13

На ряде сельскохозяйственных и промышленных тракторов применяют торсионное подрессоривание передней части остова трактора.

Рама тележек гусениц с полужесткой подвеской служат для установки на них большинства рассмотренных элементов движителя. Чтобы обеспечить неизменность плоскости качания рамы относительно остова, используются направляющие устройства.

Схемы направляющих устройств, наиболее часто применяемых в полужесткой подвеске, представлены на рис. 9.12.

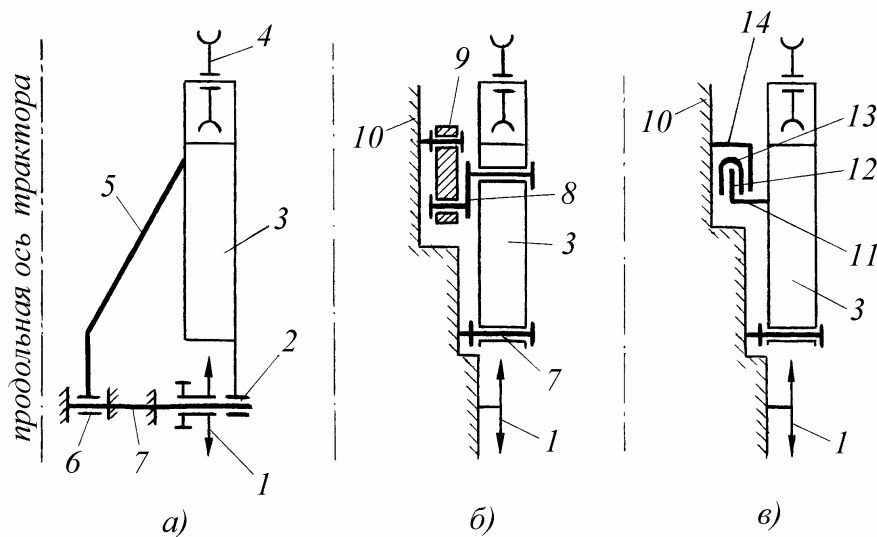


Рис. 9.12. Схемы направляющих устройств тележек гусениц, применяемых в полужесткой подвеске:

1 – ведущее колесо; 2, 6 – опоры рамы тележки гусеницы; 3 – рама тележки гусеницы; 4 – направляющее колесо; 5 – боковой раскос рамы тележки гусеницы; 7 – ось; 8 – кривошип; 9 – шатун; 10 – остов; 11 – кронштейн; 12 – ось кронштейна; 13 – ролик; 14 – скоба

На рис. 9.12,а рама 3 тележки гусеницы с направляющим колесом 4 имеет внутренний боковой раскос 5, воспринимающий боковые усилия, возникающие при повороте трактора. Широко расставленные шарнирные опоры 2 и 6 рамы тележки гусеницы на неподвижной закрепительной оси 7, соосной с осью ведущего колеса 1, создают же-

сткий треугольник, уменьшающий нагрузку в каждой опоре и обеспечивающий параллельное качание обеих тележек гусениц.

На рис. 9.12,б ось 7 качания рамы 3 тележки гусеницы не совпадает с осью ведущего колеса 1. В этом случае передняя часть рамы 3 соединена с рамой остова 10 трактора шатунно-кривошипным устройством, позволяющим тележке гусениц совершать угловые перемещения относительно остова 10 и одновременно предотвращать ее развод при повороте трактора. Достигается это жесткой взаимной осевой фиксацией шатуна 9 и кривошипа 8 и их креплением соответственно к остову 10 и раме 3.

На рис. 9.12,в рама 3 тележки гусеницы подвижно соединена с остовом 10 трактора посредством вертикальной скобы 14, закрепленной на нем, и упорного ролика 13 кронштейна 11 рамы 3. При качании последней ролик 13, установленный на оси 12 кронштейна 11, свободно перекачивается по внутренней направляющей поверхности скобы 14, удерживая тем самым тележку гусениц от развода и ограничивая амплитуду ее колебаний.

Полужесткая подвеска имеет ряд положительных качеств:

- равномерное распределение давления на грунт, повышающее тягово-сцепные качества движителя;
- увеличение срока службы трактора вследствие поглощения упругим элементом большей части толчков и ударов, передаваемых на остова;
- комфортность работы тракториста при относительно небольших скоростях движения.

Определенными недостатками полужесткой подвески являются повышенная материалоемкость и большая масса неподрессоренных частей остова трактора, ограничивающие повышение его рабочих и транспортных скоростей.

Однако ее положительные качества способствуют достаточно широкому их применению на сельскохозяйственных и промышленных тракторах отечественного и зарубежного производства.

Упругая подвеска. Здесь опорные катки соединены с остовом трактора системами, позволяющими каткам перемещаться в вертикальной плоскости относительно остова и между собой. Разнообразие этих систем можно разделить на две группы: балансирующие и индивидуальные подвески.

В балансирующих подвесках оси опорных катков (от двух и более) соединительными рычагами (балансирами) объединены в отдельные каретки, шарнирно крепящиеся к остову трактора. Упругие элементы устанавливаются в каретки или в систему их крепления к остову, или в обе системы одновременно.

Схемы наиболее распространенных балансирных кареток представлены на рис. 9.13.

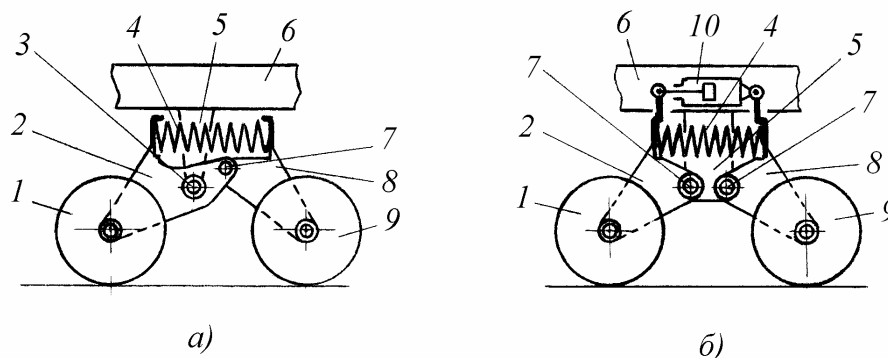


Рис. 9.13. Схемы балансирных кареток:

1, 9 – опорные катки; 2, 8 – балансиры; 3 – шарнир каретки; 4 – пружина; 5 – кронштейн; 6 – рама остова; 7 – шарнир балансира

Двухкатковая каретка с асимметричными балансирами (рис. 9.13,а) состоит из опорных катков 1 и 9, оси которых закреплены соответственно во внешнем 2 и внутреннем 8 балансирах, соединенных между собой в шарнире 7. Между верхними концами балансиров установлена витая цилиндрическая пружина 4 подвески. Каретка в сборе посредством шарнира 3 во внешнем балансире 2 установлена на цапфе кронштейна 5 рамы 6 остова трактора. На тракторе обычно установлены по две каретки на борт с внутренними балансирами 8, обращенными друг к другу. При наезде на препятствие каток 1 поднимается на его высоту и поворачивает балансир 2 относительно двух шарниров 3 и 7. Этим вызывается поворот балансира 8 и дополнительное сжатие пружины 4, поглощающей энергию удара катка 1 при наезде на препятствие. Затем каток 9 последовательно преодолевает то же самое препятствие и аналогично воздействует на пружину 4.

В каретке с симметричными балансирами (рис. 9.13,б) опорные катки 1 и 9 установлены на балансирах 2 и 8, шарнирно закрепленных на осях 3 кронштейна 5 рамы 6 остова трактора. Пружина 4 подвески установлена между верхними концами балансиров 2 и 8.

Здесь между балансирами дополнительно установлен гидравлический амортизатор 10, служащий для гашения колебаний подрессоренной части остова трактора при его движении. Это способствует повышению плавности хода трактора и улучшению условий работы тракториста.

Балансирные двухкатковые каретки широко используются на отечественных сельскохозяйственных и специальных тракторах.

В индивидуальных подвесках каждый опорный каток в отдельности упруго соединен с остовом трактора.

В «свечной» подвеске (рис. 9.14,а) ось опорного катка 1 соединена с опорным стаканом 2, в котором установлена витая цилиндрическая пружина 3, упирающаяся в остов 5 трактора. Для устойчивого вертикального перемещения катка 1 при наезде гусеницы на препятствие, на остове 5 закреплен направляющий цилиндр 4.

На рис. 9.14,б ось опорного катка 1 закреплена на листовой рессоре 6, установленной в закрепительном кронштейне 7 остова 5 трактора.

При очевидной простоте двух типов рассмотренных подвесок в них требуется дополнительная фиксация направления перемещения катков, в противном случае упругие элементы подвески дополнительно нагружаются силой сопротивления качению опорного катка.

Более надежны в работе широко применяемые индивидуальные рычажные подвески с пружинным или торсионным подрессориванием.

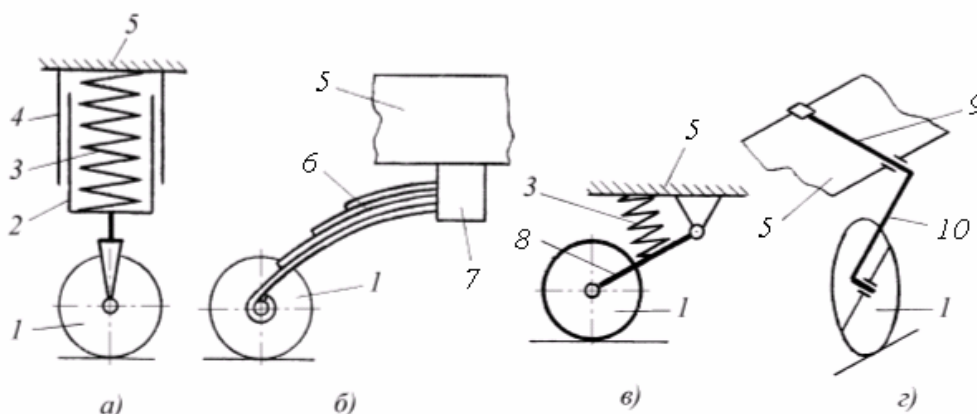


Рис. 9.14. Схемы индивидуальных подвесок:

1 – опорный каток; 2 – опорный стакан; 3 – витая цилиндрическая пружина; 4 – направляющий цилиндр; 5 – остов трактора; 6 – листовая рессора; 7 – кронштейн; 8 – рычаг; 9 – торсион; 10 – рычаг торсиона

На рис. 9.14,в опорный каток 1 установлен на рычаге 8, шарнирно закрепленном на остове 5 трактора и подрессоренный пружиной 3, а на рис. 9.14,г - на рычаге 10 торсиона 9, поперечно установленного в раме 5 остова трактора.

Индивидуальные подвески обеспечивают более плавное движение трактора на повышенных скоростях, создают лучшую приспособляемость гусенице к рельефу пути, что в целом способствует повышению ее тягово-сцепных качеств и более высокой производительности МТА. Недостаток такой же, как у балансирных подвесок - повышенное давление на грунт под опорными катками.

Смешанные подвески. Такая подвеска является сочетанием полужесткой подвески остова трактора с индивидуальной подвеской катков тележки гусениц. В последнее время они появляются на промышленных тракторах, когда на тележках гусениц полужесткой подвески устанавливают индивидуально подрессоренные опорные катки. Такие подвески удачно сочетают преимущества обеих рассмотренных систем подрессоривания трактора. При этом оси качания тележек могут совпадать с осью ведущего колеса или располагаться впереди последних, а поперечные балансиры могут быть жесткими или с упругими элементами.

9.5. Уход подвеской

Уход за подвеской заключается в очистке от грязи, проверке состояния упругих элементов и стабилизаторов поперечной устойчивости, подтяжке резьбовых соединений, периодическом смазывании элементов подвески в соответствии с инструкцией завода - изготовителя. Контроль осуществляется путем визуального осмотра. Не допускается наличие механических повреждений, поломок или ослабления крепления этих деталей.

При обслуживании подвески проверяют:

- состояние защитных колпаков шарниров подвески;
- состояние концевых прокладок рессор, состояние втулок, сайлентблоков, втулок амортизаторов. Разрушение прокладок, резиновых втулок и сайлентблоков не допускается;
- крепление головок к трубам реактивных штанг задней подвески при балансирной подвеске задних мостов.

Неисправные рессоры заменяют новыми или ремонтируют. При сборке рессоры ее листы смазывают графитовой смазкой. Вытые цилиндрические пружины и торсионные валы в случае их поломки заменяют новыми.

При неисправном амортизаторе колебания остова машины при толчках продолжается длительное время. Одной из причин этого дефекта может быть подтекание рабочей жидкости из амортизатора, который устраняют затягиванием гайки резервуара (сальника) или заменой сальника. При сборке амортизатора сальник смазывают смазкой ЦИАТИМ-201, а в амортизатор заливают свежую рабочую жидкость (веретенное масло АУ или жидкость АЖ-12Т).

Для замены рабочей жидкости без разборки амортизатора его устанавливают вертикально, зажав в тисках его нижнюю проушину, и вытягивают шток. Далее отворачивают гайку резервуара, вынимают шток с поршнем, заливают в цилиндр необходимое количество рабо-

чей жидкости (по инструкции к автомобилю или трактору) и собирают амортизатор.

Изношенные или со следами трещин резиновые втулки направляющего устройства заменяют новыми.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена подвеска? 2. Что входит в состав подвески и назначение ее элементов? 3. Чем различаются зависимая и независимая подвески колесного трактора или автомобиля? 4. Какие типы подвесок применяют на гусеничных тракторах? 5. Как устроен и принцип действия гидравлического одно и двухтрубного телескопического амортизатора? 5. Для чего нужен и как устроен стабилизатор поперечной устойчивости автомобиля?

Раздел IV. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАКТОРАМИ И АВТОМОБИЛЯМИ

Глава 10. РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Рулевое управление предназначено для поддержания и изменения направления движения колесного трактора и автомобиля в соответствии с действиями тракториста или водителя. Оно представляет собой часть комплекса механизмов и агрегатов системы управления движением трактора и автомобиля.

Поворот трактора. Существуют два принципиально разных способа поворота трактора при его движении:

1) поворотом в плане передних колес относительно задних (основной способ);

2) изменением скоростей прямолинейного поступательного движения правого и левого колесных движителей со всеми ведущими колесами одинакового диаметра (по способу поворота гусеничного трактора).

Для поворота колесных тракторов с полугусеничным ходом обычно совмещаются оба способа: передние управляемые колеса - поворотом в плане, а полугусеничный ход - изменением поступательных скоростей гусениц. Совмещенный способ поворота иногда применяют и для пропашных тракторов с целью получения небольшого радиуса поворота, когда при повороте передних управляемых колес притормаживают одно из задних ведущих колес, порой до полной его остановки.

При первом способе поворота на поворачиваемые колеса действуют боковые реакции грунта, которые и заставляют изменять направление движения остова трактора, а при втором - на ведущие колеса противоположных бортов трактора и заставляют их вращаться с разными угловыми скоростями, что вызывает появление на остова поворачивающегося момента.

Основным недостатком второго способа поворота является обязательное боковое проскальзывание протектора шины относительно поверхности пути. Это вызывает повышенный износ шин, сильное боковое “нагребание” на них земли при повороте на рыхлых грунтах и появление заноса остова при повороте на повышенной скорости движения трактора. Этот способ поворота используют на малогабаритных колесных тракторах, в основном, коммунального назначения. Управление при втором способе поворота колесного трактора аналогично управлению гусеничным трактором.

Принципиальные схемы поворота колесных тракторов по основному их способу представлены на рис. 10.1. Следует отметить, что для обеспечения качения всех колес трактора при его повороте без их бокового скольжения необходимо, чтобы их оси при условном продолжении пересекались в одной общей точке - центре поворота.

На рис. 10.1,а представлена схема поворота трактора с колесной формулой 3К2 с поворотной передней осью 1, на которой установлено одно управляемое колесо или два спаренных, установленных под углом друг к другу так, что в контакте с почвой они представляются как одно целое. При полностью заторможенном ведущем колесе 2 радиус поворота $R = 0,5B$, где B – поперечная база (колея) трактора.

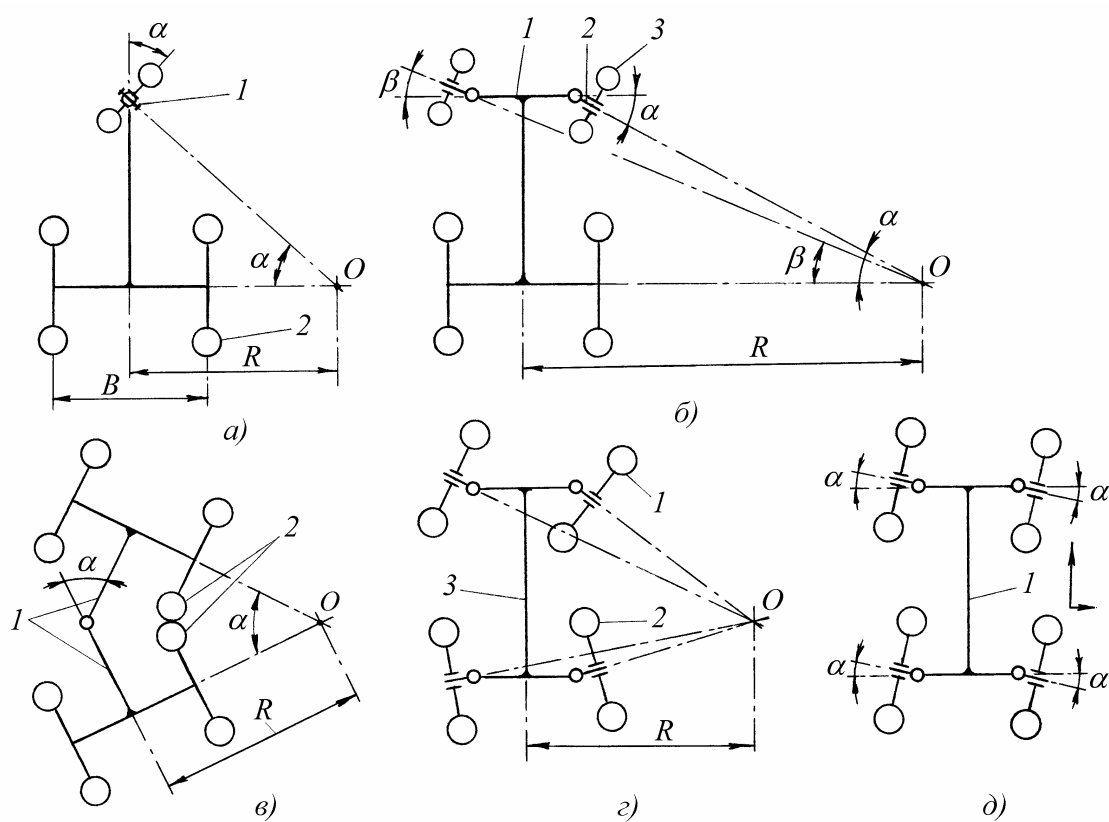


Рис. 10.1. Схемы поворота колесных тракторов и автомобилей

На рис. 10.1,б представлена схема поворота трактора 4К2 с неповоротной передней осью 1, на которой установлены поворотные цапфы 2 управляемых колес 3. Для выполнения указанного условия качения управляемых колес они поворачиваются на разные углы ($\alpha > \beta$). По аналогичной схеме производится поворот трактора 4К4а.

Для трактора 4К4б наиболее характерна схема поворота (рис. 10.1,в) путем складывания шарнирно сочлененных полурам 1, относительно которых ведущие колеса 2 не поворачиваются. Минимальный радиус поворота R ограничен возможным контактом колес 2 одного борта трактора, как показано на схеме.

Некоторые тракторы 4К4б выполняются с передними 1 (рис. 10.1,з) и задними 2 поворотными ведущими колесами относительно остова 3. При этом, как правило, пологие повороты осуществляются посредством только передних ведущих колес 1, а более крутые - продолжением поворота передних колес и одновременным поворотом задних ведущих колес 2 в противоположную сторону. В некоторых конструкциях тракторов колеса поворачиваются не только по рассмотренной схеме (см. рис. 10.1,з), но и могут одновременно поворачиваться все на один и тот же угол α (рис. 10.1,д). При этом возможно "крабовое движение" трактора - остов 1 одновременно движется вперед и в сторону без поворота в плане. Такой поворот облегчает движение трактора вверх по склону и полезен при выполнении некоторых технологических операций.

Поворот автомобиля. В отличие от колесного трактора поворот автомобиля при его движении осуществляется в подавляющем большинстве случаев поворотом в плане передних колес относительно задних. При этом на поворачиваемые колеса действуют боковые реакции твердого покрытия дороги, по которой движется автомобиль.

На рис. 10.1,б представлена схема поворота двухосного автомобиля, как наиболее распространенного. Для автомобилей специального назначения, также применяются схемы поворота, показанные на рис. 10.1,в,г,д.

Не использование на автомобилях в качестве поворотных задних колес связано с неудобством начала движения вперед (отъезд от бордюрного камня, выезд с парковочного места) и неудовлетворительной у этой схемы курсовой устойчивостью движения.

Рассмотренные способы поворота тракторов и автомобилей осуществляются механизмами и агрегатами рулевого управления.

Рулевое управление колесного трактора и автомобиля состоит из рулевого привода и рулевого механизма (в большинстве случаев с усилителем).

Рулевым приводом служит для установки управляемых поворотных колес или полурам остова (трактор с неповоротными колесами) в положения для качения без бокового скольжения при повороте и прямолинейном движении трактора и автомобиля.

Рулевым механизмом преобразует повороты рулевого колеса в необходимые для обеспечения заданного направления движения трактора и автомобиля перемещения элементов рулевого привода.

По принципу действия *рулевые управления можно классифицировать*, в основном, на механические и механические с усилителями. На тракторах также применяются и гидрообъемные рулевые управления (ГОРУ).

В механических рулевых управлениях, применяемых на легких колесных тракторах класса 0,6 и ниже, легковых автомобилях, микроавтобусах и легких грузовиках рулевой привод кинематически связан с рулевым механизмом и поворот управляемых колес осуществляется исключительно мускульной силой тракториста или водителя, приложенной к рулевому колесу.

Механическое рулевое управление с усилителем - это такое устройство, в котором рулевой привод также кинематически связан с рулевым механизмом, но поворот управляемых колес или полурам остова тракторов 4К4б производится, в основном, не мускульной силой человека, а специальным усилителем, управляемым трактористом или водителем. При отказе от работы усилителя поворот трактора и автомобиля, в большинстве случаев, совершается механической частью рулевого управления, но при значительных затратах времени и усилия на вращение рулевого колеса. Подобные рулевые управления установлены на большинстве отечественных колесных тракторах класса 0,9 и выше, автобусах и грузовых автомобилях.

При проектировании рулевого управления трактора или автомобиля ограничивают минимальное (30 Н) и максимальное (120 Н) усилия на рулевом колесе при движении. Ограничение минимального усилия необходимо для "чувства дороги". В случае поломки усилителя для поворота управляемых колес трактора или автомобиля на месте на бетонной дороге усилие на рулевом колесе не должно превышать 400 Н.

В гидрообъемном рулевом управлении отсутствует механическая связь рулевого привода с рулевым механизмом. Исполнительным элементом рулевого привода является гидроцилиндр двойного действия, соединенный трубопроводами с управляющим элементом рулевого управления - насосом-дозатором, который вместе с рулевым колесом представляет собой рулевой механизм, устанавливаемый в любом удобном для тракториста месте.

Гидрообъемное рулевое управление получило широкое распространение на колесных тракторах средней и высокой мощности.

10.1. Рулевой привод

Рулевой привод, в зависимости от рассмотренных способов поворота и принципов действия рулевого управления, может быть механическим или гидравлическим.

Механический рулевой привод служит для поворота двух управляемых колес тракторов 4К2 и 4К4а, двух- и трехосных автомо-

билей на разные углы α и β (см. рис. 10.1,б) с целью их “чистого качения”- без бокового проскальзывания. Данное обстоятельство обусловлено тем, что внутреннее и внешнее колеса движутся в повороте по окружностям разных радиусов и, следовательно, разной кривизны. При этом, как указывалось выше, угол β (внешнее колесо) всегда меньше угла α (внутреннее колесо).

Такой поворот трактора и автомобиля можно осуществить с помощью рулевой трапеции или двух приводных продольных тяг. На автомобилях применяют, в основном, рулевую трапецию заднего или переднего расположения.

Рулевой привод с наиболее распространенной рулевой трапецией заднего расположения приведен на рис. 10.2. Рулевая трапеция представляет собой шарнирный четырехзвенный механизм, состоящий из основания - неподвижной балки передней оси 1, двух одинаковых рычагов 4 и 8, поворотных цапф управляемых колес 3 и задней неразрезной поперечной тяги 7.

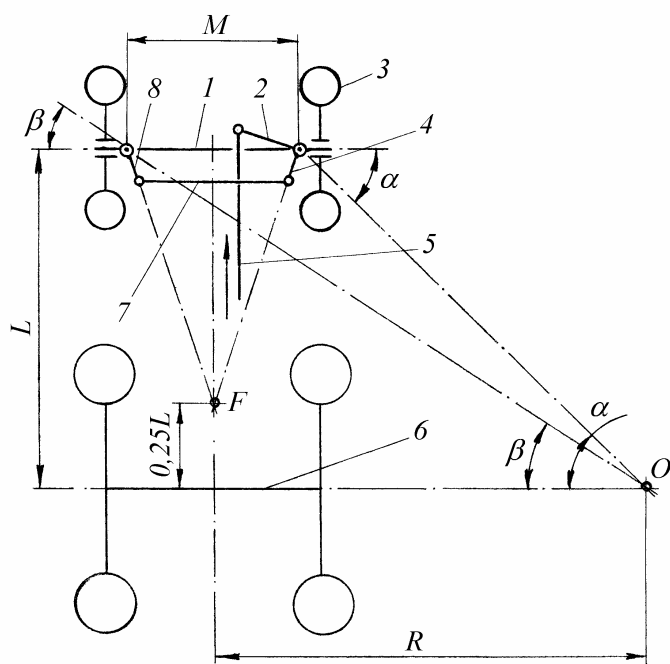


Рис. 10.2. Схема поворота трактора и автомобиля с рулевой трапецией заднего расположения

Для обеспечения поворота управляемых колес на разные углы α и β необходимо, чтобы рычаги 4 и 8 при прямолинейном движении были наклонены под одинаковым углом к продольной оси трактора или автомобиля.

Этот угол обычно определяется точкой F пересечения их продолжения на вышеуказанной оси и зависит от продольной базы L трактора и автомобиля и

расстояния M между осями шкворней поворотных цапф.

Рычаг 4 выполнен как одно целое с поворотным рычагом 2 трапеции, к которому шарнирно прикреплена продольная рулевая тяга 5, соединяющая его с сошкой рулевого механизма (не показана). При приложении силы к тяге 5, как показано стрелкой, рычаг 2 непосредственно поворачивает правое (внутреннее) колесо на угол α и через элементы трапеции - левое (внешнее) на угол β , обеспечивая пересечение продолжения осей колес в одной точке O на продолжении оси 6

задних ведущих колес при повороте трактора и автомобиля с радиусом R .

Тяга 5 в большинстве сельскохозяйственных тракторов располагается с правой стороны. При перемещении тяги 5 назад колеса 3 трактора поворачиваются налево.

На легковых автомобилях из-за особенностей их компоновки тяга 5 отсутствует, а сошка, как правило, является частью трапеции. На грузовых автомобилях и автобусах тяга 5 располагается со стороны места водителя, которая определяется принятой в той или иной стране стороной движения (правостороннее или левостороннее).

В зависимости от назначения трактора или автомобиля, компоновки их передней части, применяются и другие виды рулевых трапеций и их приводов.

Необходимо заметить, что на пропашных колесных тракторах с переменной колеёй при её изменении необходимо и изменение длины поперечной тяги, что ведет к ухудшению кинематики поворота управляемых колес. Поэтому оптимальные параметры рулевой трапеции назначаются для наиболее часто применяемой ширины колеи, чтобы ее изменение меньше сказывалось на боковом скольжении управляемых колес.

Шаровые шарниры рулевых тяг показаны на рис. 10.3. Основными деталями шарнира являются шаровая головка (палец) с конусной шейкой 2, закрепленной в аналогичной расточке рычага 3 посредством гайки, и сухари 5 и 8, устанавливаемые в корпусе 1 шарнира. В зависимости от типа сухарей шарниры бывают с осевыми сухарями 5 и 8 (рис. 10.3,а) и поперечными, подразделяемыми на цилиндрические (рис. 10.3,б), клиновые (рис. 10.3,в) и с регулируемым шарниром (рис. 10.3,г). В первых трех типах шарниров для устранения зазоров сухари 5 и 8 поджаты к шаровой головке пружинами 6, удерживаемыми или простой пробкой 9 со стопорным шплинтом (рис. 10.3,а), или резьбовой пробкой 9 (рис. 10.3,б), или крышкой 9, фиксируемой стопорным разрезным кольцом (рис. 10.3,в).

Шарниры с металлическими сухарями обычно смазываются через масленки 7 (рис. 10.3,а и б). Шарниры с сухарями из антифрикционных полимерных материалов имеют одноразовое смазывание при сборке, что упрощает их эксплуатацию (рис. 18.3,в и г). Иногда нижний сухарь 5 (рис. 10.3,г) делают из упругого эластомера для устранения зазоров в шарнире. Здесь вместо пружин сухари 5 и 8 сжимаются регулировочной пробкой 9, фиксируемой проволоочной стяжкой 10.

Для защиты внутренней полости шарниров от пыли, влаги и грязи обычно применяются различные уплотнения 4, изготавливаемые из резины или полимера.

На легковых автомобилях распространены неразборные нерегулируемые шарниры, в которых палец устанавливается в антифрикционном полимерном материале. Такие шарниры не требуют регулировок, а при износе их просто заменяются на новые.

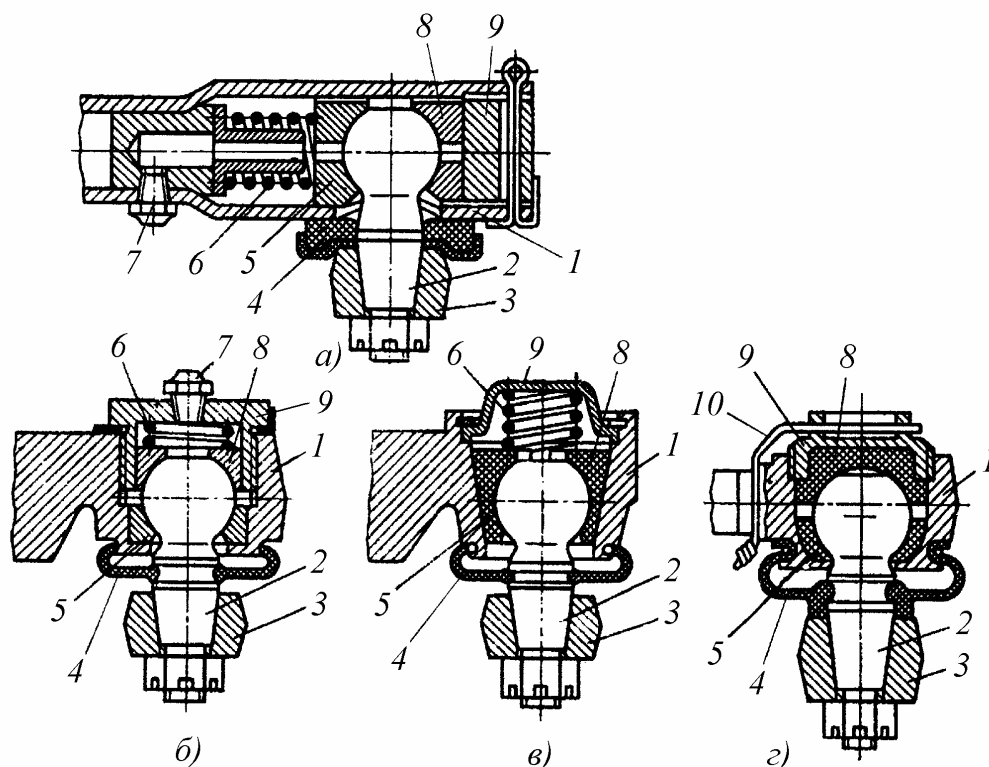


Рис. 10.3. Шаровые шарниры рулевых тяг

Гидравлический рулевой привод обычно применяется для взаимного поворота полурам остова трактора 4К46 с неповоротными ведущими колесами посредством силовых гидроцилиндров двойного действия (рис. 10.4), управляемых рулевым колесом через рулевой механизм с усилителем, а также автомобилей специального назначения.

На рис. 10.4,*а* приведена схема гидравлического рулевого привода с одним гидроцилиндром 3 двойного действия, применяемая обычно на малогабаритных тракторах 4К46. Корпус гидроцилиндра 3 шарнирно закреплен на кронштейне 5 задней полурамы 6, а его шток с поршнем шарнирно закреплен на аналогичном плече кронштейна 2 передней полурамы 1.

Полурамы 1 и 6 соединены между собой вертикальным шарниром 7. По трубопроводам 8 и 9 жидкость под давлением подается в надпоршневую А или в подпоршневую В полости гидроцилиндра 3, что обеспечивает поворот в разные стороны.

Рулевой механизм с распределителем гидроусилителя (не показан),

как правило, располагается на передней полураме 1 и тягой 4 обратной связи соединен шарнирно с кронштейном 5 задней полурамы 6.

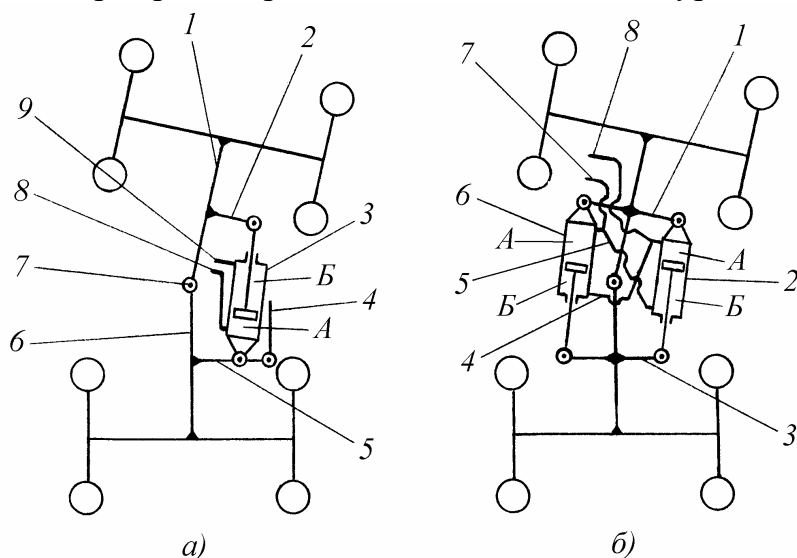


Рис. 10.4. Схемы гидравлического рулевого привода тракторов и автомобилей с поворотными полурамами

Необходимо отметить, что при постоянной скорости подачи жидкости в неравные по объему полости гидроцилиндра время поворота трактора направо несколько меньше времени его поворота налево. Для выравнивания времени поворота в обе стороны на мощных тракторах 4К4б ставят два гидроцилиндра (рис. 10.4,б). К двум одинаковым кронштейнам 1 передней полурамы шарнирно прикреплены корпуса гидроцилиндров 2 и 6, а к двум аналогичным кронштейнам 3 задней полурамы - их штоки с поршнями. Трубопроводы 4 и 5 соединяют соответственно полость А цилиндра 2 с полостью В цилиндра 6 и полость В цилиндра 2 с полостью А цилиндра 6. Соединенные объемы полостей цилиндров трубопроводами 8 и 7 соединены с распределительным устройством гидроусилителя (не показано).

10.2. Рулевой механизм

Тип рулевого механизма зависит от общего принципа действия рулевого управления. Поэтому их также можно классифицировать как: механический, механический с усилителем и гидрообъемный.

Рулевой механизм механического типа преобразует вращение рулевого колеса в угловое движение рулевой сошки, шарнирно соединенной с продольной тягой рулевой трапеции или непосредственно с ее поворотным рычагом. У легковых автомобилей рулевой механизм типа “шестерня – рейка” может являться составной частью трапеции.

Рулевой механизм, как правило, представляет собой понижаю-

ший редуктор с достаточно большим передаточным числом.

По типу выполнения различают шестеренные, червячные, винтовые, реечные и смешанные рулевые механизмы.

Эти механизмы оценивают, в первую очередь, по степени обратимости, зависящей от прямого и обратного КПД. Прямым КПД рулевого механизма оценивается передача усилия от рулевого колеса к валу рулевой сошки, а обратным - передача на рулевое колесо возмущающих воздействий управляемых колес к валу рулевой сошки. Оба КПД взаимосвязаны: при увеличении одного КПД другой уменьшается. Увеличивающиеся потери на трение внутри рулевого механизма при уменьшающемся обратном КПД ухудшают возможность самовозврата рулевого колеса в положение прямолинейного движения управляемых колес под действием стабилизирующих моментов.

Поэтому рулевые механизмы обычно выполняются на пределе обратимости с относительно высоким прямым КПД (0,75...0,85) и пониженным обратным (0,5...0,65).

Реечные рулевые механизмы отличаются высокими значениями (0,9...0,95) как прямого, так и обратного КПД.

В шестеренном двойном рулевом механизме (рис. 10.5,*а*) передача усилия от рулевого колеса 8 к рулевой сошке 1 с поперечной рулевой тягой 9 осуществляется двумя парами конических шестерен: первая пара шестерен 6 обычная, а вторая состоит из ведущей шестерни 4 и ведомой 3, выполненной в виде сектора. Соединяют элементы передачи внешний рулевой вал 7 и внутренние валы 5 и 2. Однако вследствие повышенных габаритов редуктора, относительно малого передаточного числа и полной обратимости передачи (прямой и обратный КПД равны), шестеренные рулевые механизмы имеют очень ограниченное применение.

В червячном рулевом механизме (рис. 10.5,*б*), где рулевое колесо 6 и его вал 5 соединены с обычным цилиндрическим червяком 4, находящимся в зацеплении с сектором 3 червячного колеса, рулевая сошка 2 с продольной тягой 1 соединены с сектором 3 посредством соединительного вала 7.

При наличии одного или двух спаренных управляемых колес сектор 3 устанавливается непосредственно на хвостовике вертикального поворотного вала 7.

Встречаются рулевые механизмы (рис. 10.5,*в*), в которых червяк 3 имеет зацепление с боковым червячным сектором 2, что обеспечивает большую площадь их контакта, и, следовательно, меньшее давление в зубьях, способствующее уменьшению их износа. Как правило, сошка 1 непосредственно крепится на хвостовике вала сектора 2.

В рассмотренных рулевых механизмах (см. рис. 10.5,*б* и *в*) пре-

дусмотрено обязательное регулирование зазора в червячной паре.

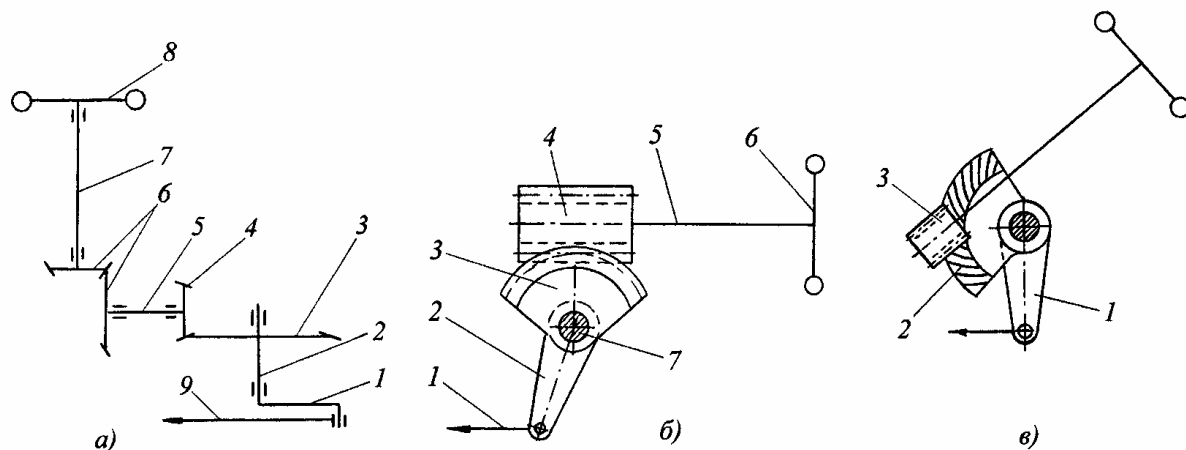
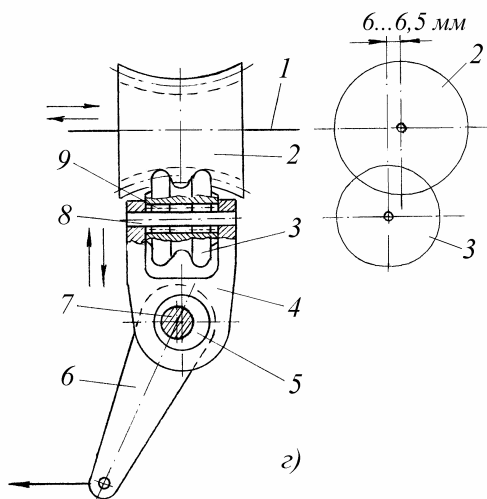


Рис. 10.5. Кинематические схемы рулевых механизмов



В рулевом механизме с глобоидным червяком и радиальным двух- или трехгребневым роликом (рис. 10.5,г) при повороте рулевого вала 1 глобоидный червяк 2 заставляет поворачиваться ролик 3, перемещая его по дуге вместе с поворотной головкой 4 вала 7 сошки 6. Ролик 3 устанавливается на оси 8 обычно посредством игольчатых или шариковых подшипников 9, что снижает потери на трение в рулевом механизме в целом. Поэтому подобные рулевые механизмы имеют более высокие значения прямого и обратного КПД.

Однако эти механизмы требуют двух регулировок: осевого зазора (посредством осевого перемещения червяка 2) и зацепления червячной пары (перемещением вала 7 рулевой сошки для изменения расстояния между центрами осей червяка 2 и ролика 3). Последнее условие, обычно, осуществляется установкой вала 7 на промежуточной эксцентриковой втулке 5 или предварительным боковым смещением на 6...6,5 мм оси вала 7 сошки вместе с роликом 3 относительно проекции оси червяка 2.

Однако эти механизмы требуют двух регулировок: осевого зазора (посредством осевого перемещения червяка 2) и зацепления червячной пары (перемещением вала 7 рулевой сошки для изменения расстояния между центрами осей червяка 2 и ролика 3). Последнее условие, обычно, осуществляется установкой вала 7 на промежуточной эксцентриковой втулке 5 или предварительным боковым смещением на 6...6,5 мм оси вала 7 сошки вместе с роликом 3 относительно проекции оси червяка 2.

Рулевые механизмы с глобоидным червяком и роликом имеют переменное передаточное число, определяемое отношением числа зубьев червячного колеса (ролик как его сектор) к числу заходов червяка. Обычно применяется однозаходный червяк. Наибольшее передаточное число рулевой механизм имеет при прямолинейном движе-

нии. При повороте ролика 3 на большие углы он сопрягается с крайними витками червяка 2 и передаточное число рулевого механизма несколько уменьшается, что увеличивает усилие на рулевом колесе. В данном случае это способствует повышению безопасности движения, как сигнал трактористу (водителю) об опасности управления трактора или автомобиля в крутых поворотах, особенно при повышенных скоростях движения.

Механический рулевой механизм с усилителем применяют на колесных тракторах, начиная с тягового класса 0,9 и выше, с целью облегчения управления. Так, при его отсутствии для поворота трактора на мягкой почве или его выезде из борозды к рулевому колесу приходится иногда прикладывать усилие до 400...500 Н, что намного превышает допустимую норму. Без усилителя затруднен поворот с малым радиусом, так как необходимо увеличение скорости поворота рулевого колеса при ограниченном времени движения трактора (до 2,5 с). Это необходимо для уменьшения ширины поворотной полосы МТА при проведении различных сельскохозяйственных и других работ.

Усилители рулевого управления на автомобилях применяются не только с целью облегчения условий труда водителя, но и с целью повышения безопасности движения, что вызвано высокими скоростями движения и плотностью транспортного потока. На легковых автомобилях ниже среднего класса усилители значительно облегчают процесс паркования.

Гидравлические усилители с золотниковыми распределителями получили наиболее широкое применение в отечественном автомобиле- и тракторостроении. В них в качестве рабочей жидкости обычно применяют минеральное масло.

Положительными качествами гидравлических усилителей являются:

- малое время срабатывания;
- малые габаритные размеры;
- поглощение ударов при наезде управляемых колес на препятствие, предотвращающее их передачу на рулевое колесо;

Определенными их недостатками являются:

- некоторое ухудшение стабилизации управляемых колес из-за противодействия масла действию на них стабилизирующих моментов;
- необходимость применения высококачественных уплотнений в гидросистеме усилителя, исключая подтекания масла, приводящие к отказу в работе.

Питание гидросилителя производится от отдельного гидрона-

соса с автономной гидросистемой или от насоса гидронавесной системы трактора через распределительный клапан гидропотока.

Исполнительными механизмами гидроусилителя обычно являются гидроцилиндры с высокими рабочими давлениями порядка 6...10 МПа и выше, делающими их относительно компактными.

В рулевом управлении с гидроусилителем (рис. 10.6,а) рулевой привод условно представлен двулучим рычагом 2, устанавливающим положение управляемого колеса 1 и рулевой трапеции (отсутствующей на схеме).

Рулевой механизм представлен рулевым колесом 7 и рулевой сошкой 6, управляющей золотником 14 распределителя 15 гидросистемы усилителя. Корпус гидроцилиндра 3 двойного действия шарнирно прикреплен к балке переднего моста трактора, а шток поршня шарнирно соединен с рычагом 2 рулевого привода. Гидравлическая система состоит из масляного бака 8, нагнетательного гидронасоса 9, гидроаккумулятора 11, нагнетательного 12 и сливных 13 трубопроводов, гидрораспределителя 15, а также трубопроводов 4, соединяющих его с полостями гидроцилиндра 3.

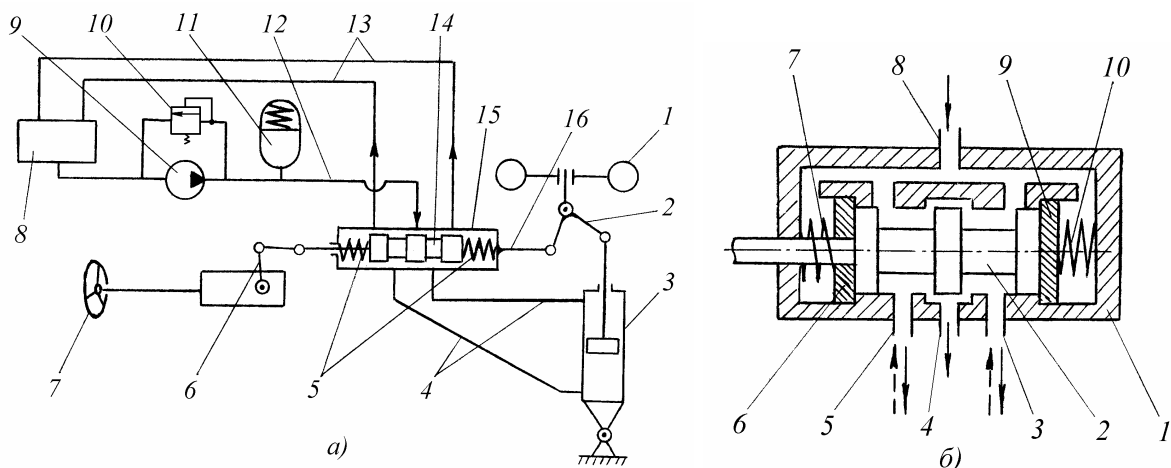


Рис. 10.6. Схема рулевого управления с гидроусилителем

Гидроаккумулятор 11 служит для поддержания постоянства давления в нагнетательном трубопроводе 12 гидросистемы вне зависимости от режима работы насоса 9, получающего энергию от двигателя трактора. Центрирующие пружины 5 в распределителе 15 улучшают процесс управления трактором, ограничивая усилие на рулевом колесе 7, при котором включается усилитель. Также, они удерживают золотник 14 в нейтральном положении при наезде одного из управляемых колес на неровности пути, и при разгоне и торможении трактора, что способствует стабилизации его движения.

В рассматриваемой схеме применен распределитель с замкнутой

системой циркуляции масла - распределитель с закрытым центром. По этой системе, при нейтральном положении золотника 14, его средний поясок перекрывает центральный вход нагнетательного трубопровода 12 в корпус распределителя 15.

В этом положении золотника полости гидроцилиндра 3 и их присоединительные трубопроводы 4 отсоединены от нагнетательного трубопровода 12, что соответствует выключенному состоянию гидроусилителя. Постоянно работающий насос 9 работает на перепуск масла через разгрузочный клапан 10 и подпитку гидроаккумулятора 11. Большим преимуществом подобной схемы гидроусилителя является его постоянная готовность к действию, обеспечивающая минимальное время срабатывания.

При повороте рулевого колеса 7 сошка 6 смещает золотник 14 в корпусе распределителя 15 из нейтрального положения вперед или назад (в зависимости от требуемого направления поворота). При этом одновременно нагнетательный трубопровод 12 соединяется с одним из трубопроводов 4, подающим масло под давлением в необходимую нагнетательную полость гидроцилиндра 3, а другой трубопровод 4 соединяется для слива масла из другой полости цилиндра 3 в один из сливных трубопроводов 13. Под действием давления масла поршень гидроцилиндра 3 через шток передает усилие на рычаг 2 в направлении поворота управляемого колеса 1.

Корпус распределителя 15 подвижный, так как посредством жесткой тяги 16 обратной связи соединен с рычагом 2. При этом направление движения корпуса распределителя 15 совпадает с направлением движения золотника 14. Поэтому, если повернуть рулевое колесо 7 в какую-либо сторону и прекратить вращение, то подача масла в нагнетательную полость гидроцилиндра 3 прекратится, а трактор или автомобиль будет поворачиваться с постоянным радиусом. Для совершения более крутого поворота необходимо продолжать вращение рулевого колеса 7.

Таким образом, в данной схеме гидроусилителя следящее действие осуществляется по перемещению (повороту) рулевого колеса, отличительной особенностью которого является чисто механическая обратная связь посредством тяги 16.

При отказе в работе гидронасоса 9 гидроусилитель некоторое время будет работать за счет давления жидкости в гидроаккумуляторе 11, а затем поворот возможен только за счет мускульной силы тракториста с помощью рулевого механизма с продольной тягой для перемещения золотника 14. При этом повышение усилия для управления трактором обусловлено меньшим передаточным числом рулевого механизма по сравнению с обычным. Также возрастает свобод-

ный ход рулевого колеса 7, так как требуется дополнительное перемещение золотника 14 до его упора в дно или крышку корпуса распределителя 15, чтобы затем через тягу 16 воздействовать на рычаг 2.

В распределителе, работающем по открытой системе циркуляции масла (распределителе “с открытым центром”), при нейтральном положении золотника центральный канал корпуса распределителя открыт и масло под действием насоса циркулирует по замкнутому кругу: насос - распределитель - бак - насос. При этом, масло, попадая в бак, несколько охлаждается. Иногда для этой цели предусматривают специальные радиаторы. Отсутствие гидроаккумулятора в таком гидроусилителе упрощает его конструкцию. Все это является причинами достаточно широкого применения в гидроусилителях распределителей с открытым центром.

Следящее действие усилителя в значительной степени зависит от конструкции его распределителя. Следящее действие по повороту рулевого колеса было рассмотрено выше (см. рис. 10.6,а). Наряду с положительными качествами этого распределителя (пропорциональное кинематическое соответствие между поворотом рулевого колеса и поворотом управляемых колес) он имеет недостатки: из-за быстрого действия системы отсутствует ощущение момента включения усилителя, а резкие удары управляемых колес, передающиеся через тягу 16 на корпус 15 распределителя, могут приводить к самопроизвольному включению усилителя, что ухудшает стабильность (курсовую устойчивость) движения.

В усилителе, обеспечивающем следящее действие по усилию на рулевом колесе при повороте управляемых колес, обратная связь обеспечивается изменением давления масла в системе его распределителя.

На рис. 10.6,б представлена принципиальная схема распределителя с открытым центром, в корпусе 1 которого установлены реактивные шайбы (иногда плунжеры) 6 и 9, поджатые центрирующими пружинами 7 и 10. Золотник 2 распределителя показан в нейтральном положении, когда вся система усилителя заполнена маслом. Масло, поступающее из центрального нагнетательного трубопровода 8, проходит по каналам в корпусе 1 и сливается через выходной трубопровод 4 обратно в бак гидросистемы.

В обеих полостях гидроцилиндра (не показан), соединенных с распределителем трубопроводами 3 и 5, устанавливается одинаковое давление слива.

При повороте рулевого колеса вначале преодолевается сопротивление пружины 7 или 10 (в зависимости от направления поворота), оказываемое перемещению золотника 2 и соответствующей шайбе 6

или 9, после чего происходит включение усилителя. По одному из каналов 3 или 5 масло под давлением поступает в необходимую полость гидроцилиндра, а по другому - на слив из полости цилиндра по каналу 4 в бак гидросистемы.

При увеличении сопротивления повороту управляемых колес увеличивается и давление масла во всей системе усилителя и в корпусе 1 распределителя. Таким образом, тракторист или водитель реально ощущает процесс поворота управляемых колес, т.е. “чувствует дорогу”.

При прекращении поворота рулевого колеса прекратится рост давления в корпусе 1 распределителя, произойдет его выравнивание в обеих полостях с реактивными шайбами 6 и 9, и золотник 2 вернется в нейтральное положение. Объемы масла в полостях цилиндра обеспечат постоянство положения управляемых колес для движения трактора или автомобиля с постоянным радиусом поворота.

Комбинированный распределитель осуществляет следящее действие как по перемещению, так и по силе сопротивления повороту рулевого колеса. При установке распределителя, представленного на схеме рис. 10.6,б, в схему на рис. 10.6,а получим схему рулевого управления с гидроусилителем комбинированного следящего действия.

По типу компоновки основных элементов гидроусилителя [распределителя и силового (силовых) гидроцилиндров] с рулевым механизмом различают две принципиальные конструктивные схемы: моноблочную и отдельную. При этом необходимо отметить, что элементы гидравлической схемы усилителя (гидронасос с перепускным клапаном, гидроаккумулятор, масляный радиатор и масляный бак с фильтром), как правило, устанавливаются отдельно от рулевого управления.

При моноблочной компоновке элементов гидроусилителя распределитель, гидроцилиндр и рулевой механизм сконструированы в одном общем картере, что уменьшает число и длину трубопроводов гидросистемы, а также число промежуточных механических передач. Иногда картер служит полостью масляного бака. Помимо этого, установка распределителя непосредственно на валу рулевого колеса значительно повышает чувствительность системы, так как между ними практически нет промежуточных деталей, снижающих скорость прохождения исполнительного сигнала.

Недостатками моноблочной схемы являются повышенная нагрузка всех деталей рулевого механизма от усилия гидроцилиндра, а также сложности в модернизации и унификации агрегатов и ремонте гидроусилителя.

При раздельной компоновке элементов гидросилителя гидроцилиндр всегда устанавливается отдельно от рулевого механизма, а распределитель - на картере рулевого механизма, на гидроцилиндре или непосредственно в тяге к рулевому приводу.

Достоинствами раздельных схем компоновок являются большая свобода выбора конструкций отдельных агрегатов рулевого механизма и гидросилителя (использования стандартных гидроцилиндров), а недостатками - повышенная длина трубопроводов, которая в ряде случаев может привести к пульсации давления в гидросистеме, а, следовательно, к колебаниям управляемых колес, что нежелательно (особенно при повышенных скоростях движения).

Раздельная компоновка элементов гидросилителя применяется обычно для поворота трактора 4К4б или специальных автомобильных шасси с шарнирно сочлененными полурамами и неповоротными относительно них колесами. На рис. 10.7 показано действие гидросилителя при повороте полурам 7 и 9.

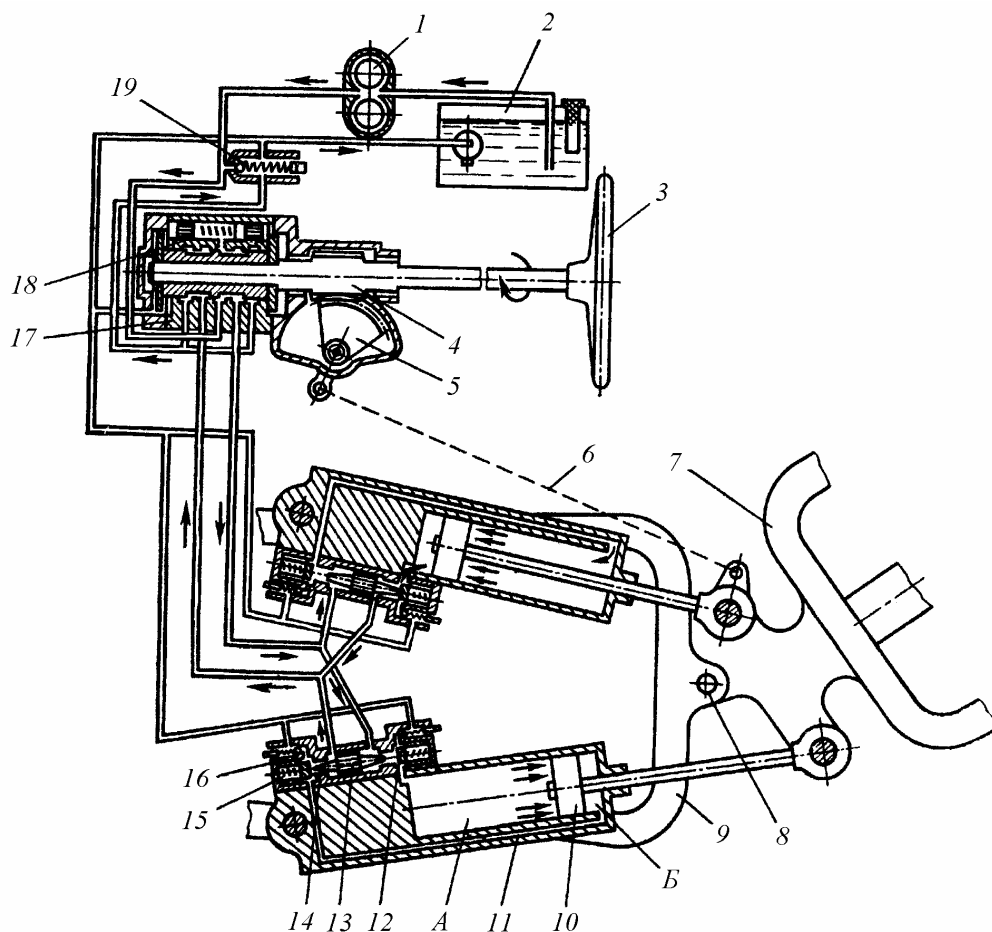


Рис. 10.7. Схема рулевого управления трактора с гидросилителем раздельного типа

Распределитель *17* установлен на корпусе рулевого механизма. Его золотник *18* закреплен на хвостовике червяка *4*. Сектор *5* червячного колеса установлен на валу рулевой сошки, которая посредством тяги *6* обратной связи соединена с задней полурамой *7*, что обеспечивает следящее действие гидроусилителя по перемещению рулевого колеса *3*. Гидроцилиндры *11* двойного действия – образуют гидравлический рулевой привод.

Отличительной особенностью системы подачи масла в гидроцилиндры *11* и его отвода из них является установка на них клапанных коробок *14* с двумя запорными клапанами *12*, поджатых пружинами *15* и не позволяющих поршню *10* произвольно перемещаться под действием внешних сил. Между торцами клапанов *12* помещен поршень-толкатель *13*. Его задача - открытие запорного клапана *12* сливной полости гидроцилиндра *11* при совершении поворота трактора или автомобиля.

При прямолинейном движении золотник *18* находится в нейтральном положении и гидронасос *1* перекачивает масло из бака *2* через распределитель *17* обратно в бак *2*. Предохранительный клапан *19* ограничивает давление масла до *10* МПа. Полости гидроцилиндров *11* закрыты клапанами *12*, что удерживает полурамы *7* и *9* от поворота вокруг оси *8*.

При повороте рулевого колеса *3* червяк *4*, поворачиваясь относительно неподвижного сектора *5*, перемещает золотник *18*, и соответствующие нагнетательная и сливная полости распределителя *17* соединяются с клапанными коробками *14* гидроцилиндров *11*.

Так как в данной схеме гидроусилителя применен распределитель *17* с центрирующими плунжерами, то при увеличении момента сопротивления развороту полурам *7* и *9* возрастает усилие для поворота рулевого колеса *3*. Следовательно, гидроусилитель имеет следящее действие и по усилию на рулевом колесе, обуславливающим "чувство дороги".

Как видно из рассмотренной конструктивной схемы гидроусилителя, в этом случае используется комбинированное следящее действие - по перемещению и по усилию, что характерно для большинства гидроусилителей.

В рассмотренных механических и гидромеханических рулевых управлениях рулевой привод и рулевой механизм соединены между собой механической связью, которая в ряде случаев усложняет комплектацию МТА навесными машинами-орудиями.

На легковых автомобилях в рулевом управлении помимо гидравлических также применяются и электрические усилители, устанавливаемые, как правило, между рулевыми колесом и механизмом

на рулевой колонке.

10.3. Гидрообъемное рулевое управление (ГОРУ)

Такое управление дает возможность свободной компоновки ее основных агрегатов, упрощает их конструкцию и эксплуатацию, снижает материалоемкость колесного трактора и улучшает условия труда.

Вместе с тем, учитывая, что ГОРУ представляет собой чисто гидравлическую передачу с гибкими соединительными трубопроводами (шлангами) относительно высокого давления, менее надежными в эксплуатации, чем механические тяги, это требует повышенного внимания к надежности и безопасности ее эксплуатации. Так, ГОРУ не рекомендуется применять на машинах, транспортные скорости движения которых выше 50 км/ч. По этой причине *ГОРУ не применяется на автомобилях.*

Для повышения надежности и безопасности работы ГОРУ соединительные шланги имеют четырех - пятикратный запас прочности, а остальные агрегаты гидросистемы выполняются с достаточно высокой степенью точности. В гидравлических схемах ГОРУ часто предусматривается применение противоударных и противовакуумных предохранительных клапанов. Противоударные клапаны предохраняют шланги от пиковых нагрузок, возникающих при резких, ударных наездах управляемых колес на препятствия. Их давление обычно превышает расчетное максимальное в системе на 3...6 МПа. Противовакуумные клапаны предотвращают возможность разрыва циркуляции потока масла из-за попадания в него воздуха.

Несмотря на разнообразие конструктивных схем ГОРУ наиболее распространенными из них являются схемы с использованием управляющих устройств, называемых насосами-дозаторами.

По количеству контуров управления различают одноконтурные и двухконтурные схемы ГОРУ.

Одноконтурные схемы ГОРУ. Наиболее распространенной является одноконтурная схема ГОРУ, применяемая на большинстве тракторов 4К2 и 4К4а, включая новые отечественные модели. Она характеризуется тем, что весь поток масла, поступающего от гидронасоса в исполнительный гидроцилиндр привода рулевой трапеции (или другого рулевого привода), проходит по одной последовательной гидравлической цепи.

Принципиальная кинематическая и гидравлическая схема одноконтурного ГОРУ применительно к трактору 4К4а и его компоновка на тракторе показаны на рис. 10.8.

При прямолинейном движении трактора гидронасос 5 подает масло по нагнетательному трубопроводу 4 к насосу-дозатору 3 и его распределительному устройству (не показано) и далее на выход к сливному трубопроводу 14. По нему масло сливается в бачок 13 с фильтром, откуда оно вновь поступает по всасывающему трубопроводу 12 к насосу 5 и цикл движения масла повторяется. Верхний 10 и нижний 11 трубопроводы находятся под давлением масла запертого в обеих полостях гидроцилиндра 7 посредством золотника распределителя насоса-дозатора 3.

Корпус гидроцилиндра 7 шарнирно закреплен в кронштейне 6 корпуса передней ведущей оси трактора, а конец штока его поршня шарнирно закреплен на поворотном рычаге 8 рулевой трапеции. В рассматриваемом случае последняя удерживает управляемые колеса 9 в положении прямолинейного движения.

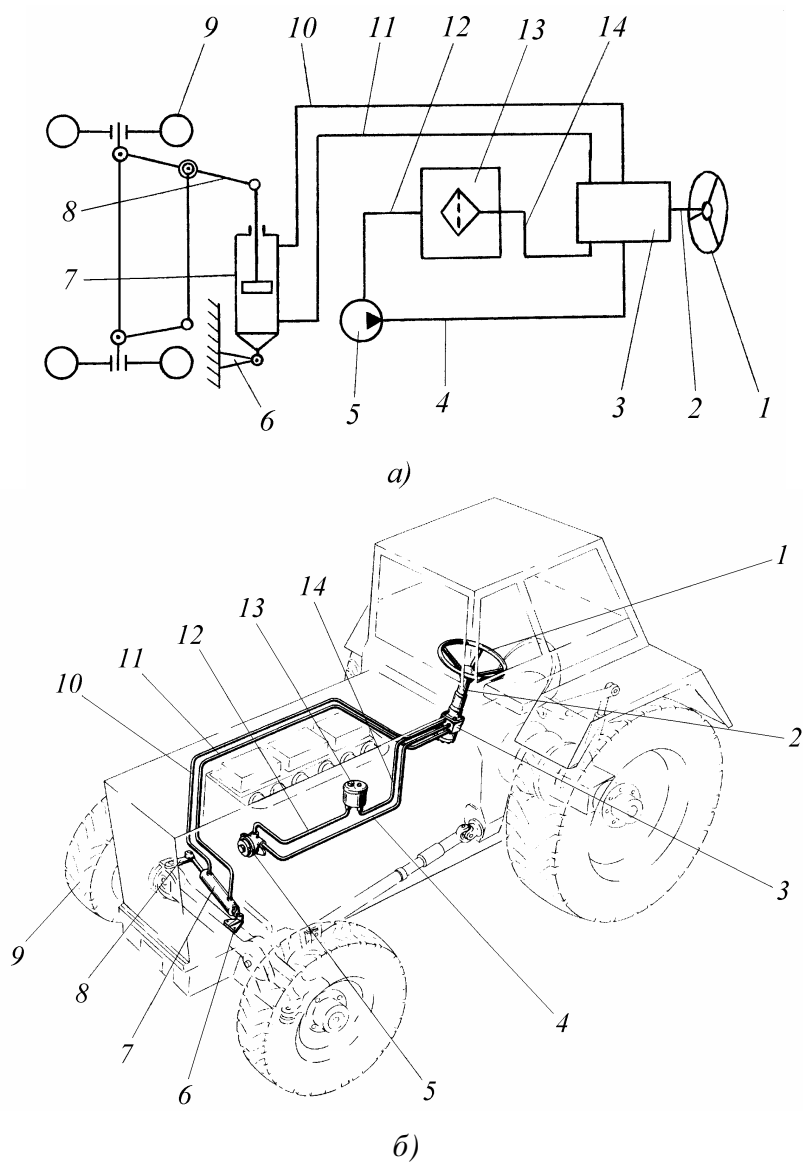


Рис. 10.8. Одноконтурное ГОРУ:
а - схема; *б* - компоновка агрегатов на тракторе

При повороте трактора золотник распределителя направляет масло по трубопроводу *10* или *11* в рабочую полость гидроцилиндра в количестве пропорциональном углу поворота рулевого колеса *1*, закрепленного на приводном валу *2* насоса-дозатора *3*, а упругая система их соединения при этом осуществляет обратную связь. Из противоположной полости гидроцилиндра *7* масло идет на слив в бачок *13*. Поэтому при прекращении вращения рулевого колеса *1* управляемые колеса *9* трактора остаются в повернутом положении, а золотник распределителя занимает нейтральное положение, запирая полости цилиндра *7*.

ГОРУ, выполненные по одноконтурной схеме, наиболее просты по конструкции, но требуют насосов-дозаторов с увеличивающимися рабочими объемами в зависимости от повышения тягового класса и назначения трактора. Поэтому их применение наиболее целесообразно на тракторах классов 0,9...1,4, на которых требуются насосы-дозаторы с рабочим объемом не более 80 см^3 и с механически управляемым распределителем.

Двухконтурные схемы ГОРУ обычно применяются для колесных тракторов тягового класса 3 и выше. Масло от гидронасоса к исполнительному гидроцилиндру поступает по двум гидравлическим цепям, что позволяет не увеличивать типоразмеры насосов-дозаторов, применяемых в одноконтурных схемах. Среди разнообразных двухконтурных схем интерес представляет схема ГОРУ с усилителем потока для колесных тракторов Т-150К (рис. 10.9).

В представленной на рис. 10.9 схеме усилитель потока состоит из распределительного золотника *8*, регулятора давления *11*, малого *7* и большого *10* дросселей, регулятора потока *13* и обратного клапана *14*. Порядок работы рассматриваемой системы при повороте трактора состоит в следующем. При повороте рулевого колеса *4* золотник *5* насоса-дозатора *6* смещается из нейтрального положения в сторону, зависящую от направления поворота, и создает давление в напорной магистрали. Под давлением поток масла направляется через дозатор (мотор-насос) *12* под соответствующий торец золотника *8* и перемещает его в противоположное крайнее положение. При этом создается давление и под торцом регулятора давления *11*. Масло от насоса-дозатора *6* через малый дроссель *7* и золотник *8* поступает к соответствующей полости силового гидроцилиндра *9*. Одновременно масло через обратный клапан *14*, регулятор давления *11*, большой дроссель *10* и золотник *8* также попадает в гидроцилиндр *9*.

Так как регулятор давления *11* уравнивает давление перед дросселями *7* и *10*, расход масла будет пропорционален площадям их

проходных сечений. Изменяя площадь проходного сечения дросселя *10*, можно в достаточно широких пределах менять величину расхода масла, т.е. коэффициент усиления.

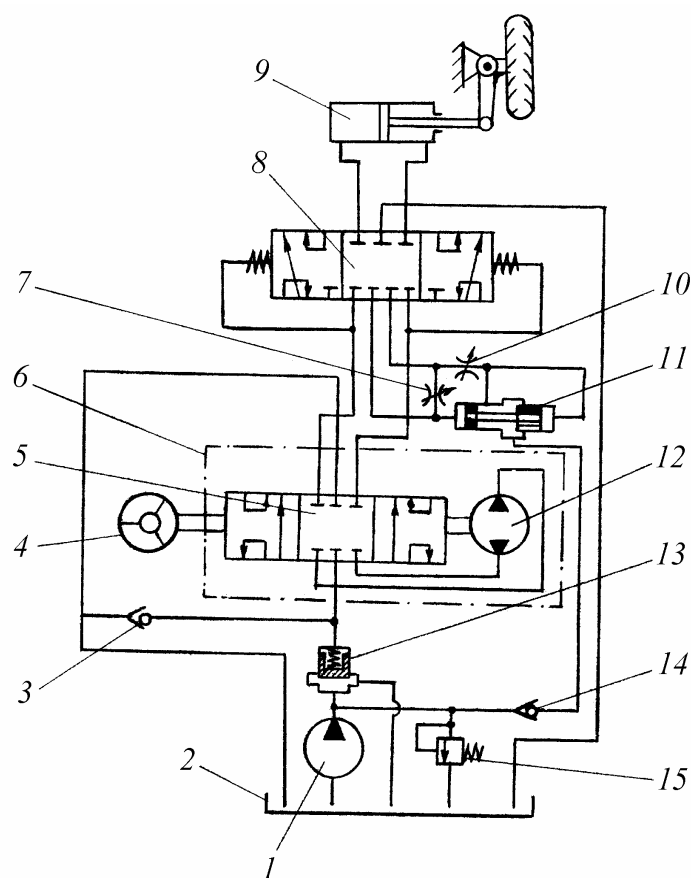


Рис. 10.9. Схема двухконтурного ГОРУ

При прекращении подачи масла от насоса-дозатора *6* золотник *8* усилителя потока под действием пружин возвращается в нейтральное положение и запирает полости гидроцилиндра *9*. Разгрузка гидронасоса *1* на слив масла в бак *2* происходит через регулятор потока *13* и насос-дозатор *6*.

При неработающем гидронасосе *1* дозатор *12* работает от рулевого колеса *4*, а всасывание масла производится через два обратных клапана *3* и *14*. При этом усилие на рулевом колесе существенно не возрастает, но значительно увеличивается число оборотов рулевого колеса для выполнения поворота трактора. Предохранительный клапан *15* рассчитывается на максимальное давление в системе с учетом возможных пиковых нагрузок.

Как видно из рассмотренных схем ГОРУ, их основным управляющим гидроагрегатом является насос-дозатор. Это комбинированный агрегат, состоящий из двух основных узлов – гидрораспределителя с золотником и дозатора (мотор-насоса). При отказе в работе ос-

новного нагнетательного гидронасоса системы поворот трактора осуществляется вручную поворотом ротора насоса-дозатора.

10.4. Привод рулевого механизма

Привод рулевого механизма соединяет рулевое колесо с ведущим валом рулевого механизма любого типа или насосом-дозатором в системе ГОРУ. Основными элементами этого устройства являются рулевое колесо, рулевой вал и рулевая колонка.

Диаметр рулевого колеса в определенной степени зависит от тягового класса трактора или полной массы автомобиля и передаточного числа рулевого управления. В существующих моделях тракторов диаметр рулевого колеса колеблется в пределах 420...480 мм. На легковых автомобилях устанавливаются рулевые колеса диаметром 350...400 мм. На автобусах и грузовиках – 450...550 мм. Ступица рулевого колеса в большинстве случаев имеет конусное соединение с приводным концом рулевого вала посредством шлиц или шпонки и закрепительной гайки. Рулевой вал в зависимости от компоновки рулевого управления бывает цельным или составным.

Длина и крепление рулевой колонки, внутри которой проходит и закрепляется рулевой вал, зависит от конструкции последнего. Рулевые колонки с цельными или соосно-составными рулевыми валами, как правило, закрепляются непосредственно на корпусе рулевого механизма у тракторов и на кузове или кабине у автомобилей. Они могут устанавливаться в любом от вертикального до горизонтального положении.

Рулевые колонки на современных тракторах и автомобилях конструируются травмобезопасными при возможном фронтальном столкновении.

С целью удобства работы по управлению движением желательно, чтобы рулевое колесо имело возможность линейной фиксации в пределах не менее 100...120 мм, а рулевая колонка - угловую фиксацию в пределах не менее 25...40°.

На рис. 10.10 представлены наиболее характерные принципиальные схемы приводов рулевого механизма.

На рис. 10.10,а показан наиболее простой привод, состоящий из рулевого колеса 1, цельного рулевого вала 2 и наклонно расположенной рулевой колонки 3, закрепленной на корпусе рулевого механизма 4. Нижний шлицевой конец рулевого вала 2 соединен с ведущим элементом рулевого механизма 4, а его верхний конец закреплен в опоре

5 верхнего конца рулевой колонки 3.

На рис. 10.10,б представлен вертикально расположенный привод, позволяющий менять положение высоты рулевого колеса 1. Рулевой вал телескопического типа состоит из короткого шлицевого вала 2 и полой шлицевой трубы 4 с нижним шлицевым хвостовиком 6 для соединения с ведущим элементом рулевого механизма 7. Рулевая колонка телескопического типа состоит из нижнего основания 5, закрепленного на корпусе рулевого механизма 7, и верхней подвижной части 8, фиксируемой закрепительным устройством 3, чаще всего клеммового типа.

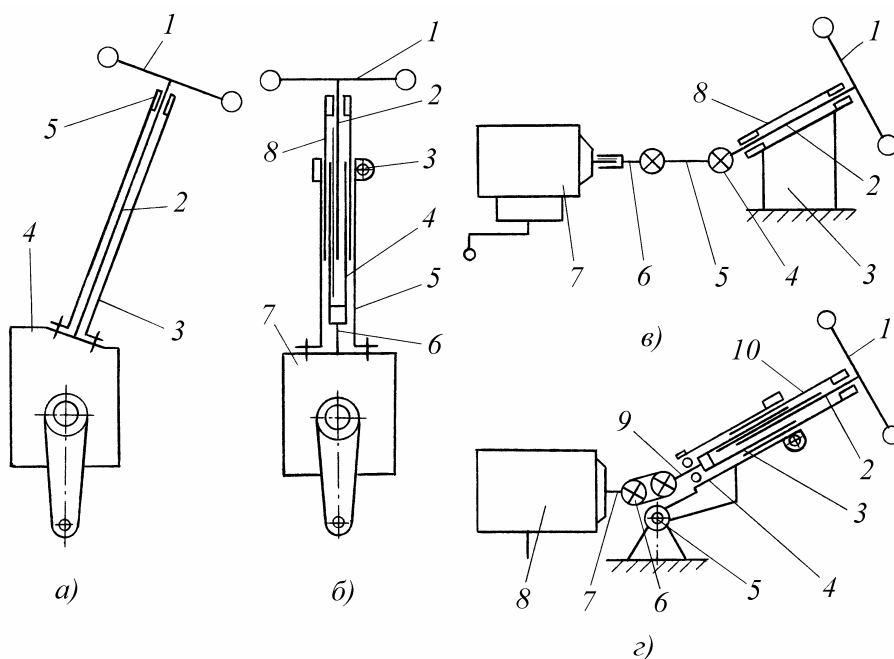


Рис. 10.10. Принципиальные схемы приводов рулевого механизма

На рис. 10.10,в показана схема привода с сочлененным рулевым валом. Рулевое колесо 1 закреплено на коротком рулевом валу 2, установленном в наклонно расположенной рулевой колонке 8, закрепленной на отдельной опоре 3. Нижний конец вала 2 посредством шарнира 4 соединен с промежуточным карданным валом 5, карданная вилка 6 которого имеет шлицевое соединение с ведущим валом рулевого механизма 7.

На рис. 10.10,г представлена схема привода с осевым перемещением рулевого колеса 1 и шарнирным креплением рулевой колонки, позволяющим изменять ее наклон. Рулевой вал телескопического типа состоит из короткого шлицевого вала 2 и полого шлицевого вала 3, шлицевой хвостовик 9 которого закреплен в сдвоенном карданном шарнире 6. Последний, в свою очередь, закреплен на приводном валу

7 рулевого механизма 8.

Верхний подвижный цилиндр 10 рулевой колонки фиксируется в его нижнем основании 4, наклон которого в свою очередь может меняться посредством шарнира 5 с последующим его закреплением.

Данный привод обеспечивает наиболее удобные условия работы, также как и в системе ГОРУ.

10.5. Уход за рулевым управлением

Уход за рулевым управлением трактора или автомобиля является важнейшим компонентом, обеспечивающим безопасность его движения и включает:

- периодическую проверку и подтяжку всех резьбовых соединений;
- своевременную смазку сопрягающихся подвижных деталей (шарниров, зубчатых зацеплений, подшипников и т.п.);
- проверку регулировки соответствующих зазоров в шарнирах рулевых тяг и зацеплениях зубчатых пар рулевых механизмов;
- обеспечение нормального свободного хода (люфта) рулевого колеса.

Внешними проявлениями основных дефектов рулевого управления является увеличение усилия, необходимого для поворота рулевого колеса, и повышенный его свободный ход. Их причинами могут быть нарушения соответствующих регулировок и износы как в механических системах рулевого управления, так и в гидравлических системах гидроусилителей руля или системы ГОРУ. В последних возможно подтекание масла, подсос воздуха в систему, повреждение трубопроводов, износ уплотнений и т.п.

Дефекты, как правило, устраняются соответствующими регулировками. При неустранимом износе деталей необходима их замена.

Особенностью рулевых управлений современных колесных тракторов является широкое применение ГОРУ.

Дальнейшее развитие рулевых управлений тракторов связано с совершенствованием системы ГОРУ, ее унификацией для применения в разных тяговых классах колесных тракторов, что повысит уровень условий труда при управлении движением трактора и безопасность движения, а, следовательно, производительность МТА.

Дальнейшее развитие рулевых управлений автомобилей связано с совершенствованием и расширением применения электрических усилителей.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначено рулевое управление трактора или автомобиля?
2. Из чего состоит рулевое управление трактора или автомобиля?
3. Какие типы рулевых управлений вам известны?
4. Что осуществляет рулевой привод и какие рулевые приводы вы знаете?
5. Назовите наиболее распространенные конструкции рулевых механизмов.
6. Для чего в рулевых управлениях применяются усилители?
7. Как в гидроусилителе обеспечивается следящее действие по повороту рулевого колеса?
8. Назовите конструктивные особенности ГОРУ?
9. Как в гидроусилителе обеспечивается следящее действие по усилию на рулевом колесе?
10. Чем определяется диаметр рулевого колеса у трактора или автомобиля?

Глава 11. ТОРМОЗНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Тормозное управление является одной из систем управления: самостоятельной для колесного трактора и автомобиля и составным элементом механизма поворота для гусеничного трактора.

Тормозные системы в колесном тракторе и автомобиле служат для экстренной остановки, снижения скорости движения и удержания машины на спуске или подъеме.

Кроме того, тормозные системы в колесном тракторе служат для обеспечения крутых поворотов, а в автомобиле – для обеспечения режима длительного торможения, например, при движении на длинном пологом спуске. В гусеничном тракторе тормоза дополнительно выполняют функцию элемента управления поворотом.

Тормозной системой называется совокупность устройств, предназначенных для осуществления того или иного вида торможения. В соответствии с этим различают рабочую, стояночную, запасную и вспомогательную тормозные системы. Запасная и вспомогательная системы применяются только на автомобилях.

Рабочая тормозная система предназначена для снижения скорости движения машины вплоть до полной ее остановки.

Стояночная тормозная система должна удерживать колесный трактор в состоянии покоя на сухой дороге с твердым покрытием на уклоне 20° , гусеничный - на уклоне 30° , тракторный прицеп - на уклоне 12° , автомобиль и автомобильный прицеп – 25% (14°).

Запасная тормозная система применяется только на автомобилях и служит для остановки автомобиля в случае отказа рабочей тормозной системы. С целью упрощения конструкции отдельная запасная система практически не применяется. Обычно ее роль выполняют оставшиеся исправными части рабочей тормозной системы или специальным образом спроектированная стояночная тормозная система. Часто на больших автомобилях для повышения надежности используют одновременно оба указанные технические решения.

Вспомогательная тормозная система применяется только на автомобилях и предназначена для длительного поддержания постоянной безопасной скорости в основном на затяжных спусках. В остальных системах используются фрикционные тормозные механизмы, которые при достаточно длительной работе перегреваются и резко снижают свою эффективность. Поэтому на некоторых типах автомобилей для поддержания безопасной скорости на

длинных спусках применяются вспомогательные тормоза-замедлители.

Тормозная система в обязательном порядке включает в себя источник энергии, тормозной привод и тормозные механизмы.

На тракторах и автомобилях, имеющих малую массу, в качестве источника энергии при торможении используется мускульная энергия водителя. В других случаях в качестве источника (преобразователя) энергии обычно используется гидронасос или компрессор, приводимые от двигателя.

Задачей тормозного привода является передача энергии от источника к тормозным механизмам, ее дозирование для обеспечения торможения с необходимой интенсивностью и правильное распределение энергии между тормозными механизмами. Тормозные приводы различают по виду используемой в них энергии. Чаще всего используются механические, гидравлические и пневматические приводы.

Тормозным механизмом называется устройство, служащее для непосредственного создания искусственного сопротивления движению трактора и автомобиля (сопротивление вращению их колес или гусениц). Для всех тормозных систем, исключая вспомогательную, роль тормозного механизма выполняют фрикционные устройства (тормоза) с регулируемым моментом трения, создающимся между жестко связанными с колесами или гусеницами вращающимися (диск или барабан) и не вращающимися (колодки, ленты, диски) частями.

11.1. Тормозные механизмы

Тормозные механизмы классифицируют:

по типу затормаживаемых элементов – барабанные и дисковые;

по типу тормозящих элементов – ленточные, дисковые и колодочные;

по роду трения – сухие и работающие в масле (“мокрые”);

по месту расположения механизма – трансмиссионные или колесные.

Колодочные барабанные механизмы обычно называют просто колодочными или барабанными. Колодочные дисковые тормозные механизмы обычно называют дисковыми, не употребляя термина “колодочные“. Аналогично, ленточные барабанные механизмы называют также просто ленточными. В дальнейшем вместо термина “тормозной механизм“ будем применять термин “тормоз“.

В колесных тракторах применяются ленточные, барабанные и дисковые тормоза, которые устанавливают как в трансмиссии, так и в ведущих колесах. В гусеничных тракторах применяются ленточные и дисковые тормоза, являющиеся частью механизма поворота. При этом в колесных и в гусеничных тракторах ленточные и дисковые тормоза бывают сухие и работающие в масле.

В тормозных системах автомобилей находят применение сухие дисковые и барабанные тормоза. Ленточные и дисковые тормоза, работающие в масле, применяются только в системах управления автоматическими коробками передач.

Ленточные тормоза подразделяются на четыре основных типа: простой, суммирующий, дифференциальный и плавающий (рис. 11.1).

Простой ленточный тормоз (рис. 11.1,а) представляет из себя тормозной барабан (шкив) 1, по наружному диаметру охватываемый стальной тормозной лентой 3 с закрепленной на ней фрикционной накладкой 2. Оба конца ленты имеют шарнирное крепление. Один конец стальной ленты закреплен на неподвижной опоре 4, а второй – на тормозном рычаге 5. Для предотвращения касания ленты о барабан в расторможенном состоянии устанавливают регулируемый упор 8 и оттяжную пружину 7. Иногда применяют несколько оттяжных пружин, располагаемых с разных сторон относительно тормозного барабана.

При повороте рычага 5 с помощью тормозной тяги 6 происходит затягивание ленты и торможение барабана 1. Необходимо отметить, что интенсивность торможения простого ленточного тормоза зависит от направления вращения тормозного барабана. При вращении тормозного барабана в сторону затяжки ленты (на схеме показано сплошной стрелкой) за счет сил трения между фрикционной накладкой 2 и тормозным барабаном 1 происходит самозатягивание ленты.

Величина затяжки ленты зависит от коэффициента трения в контакте ленты с барабаном. В результате, при небольшом усилии, передаваемом через тягу 6 к тормозному рычагу 5, обеспечивается высокая эффективность торможения. Таким образом, данный тормоз обладает серводействием. При изменении направления вращения тормозного барабана (на схеме показано пунктирной стрелкой) существенно уменьшается эффективность торможения. По этой причине простые ленточные тормоза получили очень ограниченное применение.

В суммирующем ленточном тормозе (рис. 11.1,б) оба конца тормозной ленты 9 с фрикционными накладками подвижные и крепятся к тормозному рычагу 5. В существующих конструкциях тормозов плечи *a* и *b* рычага 5 выбирают одинаковыми для того, чтобы тормозной

момент не зависит от направления вращения тормозного барабана 1. У данного ленточного тормоза отсутствует эффект серводействия и тормозной момент меньше, чем у простого ленточного тормоза при направлении затяжки ленты в сторону вращения тормозного барабана. Суммирующие ленточные тормоза, как и простые, получили очень ограниченное применение в тракторах.

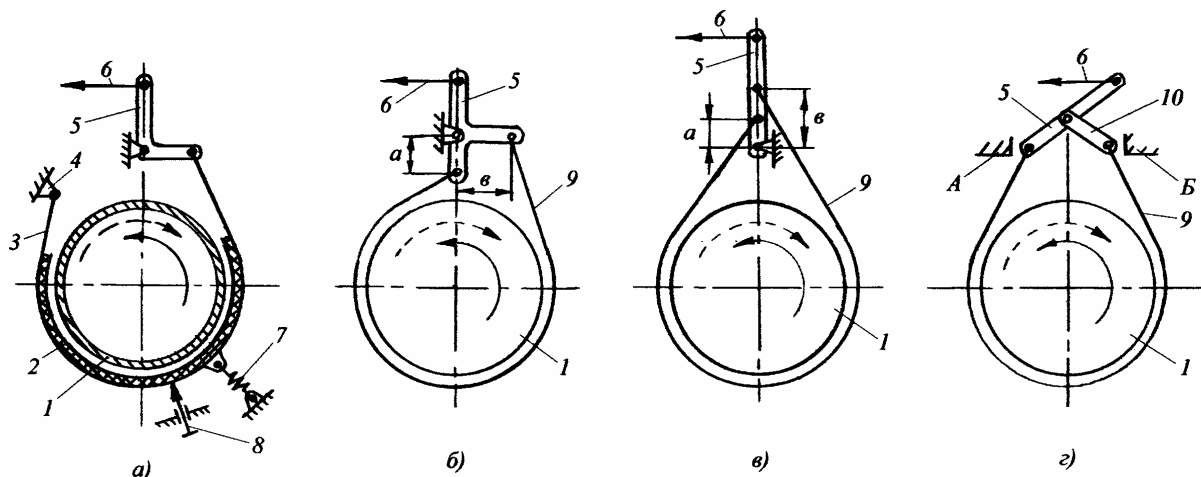


Рис. 11.1. Схемы ленточных тормозов:

a – простого; *б* – суммирующего; *в* – дифференциального; *г* – плавающего; 1 – тормозной барабан (шкив); 2 – фрикционная накладка; 3 – стальная тормозная лента; 4 – неподвижная опора; 5 – тормозной рычаг; 6 – тормозная тяга; 7 – оттяжная пружина тормозной ленты; 8 – регулируемый упор отвода ленты; 9 – тормозная стальная лента в сборе с фрикционной накладкой; 10 – соединительная планка

В дифференциальном ленточном тормозе (рис. 11.1, *в*) оба конца тормозной ленты 9 подвижны. При повороте тормозного рычага 5 один конец ленты 9 затягивается, а другой отпускается. Тормоз обладает высоким эффектом серводействия, что уменьшает усилие на тормозном рычаге 5, необходимое для получения заданного тормозного момента. Однако, этот эффект обеспечивается, если направление затяжки ленты совпадает с направлением вращения тормозного барабана (на схеме показано сплошной стрелкой), и при условии, что $a < b$. При вращении тормозного барабана в противоположную сторону (на схеме показано пунктирной стрелкой) тормозной момент резко снижается. По этой причине дифференциальные ленточные тормоза практически не применяются в тракторах.

Плавающие ленточные тормоза получили наиболее широкое применение в тракторах (рис. 11.1, *г*). На схеме один конец тормозной ленты 9 крепится к тормозному рычагу 5, а другой – к планке 10, шарнирно связанной с тормозным рычагом. При затягивании тормоза лента 9 вместе с рычагом 5 и планкой 10 за счет сил трения поворачивается относительно оси вращения барабана. В результате рычаг 5 упирается в неподвижный упор А и конец тормозной

ленты, закрепленный на рычаге, становится неподвижным, а второй остается подвижным. Тормоз работает с высокой эффективностью, как простой ленточный тормоз с серводействием. При изменении направления вращения тормозного барабана (на схеме показано штриховой стрелкой) соединительная планка 10 упирается в неподвижный упор Б. Конец тормозной ленты, закрепленный на планке 10, становится неподвижным, а конец ленты, закрепленный на рычаге 5, остается подвижным. Тормоз работает, как и в рассмотренном выше случае с высокой эффективностью, как простой ленточный с серводействием.

Регулировка ленточных тормозов в момент поставки новой тормозной ленты и по мере изнашивания ее накладок в эксплуатации заключается в регулировке:

общей длины тормозной ленты, так как при одном и том же ходе тормозной тяги по мере изнашивания накладок будет уменьшаться усилие на тормозном рычаге;

величины зазора между барабаном и лентой при выключенном тормозе.

Барабанные тормоза широко используются в колесных тракторах и автомобилях. Тормоза выполняются только сухими, по месту расположения – в колесах трактора и автомобиля или в трансмиссии, причем трансмиссионные тормоза в автомобилях используются, в основном, как стояночные. Принципиальные схемы барабанных тормозов представлены на рис. 11.2.

Барабанный тормоз с равными перемещениями колодок (рис. 11.2,а) состоит из тормозного барабана 1 и двух колодок 2, которые изнутри прижимаются к барабану разжимным кулаком 7. При приложении к тормозному рычагу б силы F тормозные колодки 2 под действием разжимного кулака 7 поворачиваются вокруг неподвижных осей 5 крепления колодок и прижимаются к внутренней поверхности тормозного барабана 1, затормаживая его. В расторможенном состоянии колодки 2 отводятся от тормозного барабана 1 отжимной пружиной 4.

Для регулировки зазора между барабаном и тормозными колодками с фрикционными накладками последние установлены на неподвижные оси 5 эксцентрикового типа. При повороте оси, тормозная колодка меняет свое положение относительно тормозного барабана. Форма профиля разжимного кулака 7 обеспечивает при включении тормоза равное перемещение левой и правой колодок. Следовательно, колодки с одинаковым усилием прижимаются к тормозному барабану, что обеспечивает их одинаковую интенсивность изнашивания в эксплуатации и независимость тормозного момента от направления

вращения тормозного барабана. При этом тормоз полностью уравновешен, так как он не создает радиальной силы на подшипники тормозного барабана.

Недостатком тормоза с равными перемещениями колодок является необходимость значительных приводных сил P' и P'' и сравнительно низкий КПД кулачкового привода (порядка 0,6...0,8). При этом $P' \neq P''$, что приводит к неравномерному изнашиванию разжимного кулака.

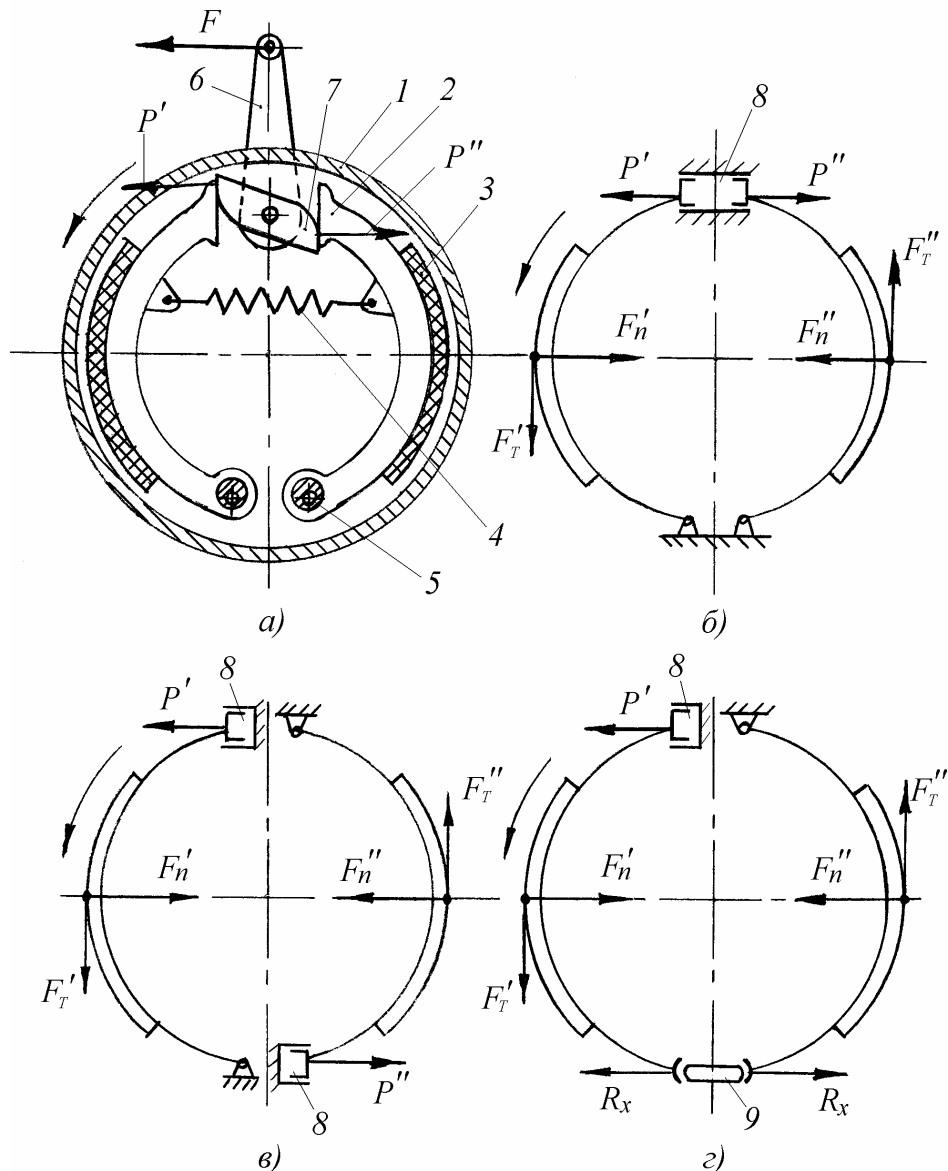


Рис. 11.2. Принципиальные схемы барабанных тормозов:

a – с равными перемещениями колодок; *б* – с равными приводными силами и односторонним расположением опор; *в* – с равными приводными силами и с разнесенными опорами; *з* – с большим сервоусилением; 1 – тормозной барабан; 2 – тормозная колодка; 3 – фрикционная накладка; 4 – отжимная пружина колодок; 5 – ось крепления тормозной колодки (эксцентрикового типа); 6 – тормозной рычаг; 7 – разжимной кулак; 8 – тормозной цилиндр; 9 – подвижный сухарик

Для уменьшения трения между разжимным кулаком и тормозной колодкой иногда устанавливают ролик, а в опорах кулака применяют подшипники скольжения, что повышает КПД приводного устройства до 0,75...0,9. На практике вследствие попадания грязи в опоры тормозного кулака и в оси, на которых вращаются ролики, КПД кулачкового приводного устройства не превышает 0,75.

Несмотря на указанные недостатки, барабанные тормоза с равными перемещениями колодок широко применяют в тракторах и автомобилях. В современных автомобилях чаще применяют механизмы с равными приводными силами.

Схема барабанного тормоза с равными приводными силами и односторонним расположением опор представлена на рис. 11.2,б. Приводное устройство тормозных колодок выполнено в виде двухстороннего гидравлического тормозного цилиндра δ , который обеспечивает равенство приводных сил P' и P'' . На схеме показаны силы, действующие на тормозные колодки и направление вращения тормозного барабана при движении вперед. Сила трения F_T' , действующая на левую колодку, поворачивает ее относительно нижней опоры и прижимает к тормозному барабану. Правая колодка под действием силы трения F_T'' , наоборот, стремится отжаться от тормозного барабана. В результате нормальные сила прижатия левой F_n' и правой F_n'' колодок различны. При этом $F_n' > F_n''$, что приводит к более интенсивному изнашиванию левой колодки тормоза и созданию радиальной нагрузки на опоры тормозного барабана. При этом тормозной момент левой колодки выше, чем правой.

В настоящее время принято колодку, прижимаемую за счет силы трения к тормозному барабану, называть активной, а отжимаемую от барабана - пассивной.

Таким образом, левая тормозная колодка является активной, а правая - пассивной.

При изменении направления вращения тормозного барабана на противоположное (задний ход) изменяются направления действия тормозных сил и левая колодка становится пассивной, а правая - активной. В таком тормозе величина тормозного момента не зависит от направления вращения тормозного барабана.

В современных конструкциях тормозов для выравнивания интенсивности изнашивания колодок очень часто фрикционные накладки колодки, располагаемой по ходу движения сзади, делают более короткими.

Схема барабанного тормоза с равными приводными силами ($P' = P''$) и разнесенными опорами колодок представлена на рис. 11.2,в. Здесь каждая тормозная колодка имеет свой привод, выполненный в виде гидравлического тормозного цилиндра 8. При движении вперед обе тормозные колодки являются активными, так как за счет сил трения прижимаются к тормозному барабану. Эффективность тормоза в данном случае торможения выше, чем у ранее рассмотренных схем колодочных тормозов. При движении задним ходом обе тормозные колодки становятся пассивными, что приводит к снижению эффективности тормоза примерно в 2 раза. Тормоз полностью уравновешен ($F_n' = F_n''$). Эта схема получила широкое применение в автомобилях для торможения передних колес. В тракторах такая схема не применяется.

Барабанный тормоз с большим сервоусилением (рис. 11.2,з) имеет общий привод двух тормозных колодок, выполненный в виде гидравлического тормозного цилиндра 8, действующего с силой P' на переднюю колодку по ходу движения машины (слева на схеме). На вторую тормозную колодку (справа на схеме) передается сила $R_x = F_n' - P' > P'$.

Передача силы от первой колодки на вторую осуществляется через подвижный сухарик 9, выполняющий одновременно функцию опор колодок и силопередающего устройства. Обе тормозные колодки при переднем ходе машины активны. В результате момент трения, создаваемый второй колодкой существенно больше, чем первой. Тормоз не уравновешен, так как $F_n'' > F_n'$. При заднем ходе машины обе колодки становятся пассивными и эффективность тормоза снижается примерно в 3 раза.

Из-за большой эффективности при переднем ходе, малой стабильности и большой неуравновешенности этот тормоз, вызывающий чрезмерно резкое торможение, в качестве колесного тормоза не применяется.

Регулировка барабанных тормозов необходима, так как в процессе эксплуатации фрикционные накладки и тормозной барабан изнашиваются, что влечет за собой увеличение зазора между ними в расторможенном состоянии. Увеличенный зазор приводит к запаздыванию срабатывания тормоза и увеличению ходов исполнительных элементов привода. Современные тормоза снабжаются устройствами для ручного и автоматического регулирования величины зазора между фрикционной накладкой и тормозным барабаном. Принцип действия этих устройств заключается в периодическом изменении положения расторможенной колодки.

При кулачковом разжимном устройстве (рис. 11.3,а) зазор между фрикционной накладкой и тормозным барабаном регулируют, как правило, вручную. Заводская (монтажная) регулировка, если она предусмотрена, осуществляется при сборке тормоза или при нарушении concentricity установки колодок. Регулировка осуществляется поворотом эксцентриковых пальцев, на которых шарнирно закреплены колодки. Эксплуатационная регулировка зазора осуществляется поворотом вала 1 с червяком 2, при этом поворачивается вал червячного колеса 3 с разжимным кулаком.

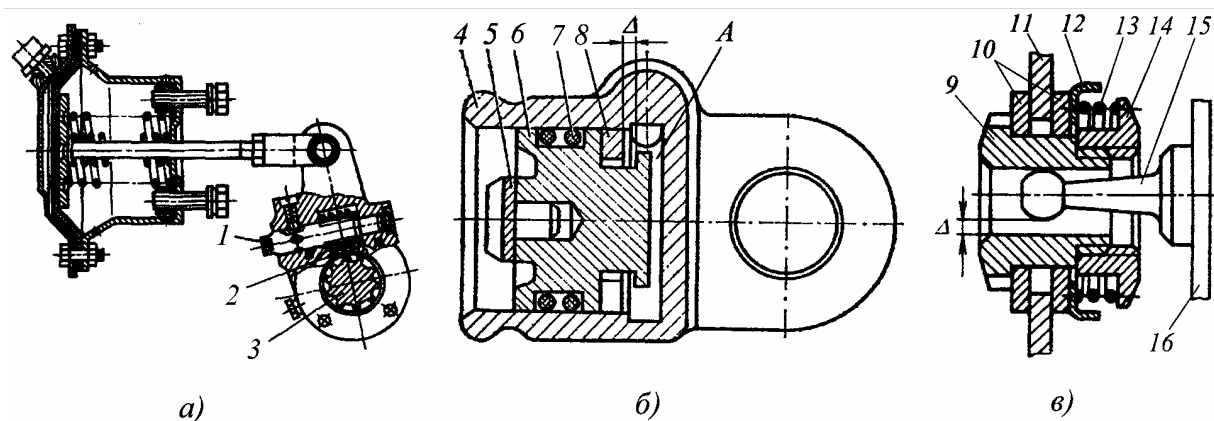


Рис. 11.3. Устройства регулировки зазора между фрикционной накладкой и тормозным барабаном:

1 – вал; 2 – червяк; 3 – червячное колесо; 4 – тормозной цилиндр; 5 – толкатель; 6 – поршень; 7 – уплотняющее кольцо; 8 – упругое разрезное кольцо; 9 – втулка; 10 – фрикционные шайбы; 11 – ребро тормозной колодки; 12 – опорная шайба пружины; 13 – нажимная пружина; 14 – гайка; 15 – ось; 16 – суппорт тормоза

В барабанных тормозах, где для привода колодок применяются гидравлические тормозные цилиндры, регулировка зазора между накладкой и тормозным барабаном осуществляется как вручную, так и автоматически. Для ручной регулировки используют эксцентрики, которые определяют положение колодок относительно тормозного барабана. Регулировочные эксцентрики обычно располагают в средней части колодки.

Принцип действия автоматических регуляторов основан на ограничении обратного хода тормозных колодок при выключении тормоза, если их рабочий ход из-за увеличившегося зазора между накладкой и тормозным барабаном оказался больше предусмотренной величины. Автоматические регуляторы встраивают в приводное устройство или устанавливают непосредственно на колодку.

Автоматически зазор часто регулируется упругим разрезным кольцом 8 (рис. 11.3,б), которое с натягом устанавливается в проточке поршня 6 тормозного цилиндра с осевым зазором Δ , соответствующим

щим зазору между фрикционной накладкой и тормозным барабаном. В расторможенном состоянии тормозная колодка отводится отжимной пружиной в положение, которое определяется упором поршня *б* в неподвижное упругое разрезное кольцо *8*. Усилие от тормозной колодки на поршень *б* передается через толкатель *5*.

В результате за счет осевого зазора Δ в проточке поршня *б* обеспечивается необходимый зазор между фрикционной накладкой и тормозным барабаном. По мере изнашивания накладки разрезное кольцо *8* при торможении, когда в полости *А* цилиндра создается избыточное давление, преодолевая трение в контакте с тормозным цилиндром *4* перемещается в новое положение. При выключении тормоза отжимная пружина колодок не сможет преодолеть трение в контакте упругого разрезного кольца *8* с цилиндром *4* и поршень *б* вместе с колодкой установится ближе к тормозному барабану. В результате зазор между фрикционной накладкой и барабаном останется прежним.

Конструкция автоматического регулятора зазора между фрикционной накладкой и тормозным барабаном, установленного на тормозную колодку (в средней части), представлена на рис. 11.3,в. Она состоит из фрикционных шайб *10*, сжимающих ребро тормозной колодки *11* под действием нажимной пружины *13*, а также вставленной с большим зазором в отверстие ребра колодки *8* резьбовой втулки *9* и оси *15*, которая приварена к суппорту *16* тормоза. Между осью *15* и втулкой *9* есть зазор Δ , равный зазору между фрикционной накладкой и тормозным барабаном.

При включении тормоза тормозная колодка относительно неподвижной оси *15* может перемещаться в пределах зазора Δ , обеспечивающего нормальную работу тормоза. В результате изнашивания фрикционных накладок ход колодки увеличивается и фрикционные шайбы *10* вместе с втулкой *9*, преодолевая силы трения, перемещаются относительно ребра *11* тормозной колодки. При выключении тормоза втулка *9* упирается в неподвижную ось *15*, но отжимная пружина колодок не может преодолеть силу трения в контакте фрикционных шайб *10* и ребра *11* тормозной колодки, что исключает возможность перемещения колодки относительно втулки. В результате колодка установится ближе к тормозному барабану, а зазор между фрикционной накладкой и тормозным барабаном останется постоянным и независимым от величины износа фрикционных накладок.

Дисковые тормоза широко используются как в колесных и гусеничных тракторах, так и в автомобилях. Тормоза бывают сухие и мокрые, а в зависимости от места расположения – в трансмиссии

трактора или в его колесах. В автомобилях в последнее время дисковые тормоза активно вытесняют барабанные. В автомобилях используются только сухие тормоза.

В современных тракторах применяются два типа дисковых тормозов: открытый однодисковый и закрытый, чаще всего двух или многодисковый.

Схема закрытого дискового тормоза с сервоусилением получившая широкое применение в тракторах, представлена на рис. 11.4. Тормоз представляет собой два тормозных диска 2 и 5 с фрикционными накладками, установленные на шлицах вращающегося тормозного вала 1 с возможностью передвижения в осевом направлении. Между ними находятся два нажимных диска 3 и 4, соединенные двумя серьгами 9 и тягой 10 с тормозной педалью. Между нажимными дисками в их лунках со скосами установлены разжимные шарики 7. Нажимные диски прижаты друг к другу пружинами 6. При нажатии на педаль тормоза тяга 10 через серьги 9 стремится повернуть нажимные диски 3 и 4 навстречу друг другу. В результате разжимные шарики 7 выкатываются из лунок и заставляют перемещаться нажимные диски 3 и 4 вдоль оси тормозного вала 1, прижимая тормозные диски 2 и 5 к неподвижным упорным дискам 8, соединенным с корпусом тормоза.

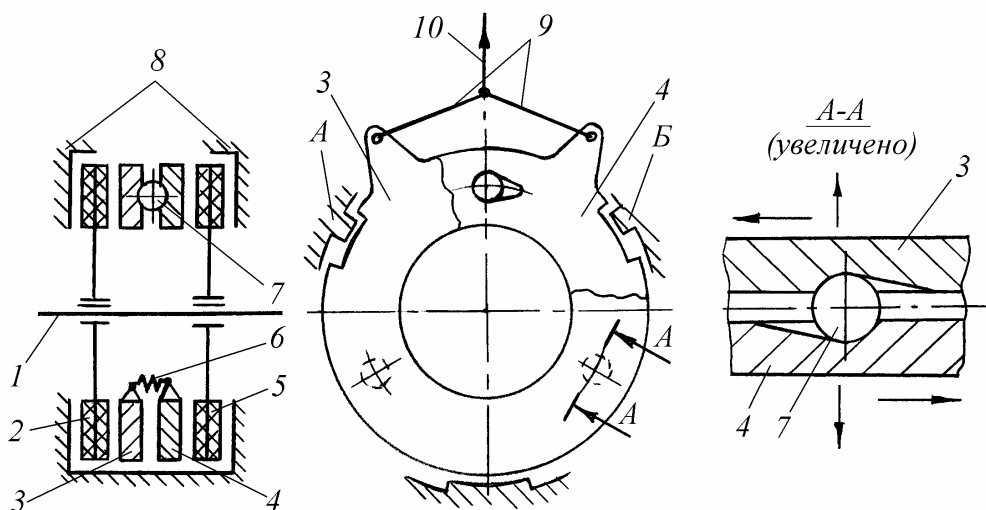


Рис. 11.4. Схема закрытого дискового тормоза с сервоусилением:

1 – тормозной вал; 2 и 5 – тормозные диски; 3 и 4 – нажимные диски; 6 – пружины; 7 – разжимные шарики; 8 – упорные диски; 9 – управляющие серьги; 10 – тяга

При возникновении начального момента трения тормозные диски проворачиваются в сторону вращения тормозного вала до ограничительного упора А или В. Если тормозной вал вращается против часовой стрелки, то в ограничительный упор А упирается диск 3, а диск 4 за счет силы трения продолжает свое движение, увеличивая момент

трения тормоза и останавливая тормозной вал *1*. Так обеспечивается эффект сервоусиления в тормозе. При вращении тормозного вала по часовой стрелке в ограничительный упор *Б* упирается тормозной диск *4*, а диск *3* за счет силы трения продолжает движение и увеличивает момент трения тормоза.

Рассмотренный тормоз полностью уравновешен, так как не нагружает подшипники тормозного вала. Кроме того, он при малом усилии на педали управления обеспечивает высокую эффективность торможения.

Регулировка необходимых зазоров между дисками в тормозе осуществляется изменением длины тормозной тяги *10*.

Дисковые тормоза открытого типа, выполняемые только сухими, получили широкое распространение в автомобилях, а в последние годы - в тракторах малых тяговых классов. Тормоз (рис. 11.5) состоит из тормозного диска *1*, двух тормозных колодок *2* с фрикционными накладками и тормозной скобы *3*, соединенной с неподвижным суппортом. Большая часть поверхности трения тормозного диска *1* открыта и при его вращении охлаждается воздухом. Это и определило название тормоза – дисковый тормоз открытого типа. Важнейшим элементом дискового тормоза является тормозная скоба *3*, несущая и направляющая тормозные колодки *2*. Дисковые тормоза открытого типа бывают с плавающей тормозной скобой (рис. 11.5,*а*) и с фиксированной (рис. 11.5,*б*).

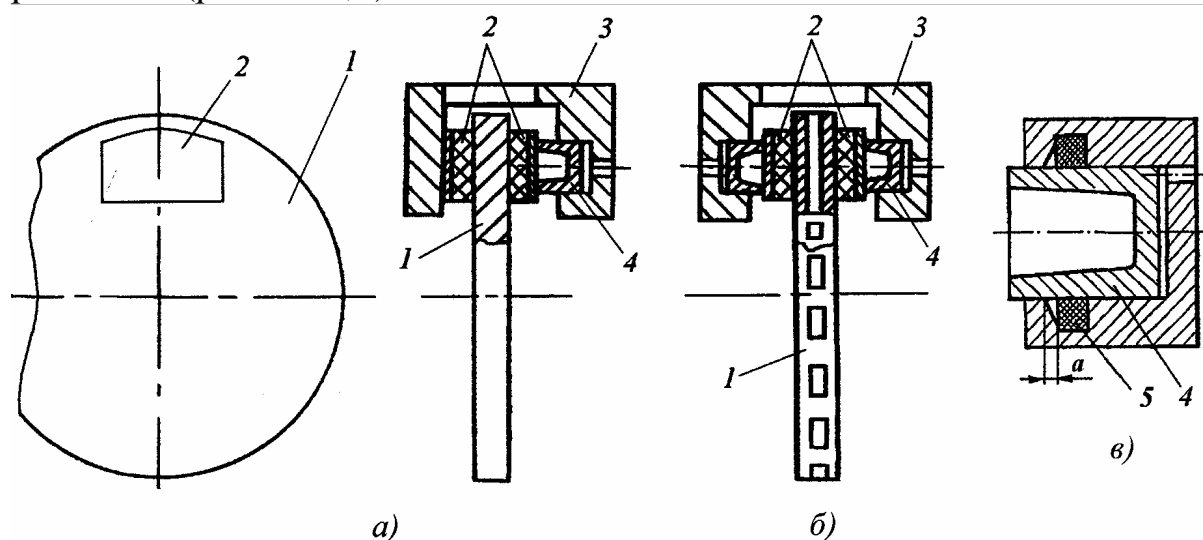


Рис. 11.5. Схемы дисковых тормозов открытого типа:

а – с плавающей тормозной скобой; *б* – с фиксированной тормозной скобой; *в* – механизм отвода поршня и автоматической регулировки зазора; *1* – тормозной диск; *2* – тормозные колодки; *3* – скоба; *4* – поршень; *5* – манжета

В дисковом тормозе с плавающей тормозной скобой (рис. 11.5,*а*) тормозной гидравлический цилиндр установлен в скобе с од-

ной стороны диска. При торможении поршень 4 прижимает к диску 1 одну из колодок 2. Возникающая при этом реактивная сила перемещает скобу по специальным направляющим суппорта в противоположном направлении и прижимает к диску вторую тормозную колодку. При этом она деформирует уплотнительную манжету 5 на величину a . При растормаживании силы, деформирующие манжету, исчезают, и она занимает положение, показанное на рис. 11.5,в. Таким образом, манжета играет роль возвратной пружины. Плавающая тормозная скоба имеет существенный недостаток: при изнашивании, загрязнении или коррозии направляющих возникает односторонний износ накладок тормозных колодок и диска.

В дисковом тормозе с фиксированной тормозной скобой (рис. 11.5,б) в скобе 3 оппозитно размещены поршни 4, прижимающие тормозные колодки 2 к диску 1 одновременно с двух сторон. Такая схема тормоза обеспечивает равномерность изнашивания фрикционных накладок тормозных колодок, имеет более жесткую конструкцию и поэтому применяется при необходимости обеспечения больших тормозных моментов.

Главными преимуществами дисковых тормозов открытого типа по сравнению с барабанными и ленточными являются высокая стабильность характеристик и хорошее охлаждение тормозного диска, а также малая инерционность вращающегося тормозного диска по сравнению с тормозным барабаном. Для улучшения охлаждения тормозного диска воздухом в нем выполняются вентиляционные каналы (рис. 11.5,б).

Однако дисковые тормоза открытого типа не уравновешены, так как создают радиальную нагрузку на опоры тормозного вала. Долговечность дисковых тормозов открытого типа меньше чем у ленточных и колодочных тормозов из-за более интенсивного изнашивания фрикционных накладок.

Регулировка зазора происходит автоматически (см. рис. 11.5,в). Внутренняя часть манжеты 5 обжимает с небольшим натягом поршень 4. При движении поршня влево внутренняя часть манжеты, увлекаемая силой трения, за счет упругой деформации, вместе с поршнем сместится влево на величину a . Размер a в данном случае равен зазору между колодкой и диском (при плавающей скобе a равняется двум зазорам). Если зазор между колодкой и диском превышает величину a , то после перемещения поршня на величину a начнется его скольжение относительно манжеты. При расторма-

живании манжета своей упругостью вернет поршень назад только на величину "а".

11.2. Тормозные приводы

Задачей тормозного привода, как было сказано, является передача энергии от источника к тормозным механизмам, ее распределение между ними и дозирование. Основными типами привода являются механический, гидравлический и пневматический.

Механический привод наиболее прост. Он не нуждается в преобразователе энергии, но КПД его невысок из-за трения в шарнирах и в оболочках тросов, что приводит к снижению приводного усилия в тормозных механизмах. Другим фактором, ограничивающим это усилие, является высокая упругая податливость элементов привода (рычагов, валов, тяг, тросов) под действием рабочих нагрузок. На компенсацию этой податливости приходится значительная часть хода органа управления, который ограничен анатомическими возможностями водителя. Это не позволяет делать механические приводы с большим передаточным числом. Из-за указанных недостатков в настоящее время механический привод применяется ограниченно и в основном в стояночных тормозных системах, благодаря одному неоспоримому своему преимуществу, а именно: способности сохранять заданное усилие практически неограниченно долго в отличие от гидравлических и, особенно, пневматических приводов, в которых давление рабочего тела постепенно снижается вследствие утечек.

В связи с этим в рабочих тормозных и запасных тормозных системах нашли широкое применение гидравлические и пневматические приводы.

Как сказано выше, в качестве запасной тормозной системы обычно используется часть рабочей тормозной системы, оставшаяся работоспособной. С этой целью привод рабочей тормозной системы обычно разбивают на два контура. Возможные схемы привода для двухосных автомобилей приведены на рис. 11.6.

Приведенный на рис. 11.6,а одноконтурный привод в настоящее время на автомобилях не применяется, поскольку обрыв в любом месте магистрали приводит к потере рабочего тела (тормозной жидкости или воздуха) и невозможности торможения.

Схемы двухконтурного привода показаны на рис. 11.6, б-д. Схема (рис. 11.6,б) применяется достаточно часто, однако, вследствие того, что передние тормоза значительно эффективнее задних, в случае выхода из строя переднего контура эффективность торможения будет менее 50%. Диагональная схема (рис. 11.6,в) нашла широкое приме-

нение в тормозных системах легковых автомобилей. В случае неисправности любого контура сохраняется 50%-ная эффективность торможения. Схема (рис. 11.6,з) при выходе из строя любого контура обеспечивает эффективность торможения более 50% по сравнению с исправным приводом. Полностью дублированная схема обеспечивает полную эффективность торможения при выходе из строя любого контура, но ввиду сложности конструкции применяется редко.

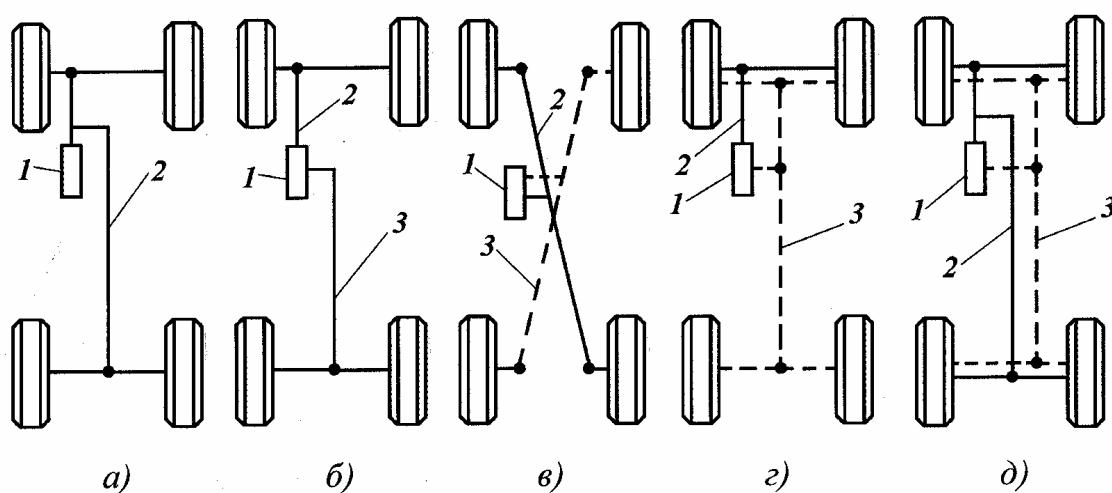


Рис. 11.6. Схема разделения привода на контуры:

а - одноконтурный; *б* - по осям; *в* - диагональное; *г* - по осям с дублированием привода к тормозам передней оси; *д* - полностью дублированный; 1 - главный тормозной цилиндр; 2 - первый контур; 3 - второй контур

Гидравлический привод позволяет просто, при помощи гибких шлангов, осуществлять подвод жидкости к имеющим значительные перемещения при работе подвески колесным тормозным механизмам. Гидравлический привод (рис. 11.7) включает главный тормозной цилиндр 3, трубопроводы 2 и 6 и рабочие цилиндры 1 и 6 соответственно передних и задних колес, приводящие в действие колодки.

Обычно, даже для небольших легковых автомобилей, в гидравлический привод включают вакуумный усилитель. Такой усилитель создает дополнительное давление жидкости за счет силы, образующейся вследствие наличия перепада давлений воздуха в атмосфере и во впускном тракте карбюраторного двигателя после дроссельной заслонки, либо создаваемого специальным вакуумным насосом.

Вакуумный усилитель 4 имеет следящий клапан 9 и диафрагму, разделяющую полости *А* и *Б*. В полости *Б* постоянно поддерживается разрежение (вакуум). Полость *А* в расторможенном состоянии посредством клапана 9 соединена с полостью *Б* или с атмосферой при торможении. При нажатии на тормозную педаль 5, усилие от нее пе-

редается на клапан 9, который размыкает полости *A* и *B*, а затем соединяет полость *A* с атмосферой. За счет разницы давлений в полостях *A* и *B* создается дополнительная сила, которая добавляется к усилию водителя, действующему на поршни 7 и 8, расположенные в главном тормозном цилиндре. Поршни создают давление в полостях заднего *B* и переднего *Г* контуров, которое по трубопроводам 2 и 6 передается в колесные (рабочие) цилиндры 1 и 10, обеспечивая затормаживание транспортного средства.

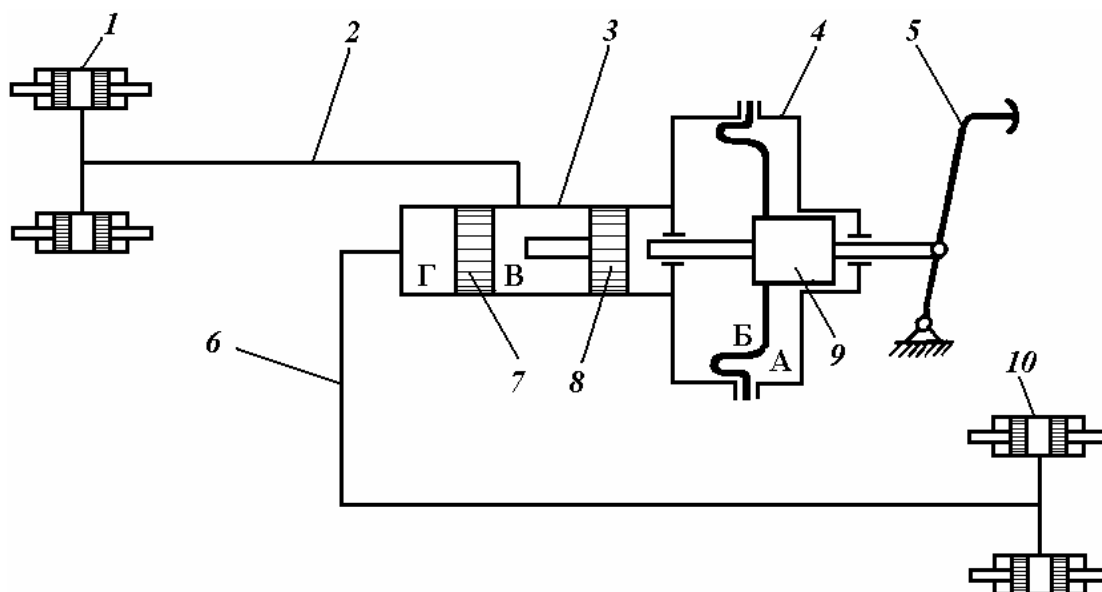


Рис. 11.7. Схема гидропривода с вакуумным усилителем:

1 – рабочий цилиндр передних колес; 2 и 6 – трубопроводы; 3 – главный тормозной цилиндр; 4 – вакуумный усилитель; 5 – тормозная педаль; 7 и 8 – поршни; 9 – следящий клапан; 10 – рабочий цилиндр задних колес

Как уже было рассмотрено выше, разделение гидравлического привода на контуры производится в главном тормозном цилиндре. На рис. 11.8 изображен главный тормозной цилиндр двухконтурного гидропривода тормозов. При нажатии на педаль связанный с ней шток воздействует на поршень 3 и через жидкость, находящуюся в полости *B*, на поршень 2. Поршни 2 и 3, перемещаясь по направлению к пробке 1, выбирая зазоры *Г* и смещая распорные кольца 4, перекрывают отверстия, связывающие полости контуров *A* и *B* с резервуаром, и вытесняют жидкость из этих полостей через трубопроводы в рабочие тормозные цилиндры колес. При растормаживании жидкость вытесняется из колесных цилиндров и вместе с пружинами 5 отводит поршни в первоначальное положение до упора в стопорные винты 6, образуемые при этом зазоры *Г* связывают полости контуров *A* и *B* с расширительным бачком, что способствует пополнению жидкости в контурах.

Основным недостатком гидравлических приводов является ограниченность приводных сил, действующих на колодки тормозного механизма. В приводах, не имеющих усилителей, величина приводных сил лимитируется физическими возможностями человека. Гидравлические приводы, снабженные усилителями, позволяют получить большие тормозные моменты. Выше говорилось, что основным типом усилителя является вакуумный усилитель. Такой усилитель создает дополнительное давление жидкости за счет силы, образующейся вследствие наличия перепада давлений воздуха в атмосфере и во впускном тракте карбюраторного двигателя после дроссельной заслонки, либо создаваемого специальным вакуумным насосом.

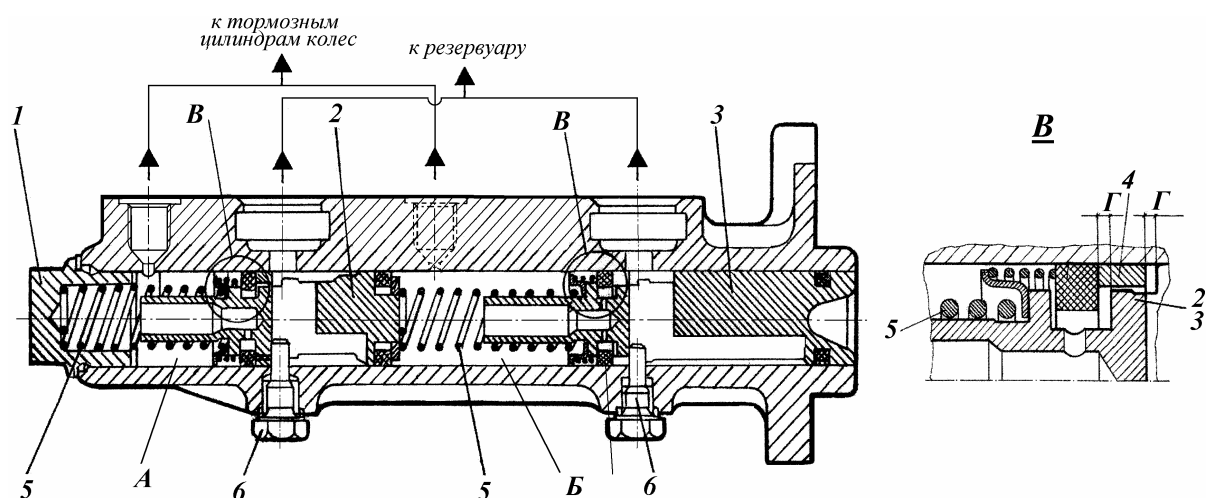


Рис. 11.8. Главный тормозной цилиндр:

1 – пробка; *2* и *3* – поршни; *4* – распорные кольца; *5* – пружины; *6* – стопорные винты

На рис. 11.9.*а* приведена конструкция, а на рис.11.9,*б-г* – схема работы вакуумного усилителя автомобилей ВАЗ. Корпус усилителя при помощи поршня *1*, соединенного с диафрагмой *2*, разделен на полости *A* и *B*. Полость *A* соединена с источником разрежения (впускной тракт карбюраторного двигателя или вакуумный насос). В расторможенном состоянии клапан *3* открыт и вакуумная полость *A* соединена с атмосферной полостью *B* через каналы *B* и *Г* (рис. 11.9.*б*), диафрагма находится в равновесном состоянии. При нажатии на педаль тормоза шток *4*, выбирая зазор *Д*, закрывает клапан *3* и разобщает полости *A* и *B*. При дальнейшем перемещении шток деформирует резиновый упругий элемент *5* и открывает доступ атмосферного воздуха в полость *B* (рис. 11.9.*в*). Усилие, полученное за счет разности давлений в полостях *A* и *B*, добавляется к усилию, создаваемому водителем, и на шток *6* действует суммарная сила. По мере поступления воздуха в полость *B* диафрагма прогибается и атмосферный канал перекрывается. Давление в полости *B* обеспечивает заданную водителем

эффективность торможения (рис. 11.9,з). При необходимости увеличить интенсивность торможения водитель может увеличить усилие на педаль и снова открыть атмосферный канал, обеспечивая поступление в полость *Б* дополнительной порции атмосферного воздуха.

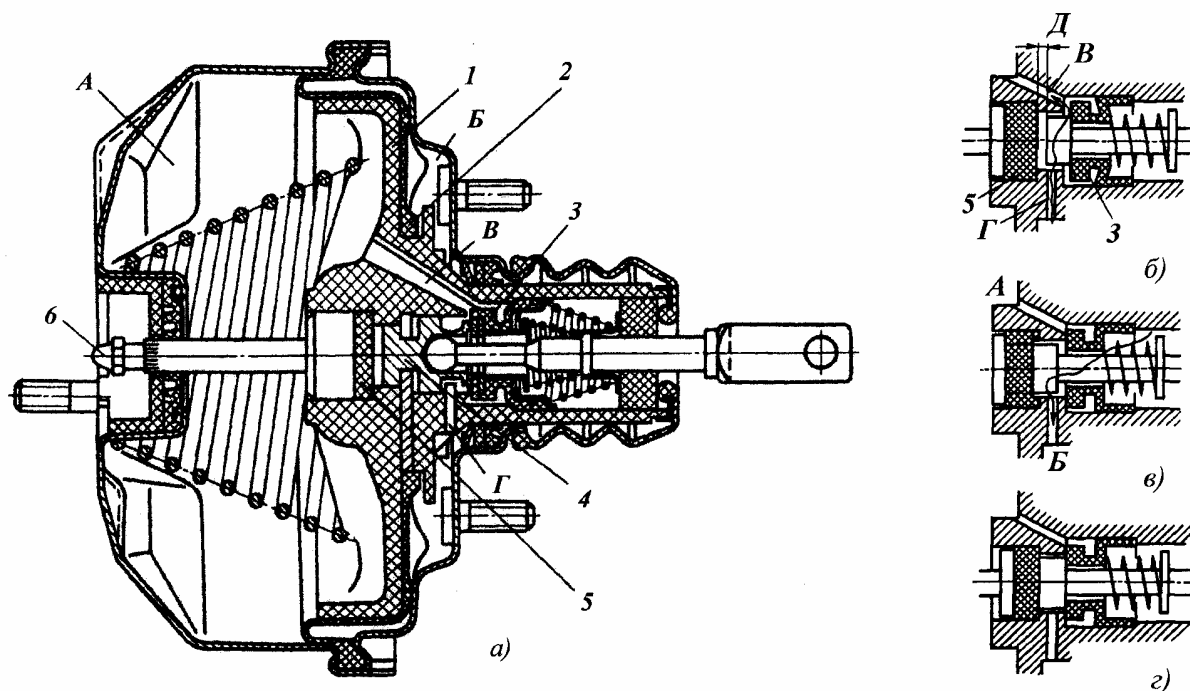


Рис. 11.9. Вакуумный усилитель:

1 – поршень; *2* – диафрагма; *3* – разобцительный клапан; *4* – шток; *5* – упругий элемент; *6* – шток привода поршня главного тормозного цилиндра

Величина перепада давлений невелика, примерно 0,05 МПа. Это требует применения для получения больших давлений жидкости увеличенного диаметра мембраны, воспринимающей перепад давлений, что, в свою очередь, влечет за собой увеличение размеров усилителя. Компонувочное же пространство, которое может быть отведено усилителю, в подкапотном пространстве современных автомобилей ограничено. Поэтому на автомобилях, имеющих большую полную массу, порядка 9 и более тонн, применяют п н е в м а т и ч е с к и й п р и в о д, который может создавать практически неограниченное приводное усилие, действующее на тормозные колодки. Здесь в качестве источника (аккумулятора) энергии используют воздушные баллоны со сжатым воздухом (ресиверы). Запас сжатого воздуха в ресиверах создается при помощи компрессора, приводимого в работу от двигателя. Функции управления потоками сжатого воздуха выполняет тормозной кран.

На рис. 11.10 показана схема пневматического привода тормозной системы. На схеме показана система в расторможенном состоя-

нии. Атмосферный клапан 5 связывает воздушную полость пневмокамеры 8 с атмосферой, воздушный клапан 6 закрыт, тем самым ресивер 7 разобщен с тормозными камерами. При нажатии на педаль полый шток 2 под действие пружины 1, установленной в поршне, перемещается, преодолевая сопротивление диафрагмы 3 и пружины 4, и седло клапана садится на клапан 5, разобщая тормозную камеру с атмосферой. При дальнейшем перемещении штока открывается клапан 6, связанный стержнем с клапаном 5, и сжатый воздух из ресивера поступает в пневмокамеру, приводящий в действие тормозные колодки 12.

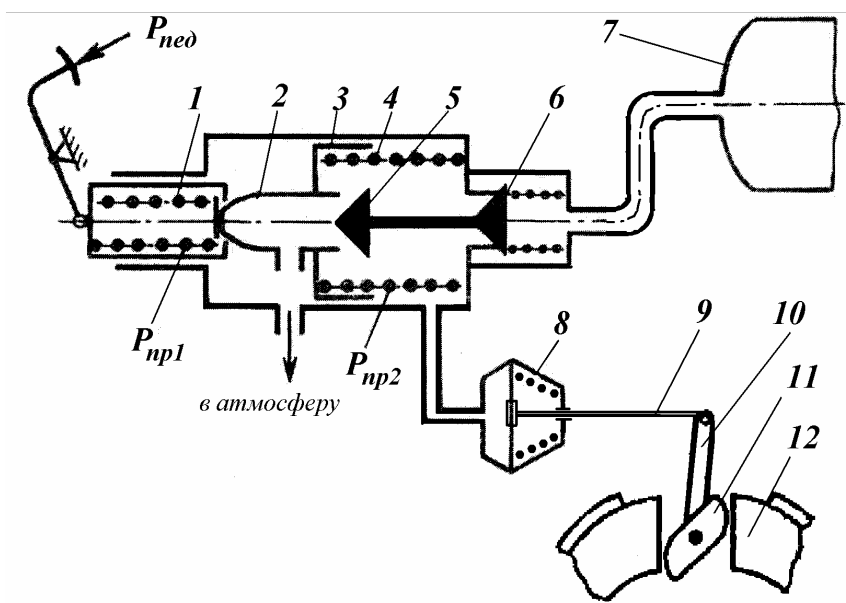


Рис. 11.10. Схема работы пневматического привода и тормозного крана:

1 – нажимная пружина; 2 – шток; 3 – диафрагма; 4 – пружина; 5 – атмосферный клапан; 6 – воздушный клапан; 7 – ресивер; 8 – пневмокамера; 9 – шток пневмокамеры; 10 – рычаг; 11 – разжимной кулак; 12 – тормозные колодки

При растормаживании педаль отпускается, кран отсоединяет тормозную магистраль от ресиверов и соединяет ее с атмосферой. Давление в магистрали снижается и колодки отходят от барабанов под действием стяжных пружин.

Конструкция тормозного крана, работа которого была описана выше, приведена на рис.11.11.

Конечными устройствами пневматического привода, приводящими в действие разжимные устройства тормозных колодок, являются тормозные камеры.

На рис 11.12 показаны конструкции тормозных камер, применяемых в тормозных системах современных тракторов и автомобилей. Обычно применяются тормозные камеры диафрагменного типа.

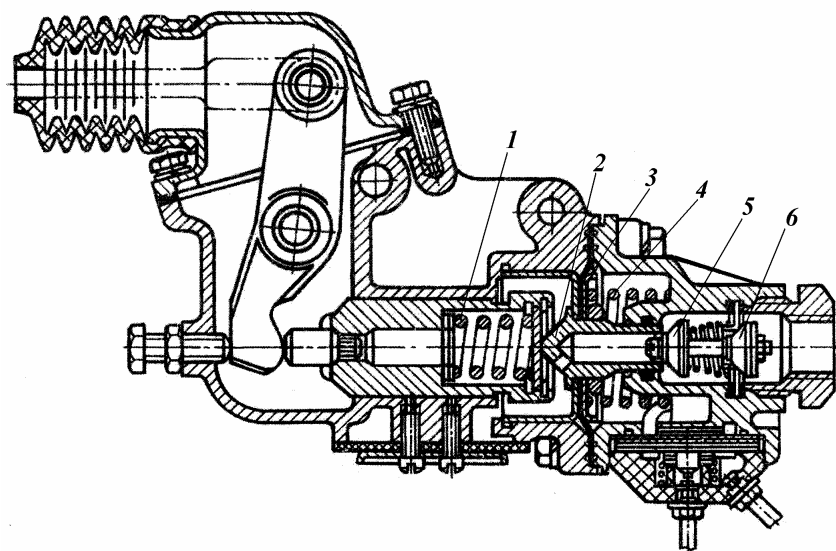


Рис. 11.11. Односекционный тормозной кран:

1 – нажимная пружина; *2* – шток; *3* – диафрагма; *4* – пружина; *5* – атмосферный клапан; *6* – воздушный клапан

В конструкции, приведенной на рис. 11.12,*а*, диафрагма *1* зажата между корпусом и крышкой. Диафрагма в центральной своей части опирается на опорный диск *2*, шарнирно закрепленный на штоке *4*. В корпусе камеры шток удерживается направляющим кольцом *5*. В исходное положение шток возвращается витой конической пружиной *3*. На наружном резьбовом конце штока закреплена вилка *7*, соединяющая шток с регулировочным рычагом. Регулировка длины штока осуществляется резьбовым соединением вилки и штока и фиксируется контргайкой *6*. К штуцеру *8* подсоединяется трубопровод рабочей тормозной системы. В процессе торможения сжатый воздух подается в трубопровод рабочих тормозов и через штуцер *8* попадает в полость тормозной камеры между крышкой и диафрагмой. При подаче в камеру сжатого воздуха диафрагма *1* прогибается, опорный диск *2* перемещает шток *4*, который, как указывалось выше, воздействует на регулировочный рычаг разжимного механизма. При растормаживании воздух вы из тормозной камеры ходит через штуцер *8*, колодки возвращаются в исходное состояние своими стяжными пружинами, диафрагма *1* возвращается в исходное состояние вместе со штоком *4* с помощью возвратной пружины *3*.

В некоторых конструкциях пневматических приводов тормозов для включения стояночного или запасного тормоза используется пружинный аккумулятор. Конструктивно пружинные аккумуляторы объединяются с тормозными камерами задних тормозов.

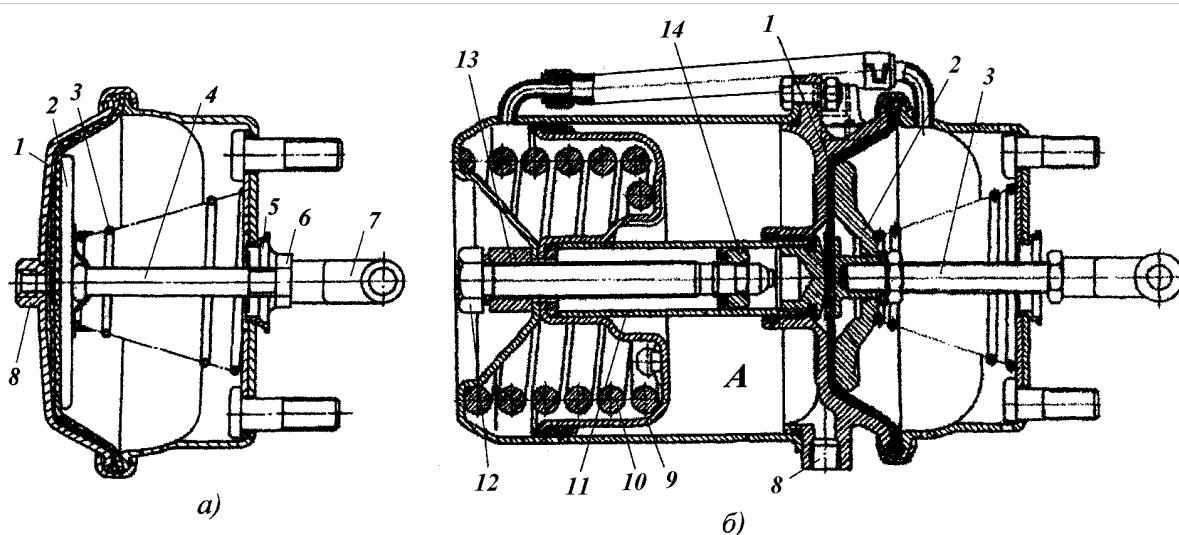


Рис. 11.12. Тормозные камеры:

1 – диафрагма; 2 – опорный диск; 3 – пружина; 4 – шток; 5 – направляющее кольцо; 6 – контргайка; 7 – вилка; 8 – штуцер; 9 – поршень; 10 – силовая пружина; 11 – толкатель; 12 – винт аварийного растормаживания; 13 – упорная гайка; 14 – упорный подшипник

Конструкция тормозной камеры с пружинным аккумулятором показана на рис. 11.12,б. Устройство и принцип работы собственно тормозной камеры не отличается от работы одинарной тормозной камеры. При торможении рабочими тормозами сжатый воздух через штуцер 8 подается в полость тормозной камеры. При движении автомобиля и при торможении рабочими тормозами в полость *A* пружинного аккумулятора постоянно подается сжатый воздух через штуцер 8. Сжатый воздух, воздействуя на поршень 9, сжимает силовую пружину 10, исключая воздействие толкателя 11 на диафрагму 1 и опорный диск 2.

При включении стояночного тормоза сжатый воздух выпускается из полости под поршнем 9. Поршень под действием силовой пружины 10 движется вправо и перемещает толкатель 11, который через подпятник воздействует на диафрагму 1, опорный диск 2 и шток 4 тормозной камеры.

Конструкция тормозной камеры обеспечивает торможение автомобиля и в стояночном режиме. Очевидно, что стояночный тормоз с пружинным аккумулятором автоматически затормозит автомобиль при падении давления в пневмосистеме привода рабочих тормозов.

При необходимости буксирования автомобиля с неисправной рабочей тормозной системой возникает проблема выключения стояночных тормозов. Это достигается с помощью специального винта 12 аварийного растормаживания. Винт ввернут в упорную гайку 13. На конце винта аварийного растормаживания установлен упорный под-

шипник 14. При аварийном растормаживании водитель ключом вращает головку винта 12 аварийного растормаживания. Винт, выворачиваясь из гайки 13, воздействует на поршень 9, сжимая силовую пружину 10 аккумулятора и снимая усилие со штока 4.

Несмотря на то, что пневматический привод обеспечивает высокое приводное усилие, он не лишен серьезных недостатков, к которым следует отнести большее время срабатывания (оно составляет 0,5 ... 1,5 с), большую массу и стоимость.

11.3. Регуляторы тормозных сил

При торможении автомобиля представляет опасность опережающая блокировка (юз) задних колес, при которой не вращающееся колесо скользит по опорной поверхности. При этом колесо не имеет возможности воспринимать боковые нагрузки, поэтому автомобиль теряет боковую устойчивость, что приводит к прогрессирующему заносу автомобиля. Поэтому в приводе управления тормозами автомобилей устанавливаются регуляторы тормозных сил, которые изменяют в нужной пропорции соотношение давлений жидкости в рабочих цилиндрах передних и задних тормозных механизмов.

Одна из наиболее известных конструкций регулятора тормозных сил, используемая в гидравлическом приводе тормозов, показана на рис. 11.13. Корпус 3 регулятора жестко закреплен на несущем основании (кузове) автомобиля и трубопроводом 7 соединен с главным тормозным цилиндром. Давление в этом трубопроводе равняется давлению p_1 в переднем контуре тормозного привода. Другой трубопровод 6 соединяет регулятор с тормозными цилиндрами задних колес. Внутри регулятора находится дифференциальный поршень 5.

Нижний конец стебля поршня через рычаг с упругим элементом (торсионом) 1 взаимодействует с задней подвеской автомобиля, например, с балкой моста. Помимо поршня 5 регулятор содержит уплотнение 4, поджимаемое к заплочикам корпуса или втулке пружины 2.

В расторможенном состоянии силой F , действующей со стороны торсиона 1, и силой пружины 2 поршень 5 удерживается в верхнем положении, в результате полости A и B сообщаются, а давления в них равны ($p_1 = p_2$). Такое положение поршня характерно и для торможения с небольшой интенсивностью, когда небольшое увеличение давления не может разобщить полости A и B (линия $0 - b$ на рис. 11.13,б).

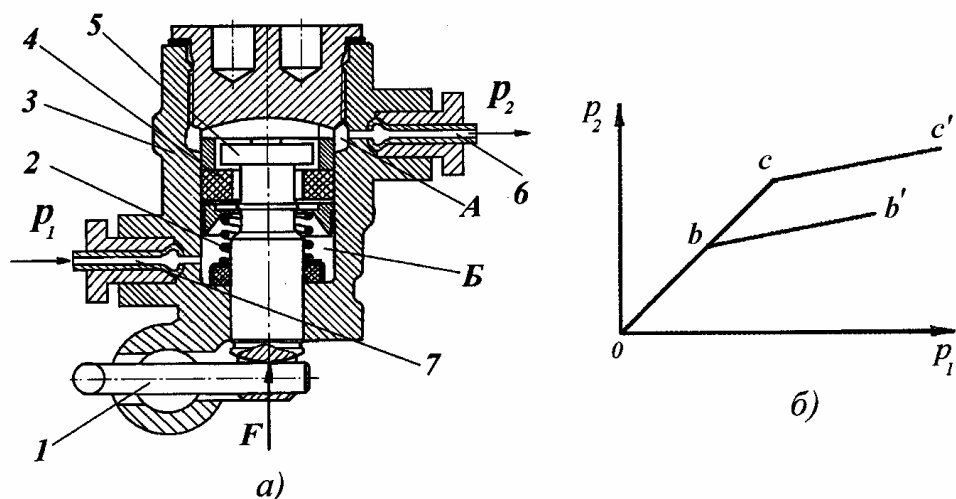


Рис. 11.13. Регулятор тормозных сил (а) и его статическая характеристика (б):

1 – торсион; 2 – пружина; 3 – корпус; 4 – уплотнительное кольцо; 5 – поршень; 6 – трубопровод к задним тормозам; 7 – трубопровод от главного тормозного цилиндра

Соотношение давлений в приводах передних и задних колес проиллюстрировано графиком статической характеристики регулятора, приведенным на рис. 11.13,б. При увеличении интенсивности торможения давление в полости B , связанной с главным тормозным цилиндром, увеличивается, увеличивается и разность усилий, действующих на поршень сверху и снизу, поскольку давление p_2 , воздействует на площадь круга, а давление p_1 – на площадь кольца, образуемого диаметрами поршня и стебля поршня. В результате, когда давление в приводе достигает порогового значения (точка b на графике), поршень перемещается вниз, преодолевая силу F и усилие пружины, и разобщает полости A и B , а, следовательно, и контуры передних и задних колес. Давление в контуре задних колес снижается по сравнению с контуром передних колес, что находит отражение на графике (линия $0 - b - b'$). В результате давление p_2 в приводе задних колес растет менее интенсивно, чем передних p_1 .

Величина порогового давления возрастает в зависимости от величины силы F , т.е. от нагрузки на задний мост (линия $0 - c - c'$).

Таким образом, регулятор изменяет соотношение между давлениями в приводе передних и задних тормозов в зависимости от величины загрузки автомобиля, но делает это не идеально. Во-первых, плавное регулирование соотношения давлений заменяется регулированием по ломаной линии. Во-вторых, в качестве критерия загрузки автомобиля используется прогиб задней подвески, но при нелинейной характеристике упругости подвески ее прогиб не является линейной функцией загрузки автомобиля. В-третьих, на прогиб подвески под

действием загрузки автомобиля накладывается прогиб подвески из-за так называемого клевка автомобиля при торможении.

Несмотря на это, подобные регуляторы тормозных сил обеспечивают вполне удовлетворительный эффект и повсеместно применяются для распределения тормозных сил между передним и задним колесами автомобиля.

Принцип ограничения давления в приводе к задним тормозам широко применяется также и в случае пневматического привода тормозов.

11.4. Антиблокировочные системы

К отмеченным недостаткам регуляторов тормозных сил необходимо добавить их неспособность реагировать на изменение величины коэффициента сцепления колеса с дорогой. Кроме очевидной зависимости коэффициента сцепления от качества и состояния дорожного покрытия его величина при постоянных свойствах покрытия зависит еще и от величины скольжения в контакте колеса с дорогой, а также от скорости движения машины.

В связи с этим в современных автомобилях часто применяются антиблокировочные системы (АБС), исключающих возможность блокировки вращения колес при любых усилиях водителя на тормозной педали и любых условиях движения.

11.5. Тормоза-замедлители

Фрикционные тормозные механизмы из-за перегрева не способны рассеивать кинетическую энергию автомобиля непрерывно в течение длительного периода времени. Поэтому рабочая, запасная и стояночная системы малоэффективны, например, при движении автомобиля на длинном спуске. Поэтому на некоторых типах автомобилей для поддержания безопасной скорости на длинных спусках приходится применять вспомогательные тормоза-замедлители, обычно гидравлические или электрические. Часто вместо этих устройств используют двигатель, работающий в режиме принудительного холостого хода (моторный тормоз). Режимом принудительного холостого хода называют такой режим работы двигателя, при котором его вал принудительно вращается трансмиссией за счет вращения ведущих колес при движении автомобиля по инерции. При этом передача в коробке передач включена, сцепление включено, подача топлива в систему питания двигателя уменьшается или прекращается. Для искусственного увеличения насосных потерь в двигателе специальной за-

слонкой почти полностью перекрывают выхлопную трубу, что заметно увеличивает тормозной момент.

Гидравлические замедлители обычно применяются в тех случаях, когда на транспортном средстве применяется гидромеханическая трансмиссия. На выходном валу коробки передач размещается ротор с лопастями. Для этого ротора предусмотрена полость, которая при необходимости может заполняться жидкостью. В зависимости от степени заполнения обеспечивается различная эффективность торможения.

Электрический замедлитель имеет роторную часть, состоящую из вала и двух дисков. Вал обычно является частью трансмиссии. Статорная часть тормоза выполняется в виде нескольких электромагнитных катушек. При включении тока возбуждения вокруг катушек создается магнитное поле. Движение дисков в магнитном поле приводит к возникновению в них вихревых токов (токов Фуко), которые, в свою очередь, возбуждают собственное магнитное поле. Взаимодействие двух магнитных полей порождает тормозной момент. Электрический тормоз-замедлитель удобно регулируется на расстоянии, не требует обслуживания, ему не нужна специальная система охлаждения. Его недостатками являются большая масса, значительное потребление электроэнергии, а также большой момент инерции, проявляющийся отрицательно при разгоне и торможении автомобиля рабочей тормозной системой.

Гидравлический и электрический тормоза имеют высокую и примерно одинаковую эффективность, а моторный тормоз способен создать достаточно большой тормозной момент лишь при наличии выхлопной заслонки и только при включении низших передач. Несмотря на невысокую эффективность моторный тормоз применяется гораздо шире других ввиду своей простоты и дешевизны.

11.6. Стояночный тормоз

Элементами стояночной тормозной системы обычно являются «штатные» колесные тормозные механизмы или тормозной механизм, установленный в трансмиссии.

Для приведения в действие стояночной системы нельзя использовать жидкость или сжатый воздух, поскольку из-за утечек они не могут поддерживать приводное усилие достаточно долго. Вследствие этого в стояночных тормозных системах часто используется механический привод. В случае использования пневмопривода для рабочей тормозной системы тормозной механизм включается пружиной, а выключается силой давления рабочего воздуха, как это было показано в

подразделе 11.2. Реализуется такой способ применением пневмокамер с пружинным энергоаккумулятором (рис. 11.12,б).

11.7. Уход за тормозным управлением

Уход за тормозным управлением состоит в проверке и регулировке необходимого зазора в тормозных механизмах и элементах привода (если не предусмотрена автоматическая регулировка) в выключенном положении. Порядок проведения этих операций описан в инструкции по техническому обслуживанию. В сухих тормозах наиболее опасным дефектом является замасливание поверхностей трения, которое устраняется их промывкой. Изношенные фрикционные накладки заменяются новыми. В дисковых тормозах открытого типа производится замена тормозной колодки в сборе.

В мокрых дисковых тормозах фрикционные тормозные диски изнашиваются очень мало. Поэтому их замена в эксплуатации осуществляется очень редко.

В случае гидравлического привода необходимо контролировать уровень тормозной жидкости в бачке, а также в случае необходимости устранять возможные утечки жидкости и воздух из гидравлической системы. Через определенный срок, определяемый в инструкции по эксплуатации, необходимо заменять тормозную жидкость.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначено тормозная система? 2. Конструктивные схемы ленточных тормозов, их сравнительные характеристики и область применения. 3. Конструктивные схемы барабанных (колодочных) тормозов, их сравнительные характеристики и область применения. 4. Преимущества и недостатки дисковых тормозов открытого и закрытого типа. 5. Принцип автоматической регулировки зазора в дисковых тормозах. 6. Для чего нужен и принцип работы гидровакуумного усилителя тормозов? 7. Назначение и принцип работы регулятора тормозных сил. 8. Назначение и возможные принципы работы вспомогательных тормозных систем.

Раздел V. РАБОЧЕЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Рабочее и вспомогательное оборудование служит в основном для выполнения трактором или автомобилем работ с использованием тяги на крюке, передачи части мощности их двигателя для привода рабочих органов буксируемых машин-орудий, или всей мощности двигателя для стационарной работы МТА. При этом *под рабочим оборудованием* обычно подразумевают агрегаты постоянно установленные на тракторе или автомобиле - гидравлическая навесная система трактора, тягово-сцепные устройства, кузова, различные ВОМ или коробки отбора мощности, а *под вспомогательным оборудованием* - агрегаты, дополнительно устанавливаемые на тракторе или автомобиле для выполнения отдельных работ, - пневмоприводы к тормозным механизмам прицепа, приводные шкивы и т.п.

Гидравлическая навесная система (гидронавесная система) - самостоятельная часть рабочего оборудования трактора, позволяющая более рационально размещать разнообразные машины-орудия непосредственно на тракторе и управлять ими с рабочего места тракториста. Она состоит из подъемного устройства (механизма навески) и гидравлической системы (гидравлических механизмов), позволяющей автоматизировать регулирование технологического процесса работы МТА.

Глава 12. РАБОЧЕЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

К рабочему оборудованию трактора относят гидронавесную систему, тягово-сцепные устройства, валы отбора мощности, а к рабочему оборудованию автомобиля – грузовые кузова, тягово-сцепные устройства и коробки отбора мощности.

К рабочему оборудованию могут быть отнесены лебедки, гидроманипуляторы, трелевочные щиты, ковши (тракторы-погрузчики), гидравлические выходы, электрические выходы и др.

12. 1. Гидравлическая навесная система

Виды агрегатирования. МТА образуется при соединении с трактором различной сельскохозяйственной или промышленной техники. Образование МТА носит название “агрегатирование” и может осуществляться разными способами.

Прицепное агрегатирование - наиболее старый способ. Связь между трактором и прицепной машиной осуществляется в одной точке, условно называемой “крюком”. Прицепной МТА обладает большими габаритами, плохой маневренностью и другими отрицательными свойствами.

Навесное агрегатирование позволяет образовать компактный высокоманевренный МТА, состоящий из рабочей машины, и трактора, оборудованного дополнительными механизмами позволяющими:

- управлять всем МТА с рабочего места тракториста;
- приводить в движение рабочие органы навешенной на трактор машины через специальный привод;
- легко переводить МТА из транспортного положения в рабочее и обратно;
- догружать ведущие колеса трактора, улучшая их сцепные свойства;
- обеспечивать легкость и простоту соединения с трактором различной техники.

Для соединения сельскохозяйственных или промышленных машин с трактором служит гидравлическая навесная система (гидронавесная система), позволяющая трактористу управлять подсоединенной машиной с рабочего места. В зависимости от способа агрегатирования МТА могут быть прицепные, навесные, полунавесные и комбинированные. В последнем случае несколько машин разными способами присоединяются к трактору.

Достоинства навесных машин проявляются в том, что они позволяют повысить на 5...30% производительность МТА и снизить на 10...15% расход топлива по сравнению с аналогичными прицепными машинами.

Все современные колесные и гусеничные трактора сельскохозяйственного назначения и большинство тракторов промышленного назначения приспособлены для работы не только с прицепной, но и с навесной техникой. В отличие от навесной техники, прицепная располагается только сзади трактора и всегда движется в тяговом режиме. Навесная техника может располагаться на тракторе в различных местах и двигаться как в тяговом, так и в толкаемом режимах.

Различаются следующие варианты навески (место расположения) на тракторе.

Задняя навеска – машина навешивается на тракторе так, что она располагается сзади вне базы трактора. Этот вид навески применяется у сельскохозяйственных тракторов для агрегатирования

с большинством почвообрабатывающих машин сплошной обработки почвы, с посевными, посадочными, некоторыми уборочными машинами, с рыхлителями у промышленных тракторов и во многих других случаях.

Фронтальная навеска – машина располагается перед трактором – осуществляется с помощью универсального фронтального навесного устройства трактора, либо специального навесного устройства, придаваемого к навесной машине.

Боковая навеска осуществляется, когда машина располагается сбоку трактора (если машина одна, то обычно с правой стороны, так как эта зона особенно хорошо просматривается трактористом) и соединяется с трактором через специальный механизм, придаваемый к сельскохозяйственной машине. В сельском хозяйстве боковую навеску используют для навешивания однобрусных косилок и некоторой другой техники.

Секционная (эшелонированная) навеска представляет комбинацию нескольких вариантов навесок: фронтальной и боковой; задней и боковой; фронтальной и задней. Она используется при работе с широкозахватными машинами (культиваторами, сеялками, сенокосилками и др.), когда расположить их в одном варианте навески невозможно.

Гидравлическая навесная система состоит из подъемно-навесного устройства (механизм навески) и гидросистемы.

Подъемно-навесные устройства - механизмы навески служат для соединения с трактором различных сельскохозяйственных или промышленных машин навесного типа.

Универсальное подъемно-навесное устройство является принадлежностью трактора и позволяет присоединять к трактору большое количество самых различных машин и орудий. С этой целью эти устройства стандартизированы и разделены на четыре категории в соответствии с категорией трактора и мощностью передаваемой через ВОМ.

Соединение с трактором навесной машины или орудия через универсальный трехточечный механизм навески достаточно просто и быстро. Однако для фиксации шаровых шарниров присоединительного треугольника механизма навески с рамой машины (орудия) приходится применять ручные операции. Этот недостаток отсутствует у механизма навески с автоматической сцепкой.

Задние универсальные трехточечные механизмы навески применяют для всех тракторов тяговых классов 0,6; 0,9; 1,4; 2, а механизмы навески трехточечные с возможностью их перенастройки на двух-

точечные - для тракторов тяговых классов 3; 4; 5; 6; 8. В этом случае нижние тяги подсоединяются к трактору не в двух разнесенных точках, а в одной общей (посредине), либо в двух максимально сближенных. При такой наладке кинематика относительного движения трактора и машины в навесном варианте идентична кинематике в прицепном варианте.

Двухточечная настройка обычно применяется при агрегатировании гусеничных тракторов с плугами, что позволяет таким агрегатом совершать криволинейное движение с заглубленными рабочими органами без поломок и повреждений, а трехточечная - при агрегатировании трактора с широкозахватными машинами или орудиями, так как она обеспечивает устойчивый их ход относительно трактора в горизонтальной плоскости.

Для повышения эксплуатационных качеств некоторые тракторы оснащаются не только задним, но и фронтальным универсальным механизмом навески. Чаще всего это универсально-пропашные тракторы, которые при такой комплектации смогут выполнять пропашные работы с совмещением операций: одна операция выполняется машиной (орудием) во фронтальной навеске, а вторая - другой машиной в задней навеске.

Некоторые из машин-орудий не могут агрегатироваться с трактором через универсальные подъемно-навесные устройства и требуют иных средств агрегатирования. В этом случае применяют специальные способы навески, зависящие от конструкции машины и наличия на тракторе соответствующих мест для крепления. Одним из таких мест является подмоторная рама трактора, на которой с этой целью выполнен ряд крепежных отверстий. Специальный механизм навески машины-орудия является принадлежностью этой машины-орудия, и позволяет навешиваться ей только на определенную модель трактора. Такая навеска носит название индивидуальной.

Заднее навесное устройство предназначено для присоединения к трактору навесных и полунавесных сельскохозяйственных машин, регулировки их рабочего положения, подъема в транспортное и опускания в рабочее положения. Навесные машины присоединяют к трактору в трех точках задних шарниров нижних и верхней тяг.

Типичной конструкцией заднего механизма навески является конструкция трактора МТЗ-100/102 (рис. 12.1). Гидроцилиндр 2 соединен с литой крышкой 3 заднего моста через ось 1. В проушинах крышки установлен поворотный вал 7, на шлицах которого закреплен поворотный рычаг 6 с помощью пальца 22. На шлицах

вала 7 установлены наружные рычаги 8 и 14, соединенные раскосами 23 и 24 с нижними тягами 10 и 16.

Длина левого раскоса 24 (расстояние между осями верхнего и нижнего пальцев) должна быть 515 мм. Поперечное положение навешенной машины регулируется правым телескопическим резьбовым раскосом 23, длина которого меняется путем вращения рукоятки 26, связанной через шестеренную передачу с вращающейся резьбовой втулкой.

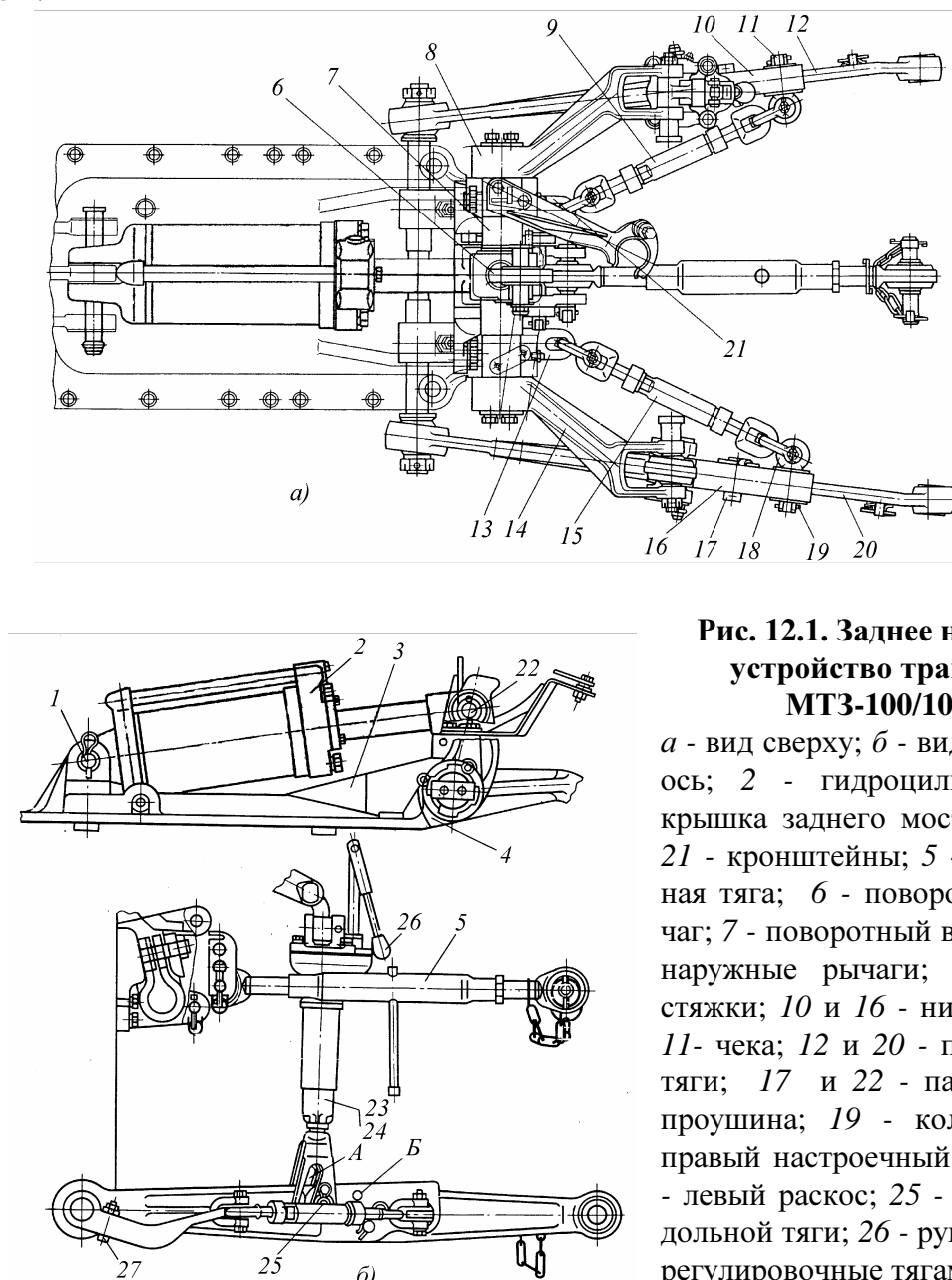


Рис. 12.1. Заднее навесное устройство трактора МТЗ-100/102:

а - вид сверху; *б* - вид сбоку; 1 - ось; 2 - гидроцилиндр; 3 - крышка заднего моста; 4, 13 и 21 - кронштейны; 5 - центральная тяга; 6 - поворотный рычаг; 7 - поворотный вал; 8 и 14 - наружные рычаги; 9 и 15 - стяжки; 10 и 16 - нижние тяги; 11 - чека; 12 и 20 - продольные тяги; 17 и 22 - пальцы; 18 - проушина; 19 - кольцо; 23 - правый настроечный раскос; 24 - левый раскос; 25 - палец продольной тяги; 26 - рукоятка; 27 - регулировочные тягами 10 и 16.

Нижние тяги составные, имеют выдвижные задние концы 12 и 20, соединяемые пальцами 17 с тягами 10 и 16, которые передними шарнирами закреплены на поперечной горизонтальной оси.

Верхняя тяга 5 регулируемой длины состоит из двух наконечников с шаровыми шарнирами и центральной резьбовой муфты, вра-

щаемой вставленным в нее воротком. Передним концом тяга 5 крепится к одному из трех отверстий кронштейна датчика силового регулятора с помощью пальца и запорной чеки. Перестановка тяги приводит к изменению величины заглубляющего момента (при работе с плугом), что влияет на догрузку ведущих колес трактора.

При агрегатировании трактора с широкозахватными машинами нижние тяги 10 и 16 соединяются с раскосами 23 и 24 через продольные пазы А, что позволяет машине иметь необходимый вертикальный свободный ход для лучшего копирования рельефа.

С целью ограничения поперечного смещения навешенной машины в рабочем или транспортном положениях нижние тяги связываются с остовом трактора регулируемыми стяжками 9 и 15 через кронштейны 13 и 21, установленными на оси продольных тяг. В кронштейны 13 и 21 ввернуты регулировочные болты 27, которые, упираясь в корпус заднего моста трактора, обеспечивают натяжение стяжек при подъеме машины в транспортное положение.

Устройства быстросоединяющие – автосцепки. Процесс соединения трактора с навесной машиной требует ручного труда тракториста и выхода его из кабины трактора. С увеличением энергонасыщенности тракторов возрастает вес агрегируемых с ним машин. Поэтому дальнейшее совершенствование навесных устройств тракторов направлено на упрощение процессов соединения и разъединения их с подсоединяемой техникой и по возможности без выхода тракториста из кабины.

Устройства, обеспечивающие автоматическое сцепление механизма навески трактора с навесной машиной носят название - автоматические сцепные устройства (автосцепки).

Широко используемая автосцепка, показанная на рис. 12.2, состоит из двух самостоятельных частей: рамки 1, навешиваемой на трактор, и замка 5, являющегося принадлежностью сельскохозяйственного орудия. Рамка 1 сцепного устройства присоединяется в трех точках к навесному устройству трактора и представляет собой равнобедренный треугольник. В нижней части рамки имеются съемные пальцы 3 для ее соединения с нижними продольными тягами навесного устройства, а в верхней части - проушины 2 для соединения с центральной тягой. Рамка выполнена из трубы прямоугольного сечения. В верхней части рамки расположен запирающий механизм в виде подпружиненной защелки (собачки) 4 с рычагом 6.

Замок 5 имеет форму, как и рамка 1, равнобедренного треугольника. В верхней части замка смонтирован упор 8 защелки.

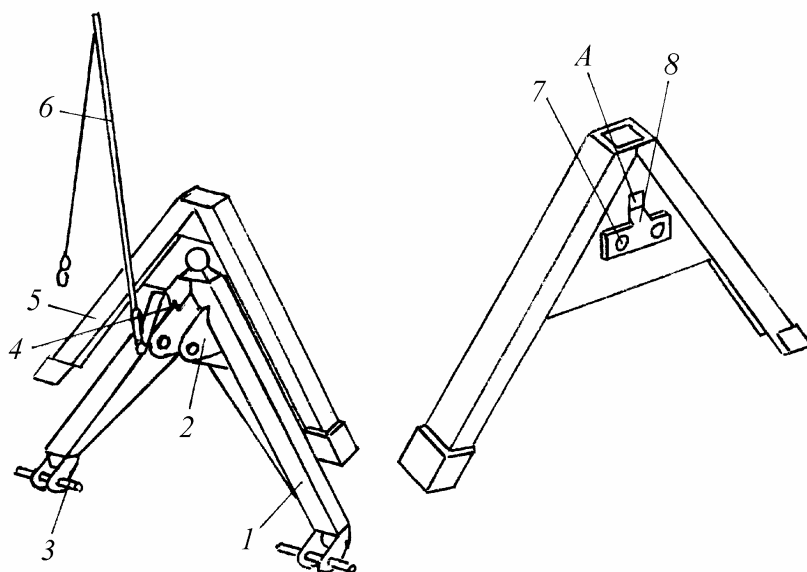


Рис. 12.2. Автоматическая сцепка:

1 – рамка; *2* – проушина; *3* – палец; *4* – собачка; *5* – замок; *6* – рычаг; *7* - эксцентрик; *8* – упор защелки

Для навешивания машины навесное устройство вместе с рамкой *1* опускают вниз и, подавая трактор назад, совмещают рамку с замком, поднимают навесное устройство и рамку *1* вводят в полость замка *5*. При этом собачка *4* рамки входит в паз *A* замка. Плотность соединения рамки и замка обеспечивается установкой минимального зазора между упором замка и носком собачки с помощью эксцентриков *7*.

Для исключения самопроизвольного отсоединения сельскохозяйственной машины от трактора в процессе работы защелка *4* зафиксирована пружинным шплинтом (на рис. не показан). Для отсоединения машины удаляют шплинт, поворотом рычага *6* выводят защелку из паза замка, опускают навесное устройство и рамку *1* выводят из замка *5*.

Раздельноагрегатная гидросистема (гидросистема) служит для трансформации и передачи энергии тракторного двигателя к различным исполнительным звеньям с целью:

- управления навесной машиной;
- управления прицепной машиной через установленные на ней гидроцилиндры;
- привода в движение рабочих органов навесных или прицепных машин через гидравлическую систему отбора мощности трактора;
- выполнения автосцепки с навесными и прицепными машинами;

- изменения и автоматического поддержания выбранной глубины почвообработки;
- корректировки вертикальной реакции почвы на движитель трактора;
- выполнения вспомогательных операций по обслуживанию трактора (изменение базы, изменение колеи, подъем остова и т.п.).

В настоящее время широко применяется гидросистема раздельноагрегатного типа.

Унифицированная раздельноагрегатная гидравлическая навесная система тракторов (рис. 12.3) включает: насос 1 с приводом и механизмом включения; распределитель 5 золотникового типа с механизмом управления; масляный бак 2 с фильтром 3; основной гидроцилиндр 8; выносные гидроцилиндры; стальные трубопроводы 4 и эластичные рукава 6; запорные и быстро-соединяемые муфты 7; проходные штуцера; замедлительный клапан и уплотнительные устройства.

Гидросистемы некоторых тракторов имеют гидроувеличитель сцепного веса с гидроаккумулятором, силовой регулятор или систему автоматического регулирования глубины обработки почвы (САРГ), гидросистему отбора мощности (ГСОМ).

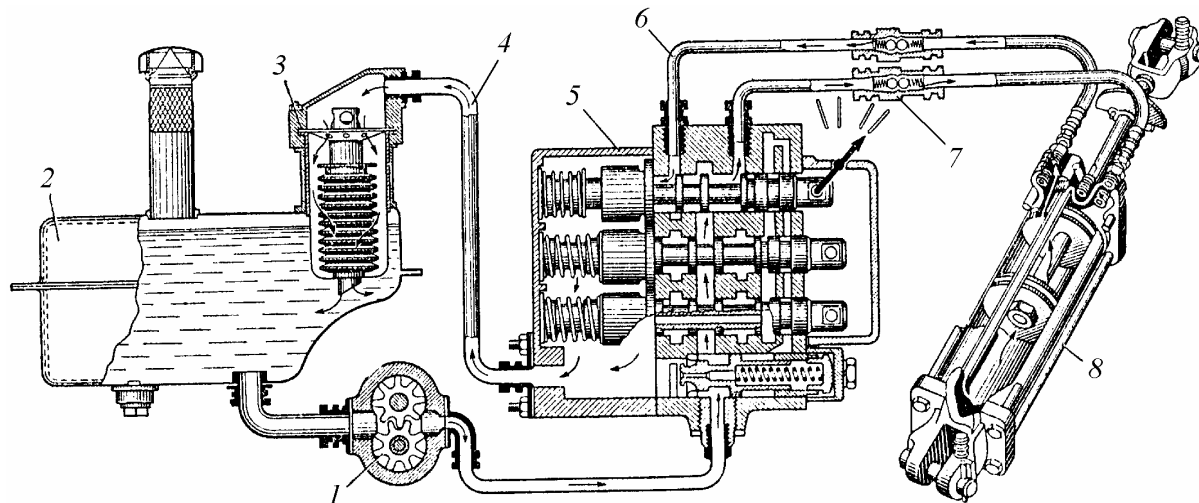


Рис. 20.3. Схема раздельноагрегатной гидравлической навесной системы:
 1 - насос; 2 - масляный бак; 3 - фильтр; 4 - стальной трубопровод; 5 - распределитель;
 6 - эластичный рукав; 7 - быстро-соединяемая муфта; 8 - гидроцилиндр

Гидросистема построена так, чтобы обеспечить максимально широкую работу исполнительного звена - гидроцилиндра двухстороннего действия (или нескольких гидроцилиндров с независимым управлением).

Гидроцилиндр может иметь четыре основных состояния: движение поршня в одну сторону; движение поршня в другую сторону;

фиксация поршня путем перекрытия маслу входа и выхода из гидроцилиндра; возможность свободного перемещения поршня в обе стороны от внешнего усилия за счет соединения обеих полостей гидроцилиндра между собой и со сливной магистралью. Распределитель, в который от насоса поступает поток масла под давлением, обеспечивает один из четырех вариантов работы гидроцилиндра. В этом случае распределитель имеет один золотник с осевым перемещением в одну из четырех позиций.

Для предохранения гидросистемы от чрезмерного повышения давления распределитель оснащается предохранительным клапаном отрегулированным на давление не выше 20,5 МПа.

Гидронасос является наиболее ответственным элементом гидросистемы. От него в большой мере зависит эффективность работы гидропривода. Наибольшее распространение получили шестеренные насосы типа *НШ* одно- или двухсекционные. В тяжелых сельскохозяйственных и промышленных тракторах применяют так же аксиально-поршневые насосы как регулируемого, так и нерегулируемого типов.

Насос забирает масло через всасывающую магистраль из бака, емкость которого должна составлять 0,5...0,8 минутной производительности насоса. Очистка масла выполняется сетчатым фильтром или фильтром со сменным фильтровальным элементом, обеспечивающим удаление посторонних частиц размером от 25 мкм для жидкости, подаваемой от шестеренных насосов и распределителей с механическим управлением, и от 10 мкм для поршневых насосов и электрогидравлических распределителей.

Рассмотрим конкретные типовые конструкции узлов гидросистемы.

Г и д р о н а с о с ы . Каждая модель насоса имеет определенное буквенно-цифровое обозначение, характеризующее его технические данные.

Так, обозначение *НШ-32-У-2Л* расшифровывается так:

НШ – насос шестеренный;

32 – объем рабочей жидкости в см³, вытесняемый из насоса за один оборот вала (теоретическая подача);

У – унифицированная конструкция;

2 – группа исполнения, характеризующая номинальное давление нагнетания насоса: *2* – 14 МПа; *3* – 16 МПа; *4* – 20 МПа;

Л – левое направление вращения привода насоса. Если насос правого направления вращения, то соответствующей буквы в обозначении нет.

Рассмотрим конструкцию шестеренного гидронасоса и его привода. На тракторах МТЗ 100/102 применен насос *НШ-32-3* правого вращения (рис. 12.4.). Нагнетание масла в насосе осуществляется при помощи ведущей 2 и ведомой 3 шестерен, расположенных между подшипниковой 1 и поджимной 5 обоймами и платиками 4. Подшипниковая обойма 1 служит единой опорой для цапф шестерен. Поджимная обойма 5 под давлением масла в полости манжеты (на рис. не показана, расположена в зоне нагнетательного отверстия) поджимается к наружной поверхности зубьев шестерен, обеспечивая требуемый зазор между зубьями и уплотняющей поверхностью обоймы.

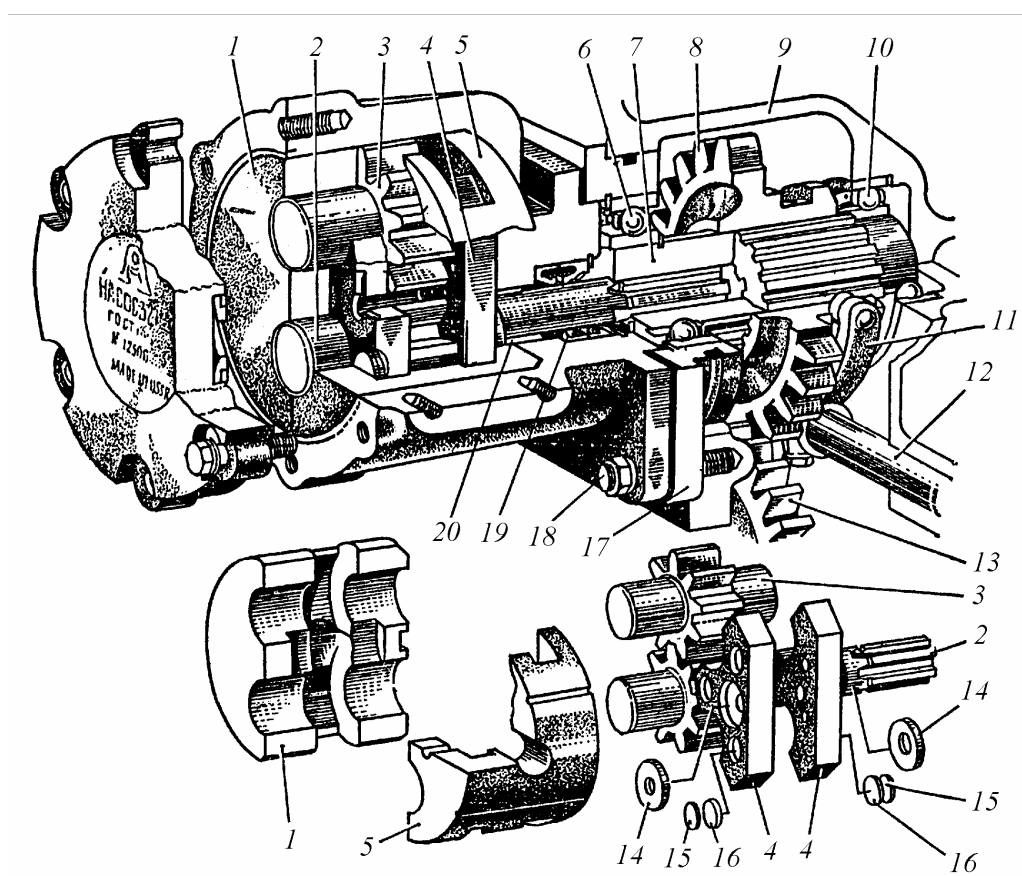


Рис. 12.4. Масляный насос НШ-32-3:

1 - подшипниковая обойма; 2 - ведущая шестерня; 3 - ведомая шестерня; 4 - пластик; 5 - поджимная обойма; 6, 10 - шарикоподшипники; 7 - вал; 8 - шестерня; 9 - корпус; 11 - вилка; 12 - валик управления; 13 - промежуточная шестерня; 14 - манжета; 15 - шайба; 16 - манжета; 17 - стакан подшипника; 18 - шпилька; 19 - манжета; 20 - втулка центрирующая

Пластики 4 под давлением масла в полости торцовых манжет 16 и 14 поджимаются к шестерням 2 и 3, уплотняя их по боковым поверхностям в зоне высокого давления. Вал ведущей шестерни 2 в корпусе уплотняется двумя манжетами 19. Центрирование ведущего вала шестерни 2 относительно установочного бурта корпуса обеспе-

чивается втулкой 20. Разъем корпуса с крышкой уплотняется с помощью резинового кольца круглого сечения.

Насос закреплен четырьмя шпильками 18 на корпусе 9 гидроагрегатов через стакан 17, в котором он центрируется посадочным пояском корпуса. Шлицевой хвостовик ведущей шестерни 2 насоса входит во внутренние шлицы вала 7, установленного на подшипниках 6 и 10.

При работающем двигателе вращение через шестерни привода независимого ВОМ и промежуточную шестерню 13 передается на шестерню 8 (при включенном положении), которая через шлицы передает вращение валу 7 и ведущей шестерне 2.

Шестерня 8 перемещается ручным механизмом управления через валик 12 с закрепленной на нем вилкой 11 и может фиксироваться ручкой управления в двух позициях: включенный привод, когда шестерня 8 находится в зацеплении с шестерней 13; выключенный привод - шестерня 8 выводится из зацепления с шестерней 13. Включение или выключение привода насоса выполняется при неработающем двигателе в зависимости от потребности в гидроприводе при работе МТА.

Распределители тракторной навесной гидросистемы служат для распределения потока рабочей жидкости между потребителями, для автоматического переключения системы на режим холостого хода (перепуск рабочей жидкости в бак) в периоды, когда все потребители отключены, и для ограничения давления в гидросистеме при перегрузках.

На сельскохозяйственных тракторах наибольшее распространение получили моноблочные трехзолотниковые четырехпозиционные распределители с ручным управлением. На промышленных тракторах применяются моноблочные одно-, двух- или трехзолотниковые, и, обычно, трехпозиционные распределители с ручным и дистанционным управлением.

Тракторные распределители имеют буквенно-цифровое обозначение типа *P75-33P* (трактор МТЗ-80), *P80-23P* (трактор МТЗ-100), *P75-B3* (трактор ДТ-75М). Здесь буква *P* - означает распределитель; две первые цифры при букве - максимальную производительность насоса, л/мин, с которым распределитель может работать; остальные цифры и буквы - конструктивный вариант распределителя.

Типовой трехзолотниковый четырехпозиционный распределитель представлен на рис. 12.5.

В корпусе 1 с каналами 2 устанавливаются золотники 3, перепускной 7 и предохранительный клапан 11. К корпусу привернуты две

крышки. В верхней крышке 4 шарнирно укреплены рукоятки для управления золотниками. В нижней крышке 10 имеется полость для слива масла в бак. К распределителю по трубопроводу подводится масло от насоса. От распределителя по шести трубопроводам масло может поступать в поршневую и штоковую полости гидроцилиндров.

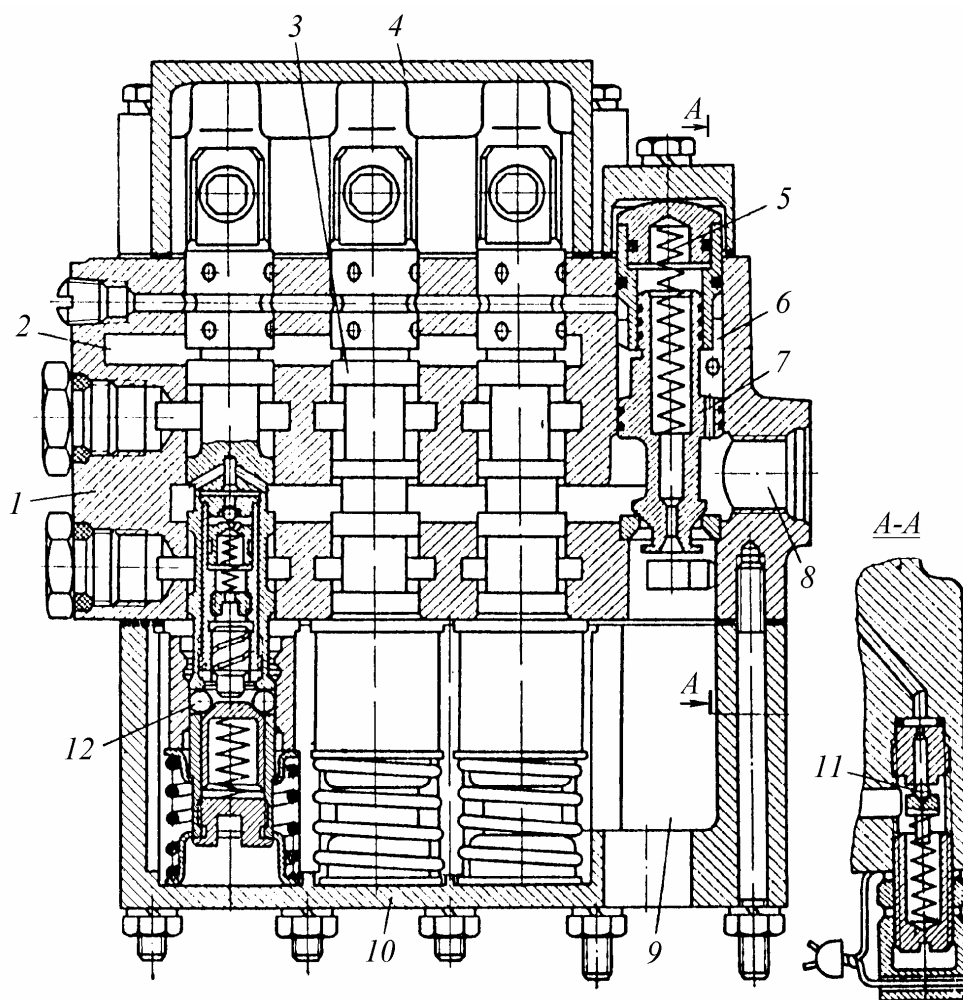


Рис. 12.5. Трехзолотниковый четырехпозиционный распределитель:

1 – корпус; 2, 6, 8 – каналы; 3 – золотник; 4 – верхняя крышка; 5 – пружина; 7 - перепускной клапан; 9 – сливная полость; 10 – нижняя крышка; 11 – предохранительный клапан; 12 – шариковый фиксатор

Перепускной клапан 7 закрывает отверстие, которое соединяет нагнетательный канал 8 со сливной полостью 9. Клапан прижимается к седлу пружиной 5.

Предохранительный клапан 11 сообщен каналом 6 с полостью над перепускным клапаном. При чрезмерном повышении давления в системе клапан 11 открывается и соединяет эту полость с полостью слива.

Схема действия распределителя при различных режимах работы представлена на рис. 12.6.

Если орудие находится в транспортном положении и золотник установлен в нейтральном положении (рис. 12.6,*а*), то масло по калиброванному отверстию 2 перепускного клапана 4 поступает в отводный канал 9 и далее в сливную полость 6 и масляный бак. Ввиду дросселирующего действия калиброванного отверстия 2 перепускной клапан отходит от седла 5 и масло поступает параллельно основному потоку через клапан в сливную полость.

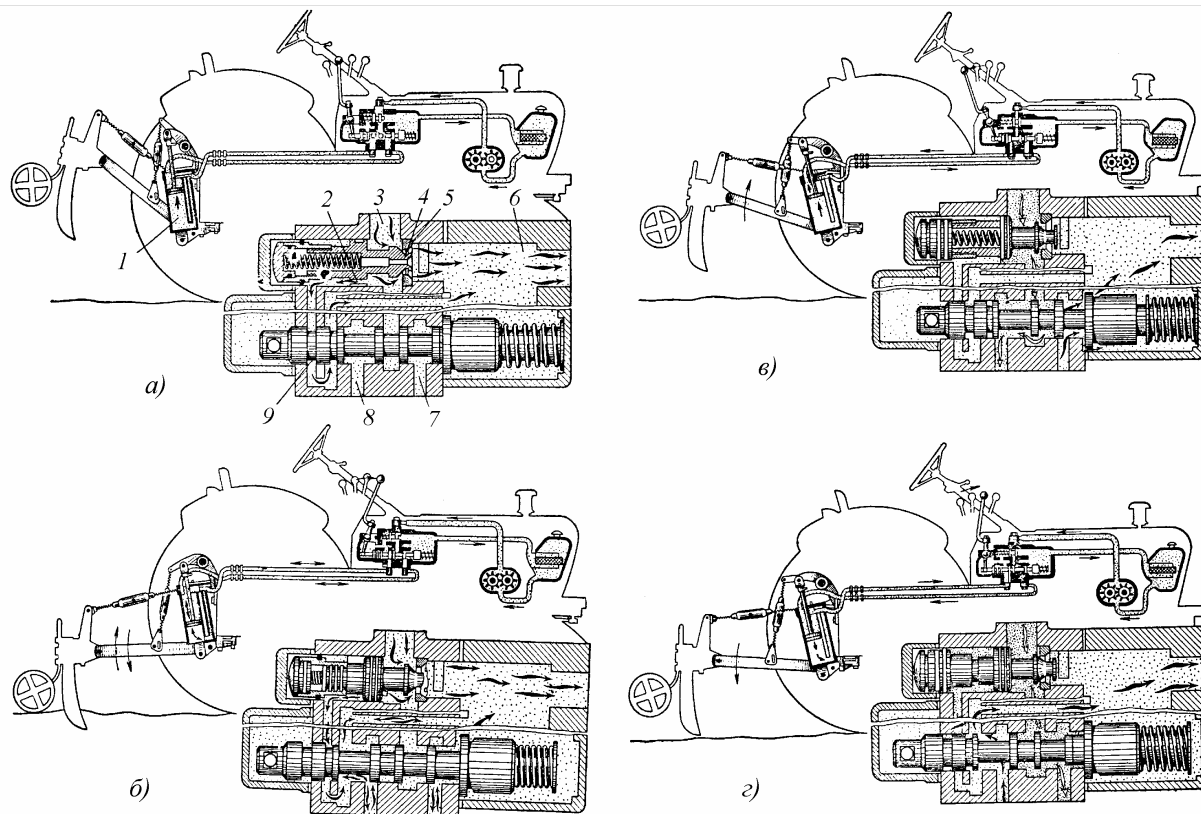


Рис. 12.6. Схема работы распределителя раздельноагрегатной навесной системы в положениях:

а - нейтральное; *б* - плавающее; *в* - подъем; *г* - опускание; 1 - гидроцилиндр; 2 - калиброванное отверстие; 3, 7, 8, 9 - каналы; 4 - перепускной клапан; 5 - седло клапана; 6 - сливная полость

Нижняя полость гидроцилиндра 1 сообщается трубопроводом с каналом 8 распределителя, а верхняя полость - с каналом 7. Как видно из схемы кольцевые пояски золотника перекрывают оба канала, запирая масло в гидроцилиндре. При установке золотника в плавающее положение (рис. 12.6,*б*) масло, поступающее от насоса, сливается в бак через перепускной клапан и отводной канал 9. Обе полости гидроцилиндра сообщаются со сливной полостью распределителя. На-

весное орудие под действием веса опускается и рабочие органы его заглубляются (под действием заглубляющего момента). Величина заглубления ограничена положением опорного колеса орудия. При выполнении технологического процесса золотник остается в плавающем положении и опорные колеса орудия при этом могут свободно копировать рельеф поля.

Подъем орудия в транспортное положение происходит при установке золотника в положение "подъем" (рис. 12.6,в). В этом случае золотник перекрывает отводный канал 9 и одновременно открывает доступ маслу из нагнетательного канала 3 в канал 8, который сообщается с нижней полостью гидроцилиндра 1.

При принудительном опускании орудия (рис. 12.6,з) перепускной клапан закрыт; в верхнюю полость гидроцилиндра поступает масло из нагнетательного канала 3, а из нижней полости гидроцилиндра масло вытесняется и поступает в бак. Принудительное опускание применяется при работе тракторов с ямокопателями, бульдозерами и некоторыми другими специальными машинами.

Ручной установкой золотника в нейтральное положение можно зафиксировать поршень гидроцилиндра в любом промежуточном положении.

В заданных положениях (плавающим, нейтральном и др.) золотник удерживается шариковым фиксатором 12 (см. рис. 12.5). Причем это устройство предусматривает автоматический возврат золотника из положений "подъем" и "опускание" в нейтральное положение. Из плавающего положения в нейтральное золотник переводится только вручную.

Г и д р о ц и л и н д р ы применяют для привода механизмов навески трактора разного типа в качестве основного гидроцилиндра и для привода рабочих органов машин в качестве выносного гидроцилиндра. Выносные гидроцилиндры в отличие от основных имеют быстросъемные присоединительные устройства, облегчающие их монтаж и демонтаж.

Для раздельноагрегатных гидросистем гидроцилиндры могут быть трех исполнений, обозначаемых цифрами 2, 3 и 4, что соответствует номинальному давлению жидкости соответственно в 14, 16 и 20 МПа соответственно. В обозначении гидроцилиндра буква Ц - цилиндр, а цифры при букве - внутренний диаметр цилиндра, мм. Единый типоразмерный ряд гидроцилиндров охватывает шесть марок: Ц55, Ц75, Ц80, Ц100, Ц125 и Ц140.

В зависимости от исполнения конструкции гидроцилиндров отличаются друг от друга.

В исполнении 2 гидроцилиндр (рис. 12.7) имеет корпус разбивающийся на три основные части: цилиндр 9, задняя крышка 2 и передняя крышка 23. Все части стягиваются четырьмя длинными шпильками или болтами. Уплотнение крышек 2 и 23, штока 8 и поршня 6 производится резиновыми кольцами 3, 5, 7, 10 и 16. Для предотвращения попадания грязи в гидроцилиндр установлен "чистик" 13, состоящий из пакета стальных шайб. Для регулирования величины рабочего хода поршня 6 служит подвижный упор 15 и гидромеханический клапан 18, перекрывающий выход масла из цилиндра и вызывающий повышение давления в системе и автоматический возврат золотника в нейтральное положение.

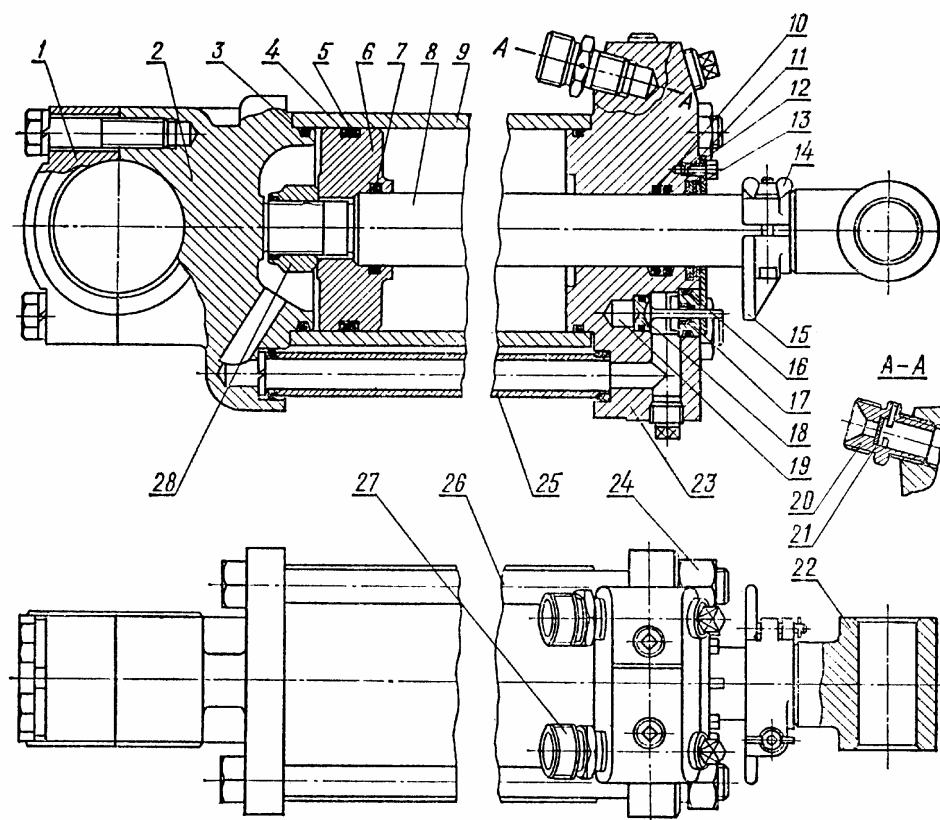


Рис. 12.7. Гидроцилиндр:

1 - бугель; 2 - задняя крышка; 3, 5, 7, 10, 16 - уплотнительные резиновые кольца; 4 - кольцо; 6 - поршень; 8 - шток; 9 - цилиндр; 11 - болт; 12 - шайба; 13 - "чистик"; 14 - барашковая гайка; 15 - упор; 17 - направляющая клапана; 18 - гидромеханический клапан; 19 - гнездо клапана; 20 - штуцер замедлительного клапана; 21 - шайба замедлительного клапана; 23 - передняя крышка; 24 - гайка; 25 - соединительная трубка; 26 - болт; 27 - штуцер; 28 - гайка штока

Плавное опускание навесной машины обеспечивается установкой на выходе гидроцилиндра замедлительного клапана, состоящего из штуцера 20 и плавающей шайбы 21 с калиброванным отверстием.

В исполнении 3 корпус гидроцилиндра цилиндра состоит из двух основных частей: стакан корпуса цилиндра приворачивается к нижней крышке, а верхняя крышка крепится четырьмя короткими болтами к фланцу, приваренному к верхней части стакана. На цилиндре отсутствует гидромеханический клапан.

Г и д р о л и н и и отдельноагрегатных гидросистем имеют большую протяженность и включают трубопроводы, шланги (рукава высокого давления), соединительные и разрывные муфты с запорными клапанами и уплотнения. По назначению гидролинии делятся на всасывающие, напорные, сливные, дренажные и линии управления.

Металлические трубопроводы напорных гидролиний изготавливают из стальных бесшовных труб, рассчитанных на давление до 32 МПа с внутренним диаметром 10, 12, 14, 16, 20, 24 и 30 мм. Их накопники представляют собой ниппель, приваренный к трубе с предварительно надетой накидной гайкой, или приваренную полуголовку под специальный полый болт с металлическими уплотнительными прокладками.

Трубопроводы изгибаются на специальном станке, исключающем образования складок и сплющиваний на местах изгиба.

Шланги (рукава высокого давления) применяют для соединения гидроагрегатов, имеющих взаимное перемещение.

Гибкий резинOMETаллический рукав состоит из резиновой камеры, хлопчатобумажной или капроновой оплетки, металлической оплетки, второго слоя капроновой оплетки, наружного резинового слоя и верхнего слоя ткани (бандаж). В рукавах применяется маслостойкая резина.

При необходимости рукава соединяют между собой с помощью проходных штуцеров.

Соединительные и разрывные муфты (рис. 12.8) применяют для подключения выносных гидроцилиндров и вставляются в местах соединения (разъединения) рукавов.

Соединительная муфта (рис. 12.8,а) состоит из двух полумуфт 1 и 8 вставляемых друг в друга и стягиваемых резьбовым соединением с помощью накидной гайки 6. Уплотнение осуществляется резиновым кольцом 7. Два шарика 5 прижимаются друг к другу с образованием кольцевого канала, через который перетекает масло. При разъединении полумуфт 1 и 8 шарики 5 под действием пружин прижимаются к седлам полумуфт, запирая их выходные отверстия и препятствуя вытеканию масла.

Наряду с резьбовыми применяют быстросоединяемые муфты, в которых полумуфты фиксируются друг с другом шариковым замком.

Разрывная муфта устанавливается обычно на прицепном гидрофицированном орудии между рукавами, подводящими масло к выносному гидроцилиндру и служит в качестве предохранительного устройства при внезапном непредусмотренном отцеплении орудия или при отъезде трактора от отцепленного орудия, но с присоединенными к трактору шлангами.

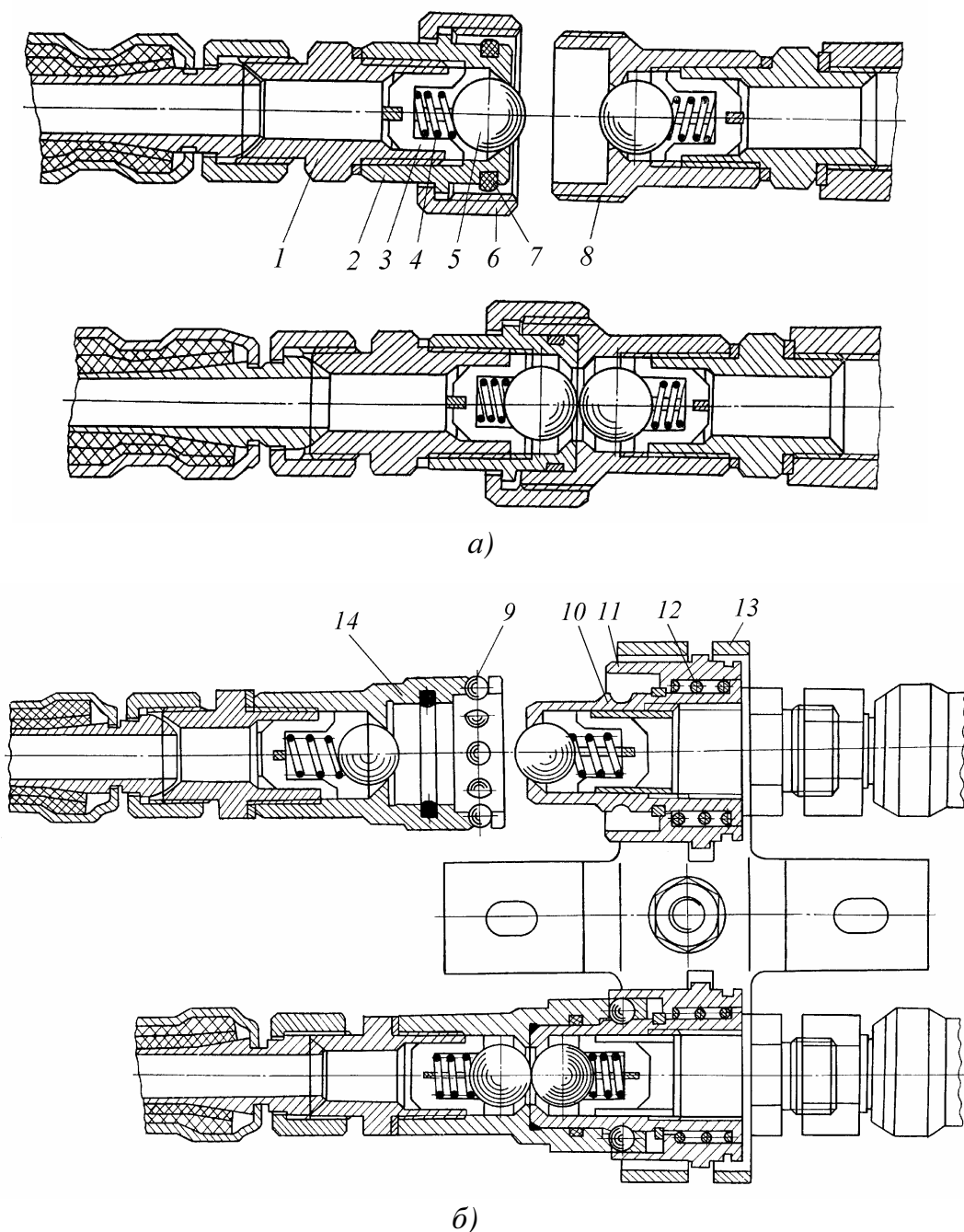


Рис. 12.8 Муфты:
a - соединительная; *б* - разрывная

Разрывная муфта (рис. 12.8,б) во многом аналогична соединительной муфте, но вместо резьбового соединения имеет шариковый замок. В случае возникновения осевого усилия в стыке полумуфт бо-

лее 200...250 Н замковые шарики 9 выходят из кольцевой проточки полумуфты 10 и, воздействуя на запорную втулку 11, заставляют ее перемещаться вправо, сжимая пружину 13. Происходит разъединение полумуфт, исключаящее разрыв шлангов и вытекание масла.

Баки и фильтры. Баки гидронавесных систем тракторов служат резервуаром для рабочей жидкости - масла.

Объем бака зависит от количества потребителей и их особенностей и составляет 0,5...0,8 минутной объемной подачи насоса (насосов).

Масло фильтруется полнопоточным фильтром со сменным фильтрующим элементом и перепускным клапаном, перепускающим масло мимо фильтра в случае его сильного загрязнения и повышения давления до 0,25...0,35 МПа.

Догружатели ведущих колес. Одним из недостатков колесных тракторов, особенно с колесной формулой 4К2, являются неудовлетворительные сцепные свойства ходовой системы при выполнении тяговых операций с максимальным усилием на крюке. Для компенсации этого недостатка такие тракторы оснащаются специальными механизмами - догружателями ведущих колес (ДВК). Несмотря на различные конструктивные решения, все ДВК построены по одному принципу - возможности регулирования вертикальной реакции почвы на опорно-копирующее колесо машины-орудия. При этом с уменьшением этой реакции нормальная реакция почвы на задние (ведущие) колеса трактора увеличивается и сцепные свойства этих колес возрастают. Это явление обусловлено передачей реакции почвы с ее рабочих органов и веса машины через механизм навески на остов и ходовую систему трактора. При этом одновременно уменьшается нормальная реакция почвы на передние колеса с ухудшением их сцепных свойств. В результате дополнительная нормальная нагрузка на задние колеса оказывается больше дополнительной нагрузки на все колеса трактора, что определяет эффективность работы ДВК.

Обычно в тракторах используются *два варианта ДВК: механический и гидравлический*, которые могут применяться отдельно или совместно.

Механический ДВК (рис. 12.9,а) основан на изменении величины заглубляющего момента $M_{\text{загл}} = R_{\text{рез}} m$, где $R_{\text{рез}}$ - результирующая реакция почвы на рабочие органы машины (зависит от свойств почвы, конструкции рабочих органов, глубины обработки почвы, скорости движения и веса машины); m - плечо заглубляющего момента. Это достигается изменением положения мгновенного центра S поворота механизма навески. С этой целью передний конец верхней

тяги 1 механизма навески может переставляться по нескольким вертикально расположенным отверстиям 2 , что изменяет величину плеча m загибающего момента, а следовательно, загибающий момент $M_{\text{загл}}$: при перестановке верхней тяги 1 в нижнее отверстие 2 плечо загибающего момента уменьшается до значения m_1 при новом положении центра поворота C' .

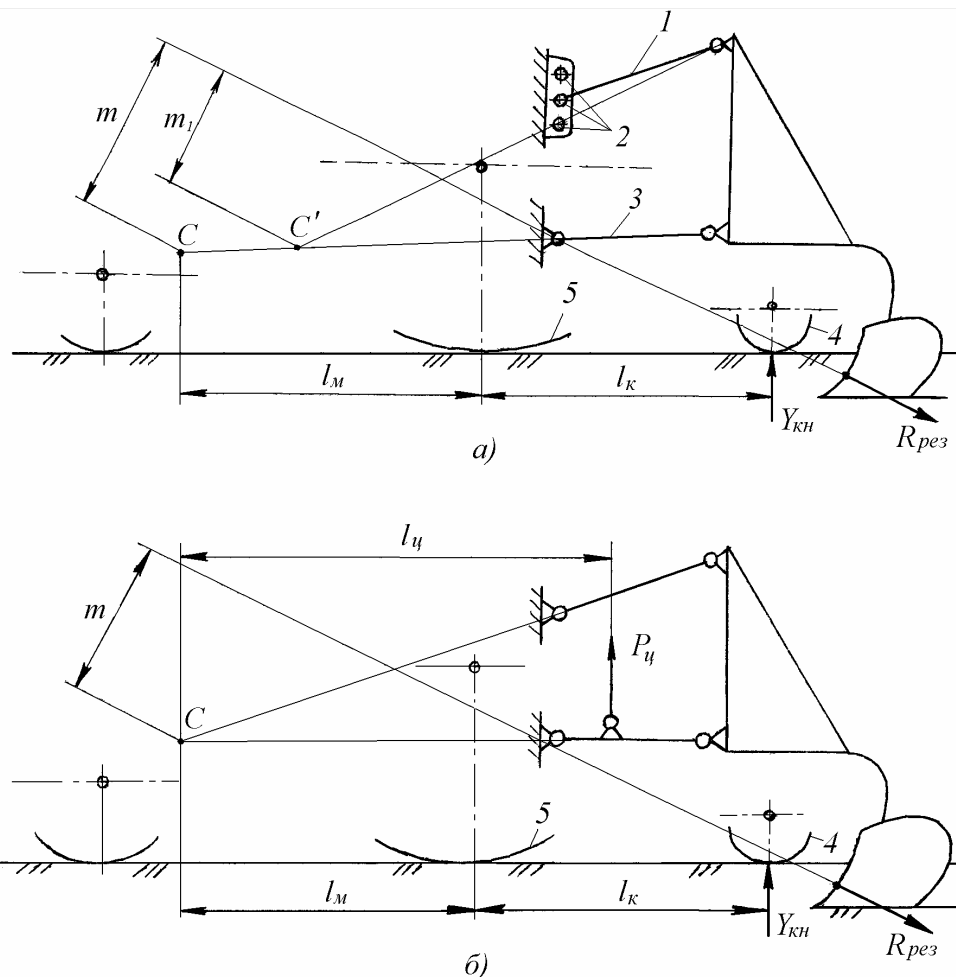


Рис. 12.9. Схема, поясняющая работу ДВК трактора:

a - механического; $б$ - гидравлического; $1, 3$ - верхняя и нижняя тяги соответственно; 2 - отверстия; 4 - опорно-копирующие колеса орудия; 5 - задние ведущие колеса трактора

Аналогичного эффекта можно достичь путем изменения положения нижних тяг 3 навески.

Из условия равновесия навешенной на трактор машины, интересующая нас нормальная реакция почвы $Y_{\text{кн}}$ на опорно-копирующее колесо будет иметь вид:

$$Y_{\text{кн}} = R_{\text{рез}} \frac{m}{l_{\text{М}} + l_{\text{К}}},$$

где l_K и l_M - горизонтальные координаты соответственно копирующего колеса и мгновенного центра поворота механизма навески.

С уменьшением плеча m уменьшается реакция $Y_{\text{кн}}$ и увеличивается догрузка ведущих колес 5 трактора.

При проведении регулировки необходимо следить за тем, чтобы величина $M_{\text{загл}}$ была достаточна для быстрого самозаглубления рабочих органов при движении МТА, а опорное колесо машины сохраняло копирующие свойства.

Г и д р а в л и ч е с к и й Д В К (рис. 12.9,б) - гидравлический увеличитель сцепного веса (ГСВ). В нем уменьшение нормальной реакции $Y_{\text{кн}}$ на опорное колесо машины достигается действием основного гидроцилиндра в сторону подъема машины при установке рычага управления распределителем в позицию "подъем".

Условие равновесия машины относительно мгновенного центра C имеет вид:

$$R_{\text{рез}} m = P_{\text{ц}} l_{\text{ц}} + Y_{\text{кн}} (l_M + l_K),$$

где $P_{\text{ц}}$ - усилие, развиваемое гидроцилиндром; m , $l_{\text{ц}}$ и $(l_M + l_K)$ - плечи действия сил соответственно $R_{\text{рез}}$, $P_{\text{ц}}$ и $Y_{\text{кн}}$.

Тогда

$$Y_{\text{кн}} = \frac{R_{\text{рез}} m - P_{\text{ц}} l_{\text{ц}}}{l_M + l_K}.$$

Реакция $Y_{\text{кн}}$ будет уменьшаться с увеличением усилия $P_{\text{ц}}$, развиваемого гидроцилиндром при работе на подъем, и соответственно, будет возрастать догрузка задних ведущих колес трактора.

На отечественных тракторах ГСВ, впервые был применен на тракторах МТЗ-50/52 и обеспечивал три режима работы: ГСВ включен, ГСВ выключен, гидроцилиндр заперт. ГСВ в виде управляемого трактористом блока был установлен в кабине на панели управления и связан с гидроаккумулятором.

Регулирование гидронавесных систем. Способы регулирования навесных орудий при обработке почвы или грунтов. Работы, связанные с обработкой почвы сельскохозяйственными тракторами и грунтов тракторами промышленными, являются наиболее энергоемкими тяговыми технологическими операциями.

В сельском хозяйстве (в растениеводстве) такой операцией является пахота - **рыхление почвы** на глубину 0,20...0,27 м с допусаемым отклонением 0,01 м на выровненных полях и 0,02 м на неровных.

Поддержание глубины обработки почвы в определенных пределах является важным агротехническим требованием, выполнение которого обеспечивается с помощью разных способов регулирования навесных орудий: силового, высотного, позиционного и комбинированного.

Силовое регулирование - это автоматическое регулирование положением рабочих органов навешанных на трактор почвообрабатывающих орудий действием гидросистемы через основной гидроцилиндр. При силовом регулировании гидронавесная система должна включать связанные между собой датчик и гидравлический силовой регулятор.

Как показал опыт, силовое регулирование применяется при агрегатировании трактора с навесными плугами и работе по выровненным полям с однородными свойствами почвы.

Высотное регулирование осуществляется за счет установки на орудии регулируемого по высоте опорно-копирующего колеса. Ручной привод выполняет регулировку вертикального положения колеса и тем самым установку необходимой глубины. В результате при движении по полю орудие копирует поверхностный рельеф и тем самым обеспечивается постоянство глубины обработки почвы. Так как орудие связано с остовом трактора механизмом навески, то необходимая свобода их относительного вертикального перемещения обеспечивается "плавающим" режимом работы гидроцилиндра.

Достоинства высотного регулирования являются: простота, возможность работы трактора с несколькими орудиями и возможность применения этого способа с орудиями навесного и прицепного типов. Высотное регулирование нашло очень широкое применение при агрегатировании трактора с почвообрабатывающей, посевной и другой техникой.

Позиционное регулирование обеспечивается определенным фиксированным положением орудия (позиция) по отношению к трактору. Установка необходимой глубины достигается действием гидроцилиндра, после чего он переводится в нейтральный режим, на котором и осуществляется движение МТА.

Обычно в чистом виде позиционное регулирование применяется при агрегатировании с трактором машин-орудий выполняющих операции, не требующие большой точности глубины обработки.

Комбинированное регулирование представляет комбинацию двух способов регулирования из трех вышеперечисленных с целью получения более высокого качества почвообработки, чем при использовании одного способа в чистом виде.

Обработка грунтов, выполняемая промышленными тракторами, представляет рыхление грунта, его смещение в горизонтальном (бульдозерная операция) или в вертикальном направлениях (операции по рытью канав, траншей и т.п.).

При агрегатировании с навесными промышленными тяговыми орудиями обычно используют высотный, позиционный и высотнопозиционный способы регулирования.

Система автоматического регулирования глубины обработки почвы (САРГ). Комбинация нескольких способов регулирования (силового, высотного и позиционного) позволяет суммировать достоинства каждого из них при снижении общего количества присущих им в отдельности недостатков, что повышает качество почвообработки при различных почвенных и рельефных условиях.

Система автоматического регулирования глубины обработки почвы (САРГ) нашла распространение на современных сельскохозяйственных универсальных тракторах и тракторах общего назначения.

Особенности агрегатирования промышленных тракторов. Промышленные тракторы общего назначения агрегируются с различными машинами и орудиями: бульдозером, рыхлителем, прицепным скрепером, корчевателем, кусторезом, буром, буром-столбоставом, уплотнительным катком и др. Шлейф техники, с которой агрегируется трактор, определяется его массой. Так, гусеничные тракторы массой до 5 т агрегируются с бульдозером, погрузчиком, рыхлителем. Тракторы массой 6...10 т - самые универсальные, на них кроме перечисленной техники агрегируются трубоукладчик, скрепер, глубокорыхлитель, траншеекопатель, экскаватор, бур и др. На тракторы массой более 30 т не устанавливаются погрузчик. Тракторы массой более 40 т агрегируются только с бульдозером и рыхлителем.

При навесном агрегатировании машины (орудия) располагаются сзади трактора или фронтально, при прицепном - только сзади.

Типичным орудием, навешиваемым на трактор фронтально, является бульдозер - устройство для разработки и транспортирования грунта на расстояние до 100 м. Рабочий орган бульдозера - отвал. Цикл работы бульдозера составляет 1...1,5 мин и состоит из рабочего хода вперед и быстрого холостого хода назад. За 1 ч работы тракторист 500-800 раз воздействует на рычаг гидрораспределителя.

Рыхлитель - орудие, навешиваемое на трактор сзади и служащий для рыхления, размельчения и дробления грунтов высокой плотности вплоть до скальных. Работа рыхлителя обычно предшествует работе

бульдозера. Его цикл на площадках размером до 50 м состоит из челночного движения рабочим ходом вперед и холостым назад (как у бульдозера). На площадках большего размера рыхление выполняется постоянно передним ходом с разворотами.

Тракторы-погрузчики служат для погрузки насыпных грузов (песка, щебня, гравия и т.п.) в транспортное средство, расположенное поблизости от места складирования груза (штабеля). Рабочий орган – ковш. Цикл работы трактора-погрузчика включает многократные маневрирования: подъезд к штабелю; набор сыпучего материала за счет тягового усилия, а иногда и подъем ковша; подъезд к транспортному средству с переводом ковша в положение для выгрузки; разгрузка опрокидыванием ковша; отъезд от транспортного средства с одновременным переводом ковша в исходное положение для набора.

Лесопромышленные тракторы представляют большую группу узкоспециализированной техники предназначенной для выполнения комплекса работ по заготовке, обработке и транспортировке древесины.

Трелевочные тракторы служат для трелевки древесины, что представляет сбор срезанных хлыстов, погрузку и транспортировку в полупогруженном состоянии пачки по волоку от места заготовки к месту складирования. Рабочее оборудование таких тракторов состоит из погрузочного щита и тяговой лебедки либо из клещевого захватника и гидроманипулятора.

На валочно-пакетирующих машинах (трактор с установленным на нем технологическим оборудованием манипуляторного типа) вместо клещевого захвата устанавливают захватно-срезающее устройство. Эти машины обеспечивают срезание деревьев, сбор пачки и ее трелевку.

Лесные тракторы-погрузчики служат для погрузки хлыстов деревьев на автопоезд, обеспечивающий их транспортировку по дорогам. Рабочее оборудование состоит из перекидной челюсти с гидроприводом и шарнирно-рычажной системы.

Трактор в качестве тягово-энергетического средства широко используется при агрегатировании с мелиоративной техникой. Мелиоративные машины подразделяют на машины для подготовительных работ по освоению мелиорируемых земель и для первичной обработки почвы.

Уход за гидравлической навесной системой трактора. Как и все остальные составные части трактора гидравлическая навесная система требует определенного ухода.

Гидросистема. Уход за гидросистемой заключается в постоянном визуальном контроле за необходимым уровнем масла в баке, герметичностью всех наружных соединений, штатной работой насоса, распределителя, ГСВ, силового (позиционного) регулятора, основного и выносных гидроцилиндров, за состоянием трубопроводов и рукавов высокого давления.

Элементы гидросистемы являются изделиями повышенной точности и требуют квалифицированного ухода и бережного отношения.

Необходимо постоянно следить за состоянием рабочей жидкости (моторного масла М-10Г или М-10В летом и М-8Г или М-8В зимой), так как ее загрязнение является одной из причин утечек масла из напорной линии в сливную. Грязное масло вызывает ускоренное изнашивание уплотнений и прецезионных пар всех гидроагрегатов, разуплотнение обратных и зависание перепускных клапанов, а также забивание сливного фильтра, перегрев и вспенивание масла. Большинство неисправностей устраняется при ремонте гидроагрегатов в специализированной мастерской, а сливной фильтровальный элемент заменяется на новый, если он одноразового действия, или промывается, если он обслуживаемый, при техническом обслуживании трактора.

Механизм навески. Уход за механизмом навески не сложен: он заключается в контроле за исправным состоянием всех составных частей, в проверке и подтяжке всех резьбовых соединений, в смазке тех мест, которые отмечены на карте смазки трактора.

Особое внимание должно быть уделено свободному повороту шаровых шарниров передних и задних концов верхней и нижних тяг, телескопическим соединениям, резьбовым регулировкам левого и правого раскосов, надежности блокировочного механизма.

При агрегатировании трактора с различной навесной техникой необходимо строго следовать рекомендациям, отмеченным в паспорте машины и в инструкции по эксплуатации трактора. Все замеченные недостатки должны быть незамедлительно устранены.

12.2. Тягово-сцепные устройства

Для агрегатирования с прицепными машинами-орудиями трактор оснащается тягово-сцепными устройствами различных видов. На автомобилях для буксирования прицепов и других автомобилей применяют специальные буксирные устройства.

По назначению тракторные тягово-сцепные устройства подразделяются на три вида.

Тягово-сцепное устройство ТСУ-1 (тяговая вилка) располагается возможно ниже, но с обеспечением необходимого дорожного просвета и возможностью использования заднего ВОМ. Тягово-сцепное устройство ТСУ-1 служит для соединения с трактором разнообразных прицепных машин и орудий.

Тягово-сцепное устройство ТСУ-2 (гидрофицированный крюк) предназначено для сцепки трактора с одноосными машинами и одноосными прицепами с последующей их буксировкой.

Управление процессом сцепки и расцепки должно выполняться трактористом из кабины с места водителя через гидравлическую систему механизма навески.

Тягово-сцепное устройство ТСУ-3 (буксирное устройство) предназначено для работы трактора на транспортных перевозках в агрегате с двухосными тракторными и автомобильными прицепами. Аналогичное буксирное устройство применяют и на автомобилях.

Кроме того, все тракторы и автомобили имеют переднее тягово-сцепное устройство в виде крюка, вилки или иной конструкции, которое обеспечивает:

- буксировку неисправного трактора или автомобиля;
- пуск двигателя трактора или автомобиля методом его буксировки;
- образование колонны сцепленных между собой тракторов с целью буксировки особо тяжелых изделий (буровых установок, участков сваренных в плети трубопроводов и т.п.).

Примером тяговой вилки ТСУ-1 может служить конструкция прицепных устройств колесных тракторов МТЗ-80/82, МТЗ-100/102 и гусеничных ДТ-75М и ДТ-175С.

В тракторах МТЗ (рис. 12.10,а) ТСУ-1 представляет поперечину 5 с установленной на ней вилкой 3, которая фиксируется пальцами 6 в нужном месте. При помощи пальцев 2 поперечина крепится к нижним тягам 1 заднего механизма навески, у которых были сняты задние концы. С помощью стяжек 7 блокируется поперечное смещение прицепного устройства.

Регулировка точки прицепа по ширине осуществляется перестановкой вилки 3 вдоль поперечины 5, а по высоте - подъемом нижних тяг 1. Взаимное угловое перемещение трактора и машины достигается за счет зазора в соединении прицепной вилки 3 с прицепным кольцом машины. В тракторах ДТ-75М и ДТ-175С (рис. 12.10,б) поперечина 7 с установленной на ней вилкой 5 через соединительные кронштейны 2 крепится к продольным лонжеронам 1 рамы трактора. Поперечина 7 несимметричной в вертикальной плоскости конфигурации соединяет-

ся с кронштейнами 2 через пальцы 3. Ее переворот на 180° обеспечивает необходимую регулировку точки прицепа по высоте. По ширине точка прицепа регулируется перестановкой вилки 5 по поперечине 7 и фиксацией пальцами 4.

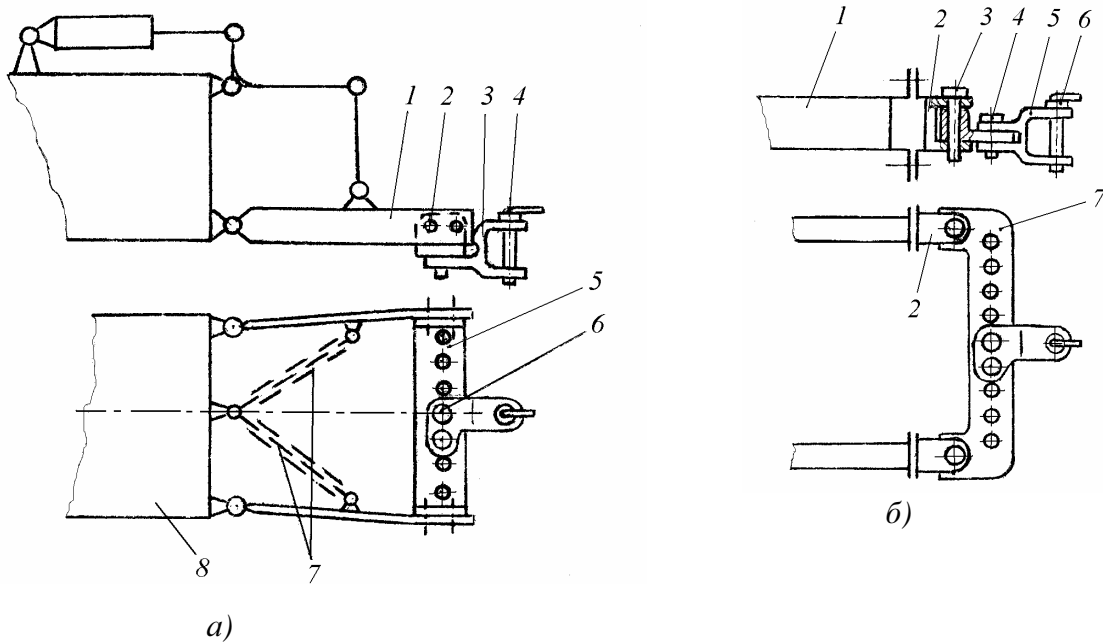


Рис. 12.10. Тягово-сцепные устройства ТСУ-1:

1 – нижняя тяга навески; 2, 6 – пальцы; 3 – вилка; 4 – шкворень; 5 – поперечина; 7 – стяжки; 8 – остов трактора;

Прицепное кольцо буксируемой машины запирается в зоне вилки с помощью шкворня 4 (см. рис. 12.10,а) для тракторов МТЗ или шкворня 6 (см. рис. 12.10,б) для тракторов ДТ-75М и ДТ-175С.

Разновидностью ТСУ-1 является маятниковое прицепное устройство. Его отличительной особенностью является то, что прицепной брус, заканчивающийся

ся тяговой вилкой, крепится к остову трактора через вертикальный шарнир (как горизонтальный маятник) под днищем внутри базы трактора. Поэтому сила тяги на крюке прикладывается к остову с минимальным противодействием повороту. Эта специфика особенно существенна при работе тяжелых гусеничных (промышленных) тракторов, выполняющих коррекцию траектории движения поворотом с ми-

нимальным радиусом, равным половине поперечной базы. При работе с широкозахватными машинами маятниковое прицепное устройство способствует более стабильному прямолинейному движению МТА.

При необходимости маятниковый тяговый брус может быть зафиксирован в одном из нескольких возможных положений в горизонтальной плоскости, что делает этот тип прицепного устройства аналогичным обычной тяговой вилке.

Наряду с тяжелыми тракторами маятниковое прицепное устройство получает распространение на тракторах тяговых классов 2 и выше.

На рис. 12.10,в показана схема маятникового прицепного устройства. Прицепной брус 4, имеющий на заднем конце сцепную вилку, запираемую шкворнем 5, крепится к остову 2 трактора передним концом через вертикальный палец 1. Горизонтальное положение бруса 4 обеспечивается его расположением внутри дуговой направляющей, закрепленной на остове 2 трактора. Конструкция направляющей позволяет брусу 4 отклоняться в обе стороны от плоскости симметрии трактора на равные углы $\alpha = 15^\circ \dots 20^\circ$ под действием силы тяги. При необходимости брус 4 может быть зафиксирован в направляющей с помощью пальца 3, что обеспечивает перевод маятникового прицепного устройства в обычное жесткое и одновременно позволяет регулировать в поперечном направлении положение точки прицепа.

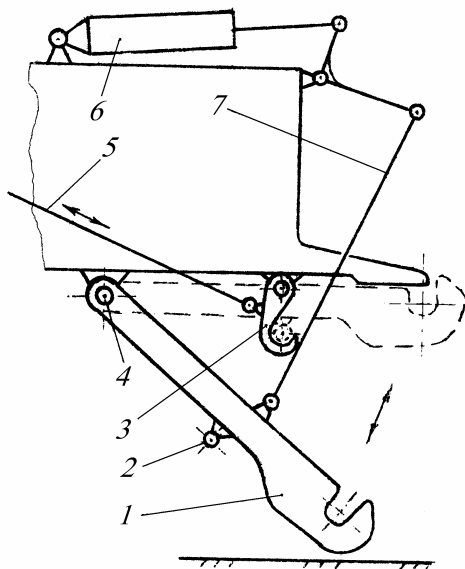


Рис. 12.11. Схема гидрофицированного крюка ТСУ-2

На рис. 12.11 представлена схема гидрофицированного крюка ТСУ-2. Крюк 1 закреплен через горизонтальный шарнир 4 на остове трактора и может занимать два крайних положения: верхнее рабочее и нижнее вспомогательное. Для соединения с одноосными машинами или одноосными прицепами опущенный до земли крюк задним ходом трактора подводится под сцепную петлю дышла подсоединяемого прицепа (машины), которая специальным упором на дышле поддерживается с необходимым зазором до земли.

Подъем крюка вместе с прицепной петлей в его зеве выполняется действием гидроцилиндра 6 через специальные тяги 7, соединяющие крюк со штатными рычагами подъемного устройства механизма на-

вески (вместо раскосов). По завершению подъема крюк в верхнем (рабочем) положении запирается захватом 3, входящим в контакт с упором 2, запирается так же зев крюка. Управление захватом осуществляется трактористом из кабины через подпружиненную тягу 5.

Схема буксирного устройства съемного типа (ТСУ-3) представлена на рис. 12.12. Тяговый крюк 8, зев которого запирается обычно автоматически после попадания в него сцепного кольца, имеет на своем стержне предварительно сжатую пружину 6 или резиновую втулку, установленную между двумя свободно сидящими опорными шайбами

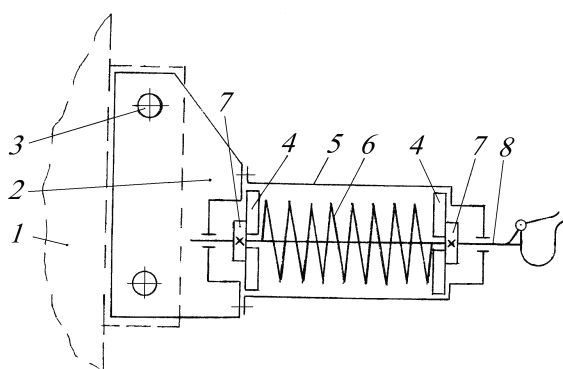


Рис. 12.12. Схема буксирного съемного устройства ТСУ-3

4, опирающимися периферийной частью о торцовые поверхности направляющего стакана 5 и соединенного с ним кронштейна 2. Одновременно шайбы 4 центральной частью опираются об опоры 7, закрепленные на стержне крюка 8.

Амортизация ударов в буксирном устройстве обеспечивается за счет сжатия пружины 6 как при резком трогании,

так и при интенсивном торможении трактора.

С целью упрощения процесса сцепления буксирное устройство обычно оснащают направляющим ловителем сцепной петли. Кронштейн 2 крепится к остову 1 трактора фиксирующими пальцами 3 через отверстия.

Буксирное устройство автомобиля (рис. 12.13) по конструкции аналогично тракторному ТСУ-3. Оно предназначено для буксирования прицепов и автомобилей и крепится на задней поперечине 6 рамы автомобиля. Буксирное устройство имеет корпус 5, внутри которого размещен упругий элемент 4. Корпус закрывается крышкой 13.

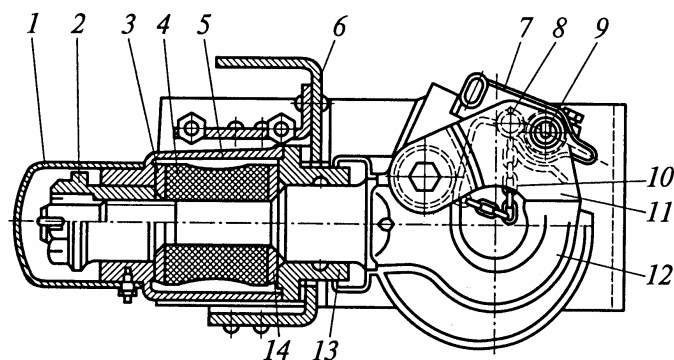


Рис. 12.13. Буксирное устройство автомобиля:

1 - колпак гайки; 2 - гайка; 3, 14 - опорные шайбы; 4 - упругий элемент; 5 - корпус; 6 - задняя поперечина рамы; 7 - собачка; 8 - отверстие для шплинта; 9 - ось собачки; 10 - цепочка шплинта; 11 - защелка; 12 - крюк; 13 - крышка корпуса

Стержень крюка 12 проходит через крышку внутри упругого элемента. По обе стороны упругого элемента 4 в виде резиновой втулки или пружины установлены опорные шайбы 3 и 14. Стержень крюка закрепляется в корпусе при помощи гайки 2, которая после затяжки шплинтуется. Для предотвращения свободного расцепления дышла прицепа с крюком он закрывается защелкой 11. Защелка фиксируется в закрытом состоянии собачкой 7 и шплинтом. Для шплинтовки собачка имеет отверстие 8. Шплинт подвешивается на цепочке 10. Упругий элемент 4 смягчает удары от прицепа при трогании и торможении автомобиля. Крюк 12 может поворачиваться вокруг своей оси, что позволяет автомобилю и прицепу совершать поперечные колебания при езде по бездорожью. Для разъединения автомобиля и прицепа необходимо нажать на собачку 7, после чего повернуть защелку 11.

Буксирное устройство автомобиля стандартизовано и выполняется пяти типоразмеров в зависимости от массы буксируемого прицепа (3, 8, 17, 30 и 80 т).

Если автомобиль не предназначен для буксирования прицепов, то вместо буксирного устройства на нем устанавливаются специальные петли, предназначенные для кратковременной буксировки другого автомобиля. В передней части рамы закрепляются петли, а на некоторых автомобилях крюки для буксирования самого автомобиля.

Легковые автомобили также имеют буксирные петли.

Уход за тягово-цепными устройствами обеспечивает надежность их работы и безопасность в эксплуатации.

Тяговая вилка ТСУ-1 и маятниковое прицепное устройство, обеспечивающие агрегатирование с прицепными сельскохозяйственными машинами, постоянно контролируются на надежность крепления к трактору, отсутствие трещин и значительных деформаций элементов, на надежность фиксации запорного пальца и легкость поворота маятникового тягового бруса относительно шарнира его крепления к остову трактора. Все обнаруженные неисправности должны немедленно устраняться.

Особенностью гидрофицированного крюка ТСУ-2 является возможность его вертикального перемещения под действием привода от механизма навески трактора с последующим запиранием его в поднятом рабочем положении. При уходе за гидрофицированным крюком необходимо: проверить и при необходимости отрегулировать его привод, а также надежность запирания его захватами; проверить и при необходимости отрегулировать ручной привод к захватам.

Буксирные устройства трактора и автомобиля выполняются при изготовлении с повышенной надежностью, обусловленной дорожными и скоростными условиями буксировки. При уходе основное внимание необходимо обратить на надежность его крепления к остову машины, на надежность запирающего звена крюка фиксатором с подвижным упором (работа автомата сцепки), на ручной привод к фиксатору. Все неисправности должны немедленно устраняться

12.3. Система отбора мощности

Система отбора мощности трактора служит для привода активных рабочих органов машин, агрегируемых с трактором. Валом отбора мощности (ВОМ) называют выходной шлицованный вал, который на тракторе предназначен для привода в движение рабочих органов мобильных или стационарных машин, агрегируемых с трактором. ВОМ получает вращательное движение (мощность) от главного сцепления или одного из валов трансмиссии и ряда передающих звеньев (шестерен, валов, соединительных муфт и др.) механизма отбора мощности вращательного движения, или механизма привода ВОМ.

В соответствии с возможностями агрегирования трактора и необходимостью привода навешенных машин существуют ВОМ заднего, фронтального, переднего и бокового расположений.

По частоте вращения хвостовиков (режимам работы) ВОМ делятся на вращающиеся с постоянной частотой (при постоянной частоте вращения двигателя) и на ВОМ с частотой вращения, зависящей от скорости движения трактора - синхронные.

Постоянная частота вращения ВОМ используется для привода тех машин, у которых рабочие органы должны иметь постоянную скорость, не зависящую от поступательной скорости МТА (уборочные машины, машины по заготовке кормов, ротационные почвообрабатывающие и др.). С целью оптимизации привода различных машин используются ВОМ с разной частотой вращения, которые могут быть: 540; 750; 1000 и 1400 мин⁻¹. Наиболее часто на тракторы устанавливают ВОМ с частотами вращения хвостовиков 540 и 1000 мин⁻¹, что в основном определяется требованиями со стороны агрегируемых с трактором машин.

С целью повышения топливной экономичности тракторы, оснащенные двигателями постоянной мощности, могут эксплуатироваться в так называемом "экономичном" режиме, т.е. при пониженной частоте вращения коленчатого вала. Частота вращения хвостовика ВОМ

должна соответствовать указанным выше величинам, что обеспечивается встраиванием в привод ВОМ соответствующих редукторов с передаточным числом, компенсирующим снижение частоты вращения двигателя. Этому варианту вращения ВОМ присваивается обычно индекс "Е". Поэтому трактор может иметь ВОМ с частотой вращения хвостовика 540 и 540Е мин⁻¹. В последнем случае указывается частота вращения хвостовика ВОМ, соответствующая экономичному режиму работы двигателя.

Механизмы отбора мощности по возможности управления ВОМ с постоянной частотой вращения, а следовательно ВОМ, делятся на три вида: полностью зависимые, полностью независимые и частично независимые.

Полностью зависимый ВОМ (рис. 12.14,а) имеет привод (отбор мощности) от ведомого вала главного сцепления 2 или связанного с ним вала. Включение ВОМ осуществляется с помощью подвижной зубчатой каретки 1 при неподвижном тракторе. Легко представить, что такой ВОМ не удовлетворяет ни одному из перечисленных выше специфических требований к механизмам отбора мощности сельскохозяйственных тракторов, так как нет возможности последовательного разгона элементов МТА, нельзя остановить трактор без остановки рабочих органов приводимых от ВОМ машин, невозможно включать и выключать рабочие органы машин на ходу МТА.

Полностью независимый ВОМ должен управляться независимо от поступательного движения МТА. Достигается это двумя вариантами исполнения привода ВОМ:

1) фрикционное сцепление 3 представляет двухпоточную двойную с независимым управлением конструкцию, от второго ведомого диска которого осуществляется привод независимого ВОМ (рис. 12.14,б);

2) привод (рис. 12.14,в) выполняется от ведущих деталей главного сцепления 2 (обычно от корпуса), а для управления ВОМ в цепи привода устанавливается механизм 4 с фрикционным разрывом потока мощности (фрикционное сцепление или планетарный редуктор, управляемый двумя тормозами).

Частично независимый ВОМ получает привод от второго диска двойного с последовательным управлением фрикционного сцепления 3 (рис. 12.14,б). При его выключении сначала разрывается поток мощности, идущий на ходовую систему, а при дальнейшем нажатии на педаль управления разрывается поток мощности идущий на ВОМ. При включении сцепления процесс протекает в обратной последовательности. Поэтому здесь невозможно на ходу движения МТА

включать и выключать ВОМ (рабочие органы машины). Остальные требования частично независимый ВОМ выполняет полностью.

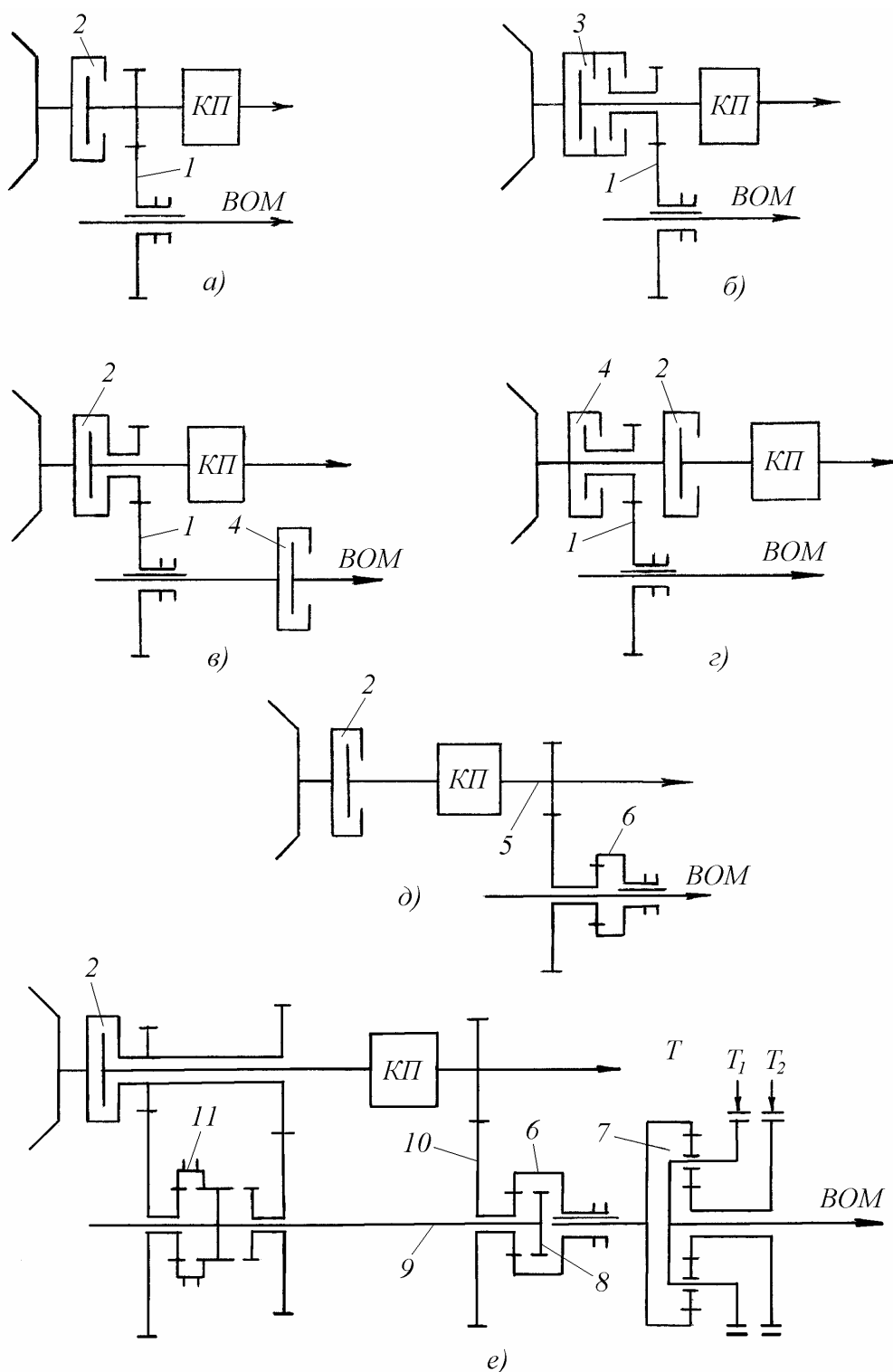


Рис. 12.14. Схемы приводов ВОМ:

1 - подвижная каретка; 2 - главное сцепление; 3 - двойное сцепление; 4 - сцепление привода ВОМ; 5 - вторичный вал коробки передач; 6 - зубчатая муфта; 7 - планетарный ряд; 8 - зубчатый венец; 9 - вал; 10 - колесо с зубчатым венцом; 11 - зубчатая муфта

Иногда используют схему (рис. 12.14,з), когда в трансмиссии трактора устанавливают последовательно два однопоточных постоянно замкнутых сцепления 2 и 4, управление которыми осуществляется последовательно через общий привод. При нажатии на педаль управления сцеплениями 2 и 4 сначала выключается главное фрикционное сцепление 2, а затем фрикционное сцепление 4 привода ВОМ. При отпускании педали включение сцеплений 2 и 4 осуществляется в обратной последовательности.

Такая схема привода ВОМ применяется весьма ограниченно и только на колесных универсально-пропашных тракторах.

Наибольшее распространение на тракторах класса 0,6-2 получили полностью независимые ВОМ, как наиболее полно соответствующие условиям работы.

Полностью зависимые ВОМ на колесных тракторах не применяются, но используются на гусеничных тракторах, так как возможности ВОМ расширяются из-за специфики трогания гусеничных тракторов не только путем включения главного сцепления, но и замыканием одновременно левого и правого механизмов поворота (многодисковых фрикционных муфт поворота или планетарных механизмов). Поэтому одно из важнейших требований к приводу ВОМ - ступенчатый разгон элементов МТА выполняется путем замыкания сначала кинематической цепи ВОМ (включение главного сцепления при выключенных механизмах поворота), а затем кинематической цепи привода ходовой системы трактора (замыкание механизмов поворота).

При необходимости гусеничные тракторы оснащаются полностью независимыми ВОМ.

С и н х р о н н ы й В О М применяется в том случае, когда МТА должен выполнять определенное число операций на заданном пути движения, что свойственно работе сеялок, сажалок, удобрителей и др. Через синхронный ВОМ получает движение ходовая система активных прицепов.

Привод синхронного ВОМ выполняется от той части трансмиссии, передаточное число которой до ходовой системы остается неизменным и неразрываемым. Чаще всего отбор мощности берется от вторичного вала 5 коробки передач (рис. 12.14,д) или от шестерен постоянно связанных с ним. Включение и выключение синхронного ВОМ осуществляется при неподвижном тракторе с помощью зубчатой муфты б.

Общепринятая частота вращения синхронного ВОМ 3,3...3,5 оборота на 1 м пути.

Обычно синхронные ВОМ устанавливаются на тракторах класса 0,6-2.

Конструктивно механизм отбора мощности выполняется так (рис. 12.14,е), чтобы хвостовик заднего ВОМ мог вращаться с переключаемыми режимами и переключаемыми частотами. Такой ВОМ (двухрежимный) является комбинированным.

На схеме (рис. 12.14,е) ВОМ может работать как полностью независимый двухскоростной, так и синхронный.

Для обеспечения работы ВОМ в независимом режиме зубчатую муфту 6 вводят в зацепление с зубчатым венцом 8 вала 9, а включение заданного скоростного режима осуществляется с помощью зубчатой муфты 11 и тормоза T_2 планетарного ряда 7. Тормоз T_1 служит для остановки хвостовика ВОМ после выключения тормоза T_2 .

Работа ВОМ в синхронном режиме осуществляется путем соединения зубчатой муфты 6 с зубчатым венцом колеса 10, связанного со вторичным валом коробки передач и включением T_2 планетарного ряда 7.

Процесс переключения современных ВОМ осуществляется разными способами. Наряду с обычным механическим все большее распространение получает электрогидравлическое управление, когда многодисковое непостоянно замкнутое фрикционное сцепление с гидроподжатием в цепи привода ВОМ замыкается (размыкается) потоком масла от распределителя, управляемого электроприводом.

Управление ВОМ, таким образом, производится путем нажатия трактористом на соответствующую кнопку, установленную на пульте или на многофункциональном рычаге управления.

Часть тракторов оснащается фронтальными ВОМ, управляющими приводом рабочих органов фронтально навешенных машин. В этом случае фронтальный ВОМ может быть кинематически связан с приводом заднего ВОМ. Он может получать движение от носка коленчатого вала двигателя через понижающий редуктор и управляющее сцепление. Как правило, фронтальный ВОМ является односкоростным, полностью независимым, с частотой вращения хвостовика 1000 мин^{-1} .

Боковые ВОМ устанавливают на те тракторы, с которыми агрегируются машины в боковой навеске. Как было отмечено выше, этот вид навески типичен для универсально-пропашных колесных тракторов тягового класса 0,6-2. Поэтому именно эта группа тракторов имеет наиболее разветвленную и многофункциональную систему ВОМ.

Все промышленные тракторы оснащаются ВОМ. Их количество, расположение и частота вращения зависят от назначения трактора, специфики агрегируемых с ним машин-орудий, мощности двигателя и особенностей трансмиссии. Так, у трактора Т-330 с гидромеханической трансмиссией спереди установлены три ВОМ. Средний ВОМ полностью независимого типа получает привод от турбинного колеса комплексной гидропередачи, а крайние - синхронные, частоты вращения которых зависят от включенной передачи в коробке передач соответствующего борта. Эти ВОМ не изменяют направление своего вращения при изменении направления движения трактора, что отличает их от синхронных ВОМ сельскохозяйственных тракторов.

Тракторы ДЭТ-250М и Т-130 оборудованы независимым ВОМ заднего расположения с частотой вращения хвостовика, равной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

На трелевочных и мелиоративных тракторах применяют зависимые и независимые ВОМ заднего расположения, а на лесохозяйственных - задний и фронтальный ВОМ независимого типа.

Система отбора мощности автомобиля. Здесь часть мощности двигателя отбирается для привода лебедок, насосных станций для пожарных целей, распылителей и опрыскивателей, работы гидропривода. Гидропривод применяют для управления подъемом кузова самосвала или привода рабочих органов специальных машин (опрыскивателей, опыливателей, агрегатов для внесения жидких удобрений и ядохимикатов).

Отбор мощности чаще всего осуществляется от промежуточного вала коробки передач или ее блока шестерен заднего хода за счет установки специальных шестеренных редукторов с выходным валом (коробок отбора мощности). К выходному валу коробки отбора мощности крепят либо непосредственно потребитель (например, гидронасос), либо карданный вал его привода. Иногда для этого используют носок коленчатого вала двигателя (например, для привода пожарных помп, устанавливаемых перед радиатором автомобиля). Шестерню привода вала отбора мощности включают так же, как шестерни коробки передач - через валик с вилкой переключения.

Автомобили повышенной проходимости часто оборудуют лебедками, которые используют для самовытаскивания, вытаскивания других автомобилей, поднятия грузов. На автомобилях ГАЗ и ЗИЛ лебедки устанавливают в передней части, а на автомобилях Урал и КамАЗ - в средней части. Лебедки развивают усилие от 30 до 90 кН.

Барaban лебедки, на который намотан трос, приводится в действие через червячный редуктор. Его червяк вращается от разда-

точной коробки через карданный вал, червячное колесо соединено с барабаном через муфту включения. Правильность наматывания и сматывания троса определяет ходовой винт и два ролика: горизонтальный и вертикальный. Ходовой винт приводится в действие цепной передачей. При необходимости барабан стопорится ленточным тормозом.

Уход за системой отбора мощности трактора и автомобиля включает контроль за количеством смазочного материала в шестеренных редукторах и периодическую его замену, проверку и при необходимости регулировку всех механизмов ручного управления элементами привода ВОМ или коробки отбора мощности, контроль за состоянием шестерен, валов, подшипников, уплотнений, обеспечивающих отсутствие ударов, значительного шума, вытекания масла. Обнаруженные неисправности должны устраняться соответствующей регулировкой, ремонтом или заменой неисправных деталей.

12.4. Грузовые кузова

Грузовые кузова имеют основание, соединенное с полом и образующее платформу, откидные боковые борта и жестко закрепленный передний борт. Боковые борта могут состоять из двух-трех секций. Запорные устройства должны надежно и легко их фиксировать.

Кузов самосвала (рис. 12.15) представляет собой цельнометаллический (иногда пластмассовый) короб 10, опрокидывающийся относительно оси 3. У сельскохозяйственных автомобилей систему опрокидывания кузова выполняют на три стороны с открывающимися или не открывающимися бортами. Оси открытия бортов могут быть верхними (см. рис. 12.15) или нижними. В последнем случае уменьшается попадание сыпаемого груза под колеса.

Кузов устанавливают на надрамнике 1, прикрепленном к раме автомобиля стремянками. Для увеличения жесткости к кузову приваривают продольные и поперечные ребра. Для защиты кабины кузов имеет козырек 9. Задний открывающийся борт 4 подвешен на оси 6. Снизу он заперт запорным крюком 5. При разгрузке кузова запорный крюк 7 освобождает задний борт 4 воздействием водителя на рычаг 8 и далее через тягу 7. При ремонтных работах и техническом обслуживании кузов в поднятом состоянии фиксируют упорной штангой 2.

Подъемный механизм служит для поднятия кузова и выгрузки перевозимого материала. Широкое распространение получили подь-

емные механизмы гидравлического типа. Они имеют малый вес и габариты и обладают высокой надежностью.

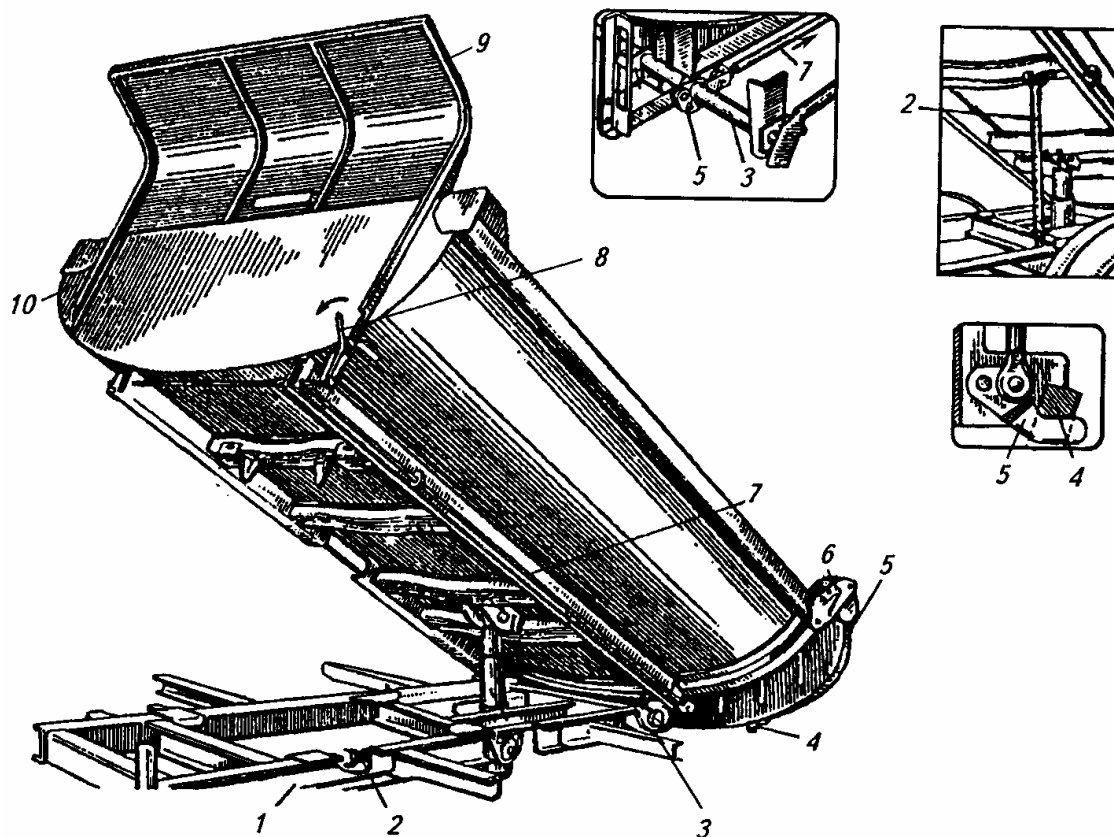


Рис. 12.15. Кузов самосвала:

1 – надрамник; 2 – упорная штанга; 3 – ось опрокидывания; 4 – задний борт; 5 – запорный крюк; 6 – ось подвески заднего борта; 7 – тяга; 8 – рычаг; 9 – козырек; 10 – короб

Гидропривод подъемного механизма (рис. 12.16) состоит из бака б, шестеренного гидравлического насоса 2, приводимого в действие от раздаточной коробки передач, распределителя 1, телескопического гидроцилиндра 8 и соединительных трубопроводов 4, 5 и 7.

Для включения гидроподъемника используют рычаг 11, при воздействии которого на золотник 12 распределителя 1 масло перетекает в гидроцилиндр при подъеме кузова (положение А) или в бак (положение Б) при опускании кузова. Предохранительный клапан 13 срабатывает при давлении 13,5 МПа, перепуская часть масла из нагнетательной магистрали на слив в бак. Телескопическая конструкция гидроцилиндра позволяет уменьшить габаритные размеры этого механизма. Внизу каждого плунжера гидроцилиндра 8 выполнен буртик для ограничения хода при полном выдвигении секции.

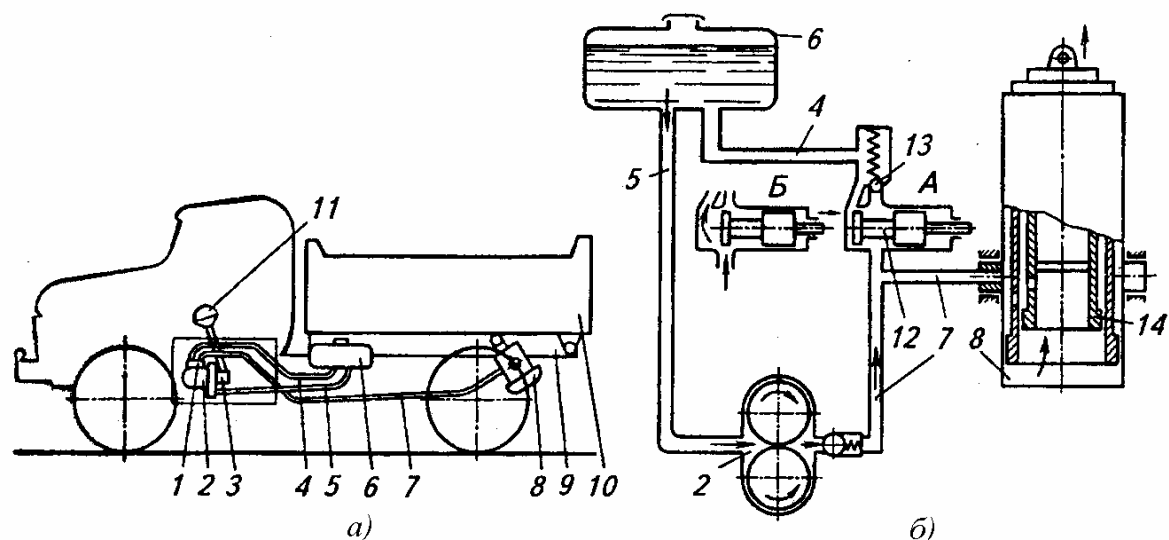


Рис. 12.16. Гидропривод подъемного механизма:

а – компоновка на автомобиле; *б* – схема работы; 1 – распределитель; 2 - гидравлический насос; 3 – привод насоса; 4 - сливной трубопровод; 5 – всасывающий трубопровод; 6 – бак; 7 – нагнетательный трубопровод; 8 – гидроцилиндр; 9 – надрамник; 10 – кузов; 11 – рычаг управления; 12 – золотник; 13 – предохранительный клапан; 14 – плунжер гидроцилиндра

Контрольные вопросы

1. Назначение и состав рабочего и вспомогательного оборудования трактора и автомобиля.
2. Перечислите состав гидронавесной системы трактора.
3. Как маркируются шестеренные гидравлические насосы?
4. Поясните работу механического и гидравлического догрузателя задних ведущих колес трактора.
5. Какие тягово-сцепные устройства применяют на тракторах и автомобилях?
6. Чем отличается система отбора мощности на тракторе и автомобиле?
7. Почему для подъема кузова самосвала применяют телескопический гидроцилиндр?

Раздел VI. РАБОЧЕЕ МЕСТО ТРАКТОРИСТА И ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Глава 13. КАБИНЫ И КУЗОВА

13.1. Кабина трактора

Одной из самых серьезных опасностей, которой подвергается тракторист, является возможность травмирования в аварийной ситуации. Так, для колесных сельскохозяйственных тракторов классической компоновки характерно опрокидывание набок, при этом трактор может совершить несколько оборотов. Для промышленных тракторов характерно боковое опрокидывание с переворачиванием через крышу кабины и падение камней на крышу при работе в карьерах или на горных разработках. Для лесопромышленных тракторов возможны случаи падения на кабину деревьев, сучьев и веток.

Большое разнообразие конструктивного решения защитных устройств кабин классифицируют по конструктивному исполнению и числу вертикальных силовых элементов (рис.13.1).

При этом двух - и многостоечные (четырёх - и шестистоечные) каркасы могут быть встроены в кабину или располагаться вне ее по контуру. Кроме того, кабины классифицируют по техническому исполнению на штампованные, каркасные и комбинированные.

Условия эксплуатации и характерные виды аварийных ситуаций обусловили применение для кабин сельскохозяйственных тракторов четырех- шестистоечных каркасов. В отдельных случаях на этих тракторах устанавливают двухстоечные каркасы с усиленной передней частью крыши и передней стойкой кабины.

Многостоечные защитные каркасы при установке образуют несущий элемент для закрепляемых на нем панелей кабины. Жесткий каркас образован корпусом кабины, который выполнен в виде цельного узла, устанавливаемого на трактор с помощью резиновых виброизоляторов, а непрозрачные панели изнутри облицованы теплошумоизоляционными материалами. При этом корпус кабины может выполняться из штампованных элементов и из профильного и толстолистового проката.

На рис. 13.2 показан корпус кабины сельскохозяйственного трактора, выполненный из штампованных из стали толщиной 1...1,25 мм элементов. Детали корпуса - передняя 1, левая 6 и правая 2 боковые панели, крыша 3, левая 5 и правая 4 стойки, задняя панель 8, левый 7 и правый 9 порожки с помощью сварки в сборочном кондукторе собираются в общий узел.

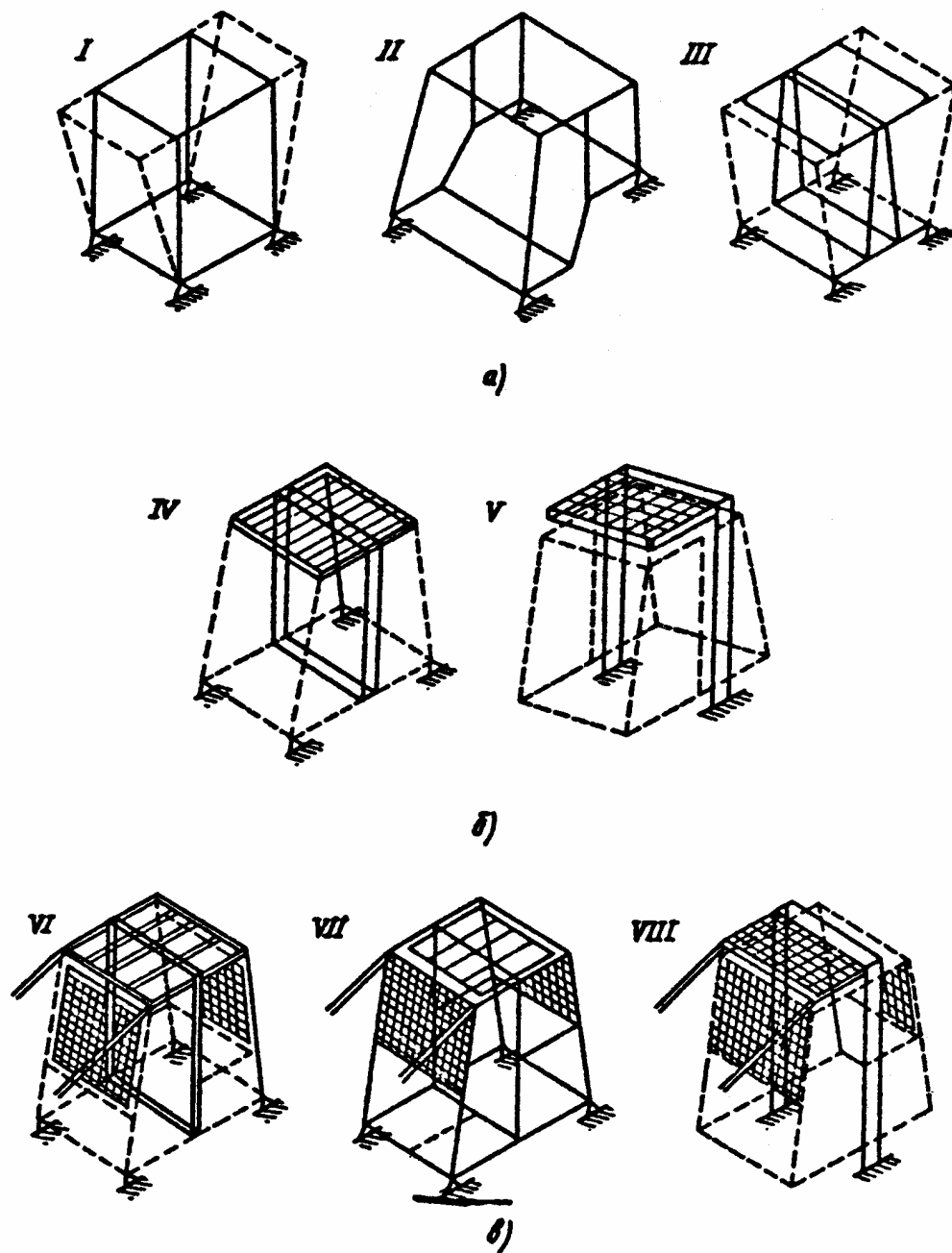


Рис. 13.1. Классификация кабин по использованию устройств защиты тракториста :

a - кабины сельскохозяйственных тракторов (*I, II, III* - соответственно с четырех-, шести- и двухстоечным каркасом); *б* - кабины промышленных тракторов с каркасом арочного типа (*IV* - каркас ROPS встроен в конструкцию кабины; *V* - раздельное исполнение кабины и защитного каркаса ROPS); *в* - кабины лесохозяйственных и лесопромышленных тракторов (*VI* - каркасы арочного типа FOPS и ROPS встроены в конструкцию кабины; *VII* - каркасы FOPS со всеми несущими стойками; *VIII* - защитный каркас арочного типа расположен снаружи кабины)

На рис. 13.3 представлена конструкция корпуса кабины, выполненная из толстолистового проката. Корпус кабины содержит два жестких пояса, один из которых образован гнутым профилем *10* основа-

ния, боковыми профильными стойками 8 и 12 и профильной перемычкой 6, а второй - задними стойками 4 и 15, перемычкой 2, боковинами 3 и 16 и задней поперечиной крыши 1. Оба жестких пояса соединены продольными связями 5, 7, 13, 14 и образуют замкнутую систему, к которой крепится лицевая панель 9, сформированная из профильного проката и гнутых из листа деталей. К нижней обвязке каркаса приварен пол 11 из листовой стали.

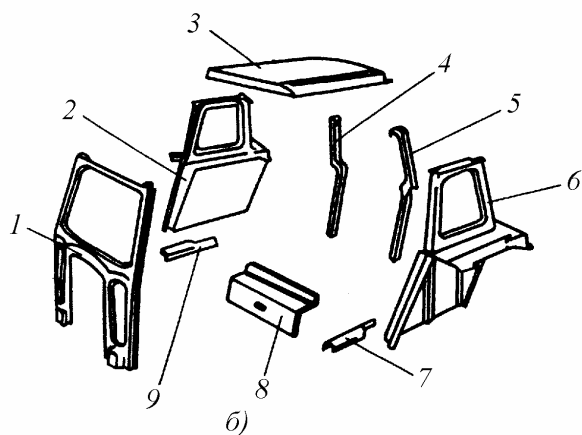
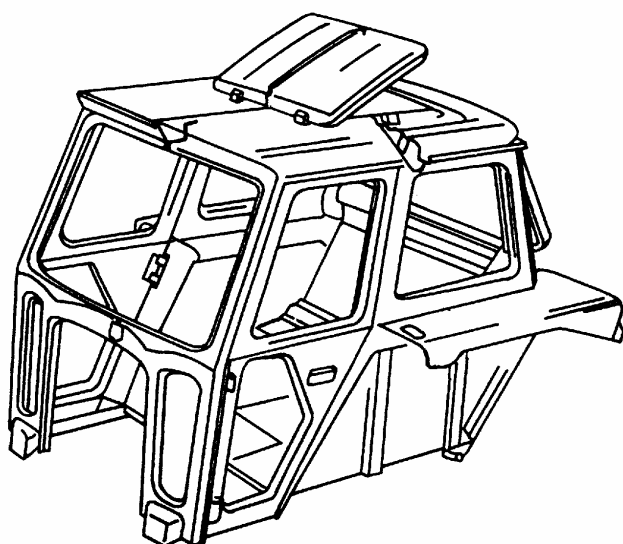


Рис. 13.2. Корпус кабины и штампованные элементы:

а - общий вид; *б* - составные элементы

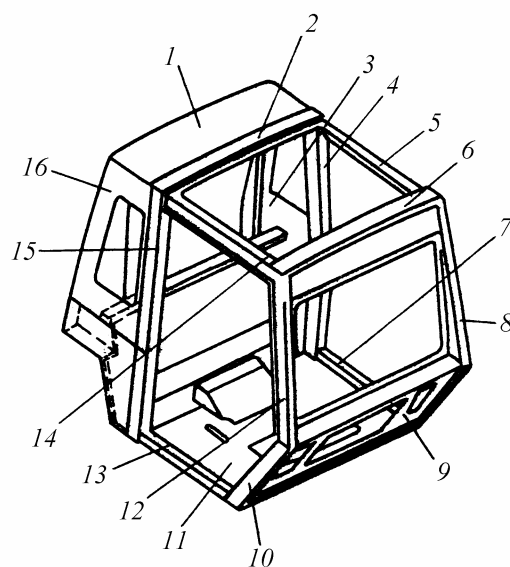


Рис. 13.3. Корпус кабины из толстолистового проката

При особо тяжелых авариях, когда трактор при падении может перевернуться более чем на 180° , возникает опасность выброса тракториста из кабины, в результате чего он может быть раздавлен трактором. Для повышения безопасности застекленные проемы кабины иногда огораживают металлической сеткой, которая защищает тракториста в кабине и от проникающих предметов. С целью предохранения тракториста от выброса из кабины иногда применяют ремни безопасности (типа автомобильных).

С целью быстрого выхода в послеаварийной ситуации тракториста из кабины предусматривается наличие аварийного люка в крыше кабины (см. рис. 13.2). В случае же опрокидывания трактора, если люк отсутствует, тракторист может выбраться из кабины в любой удобный для этого проем кабины, поскольку стекла из сталинита при такой аварии обычно рассыпаются. Аварийными выходами являются также и застекленные окна. Поэтому в кабине должны находиться средства, которыми при аварийной ситуации можно разбить или выставить стекло аварийного выхода.

Для обеспечения безопасности водителей тракторов (операторов) при опрокидывании на тракторы устанавливаются защитные кабины или устройства защиты ROPS и FOPS. Защитные каркасы ROPS и FOPS защищают водителя (оператора) соответственно при опрокидывании трактора и от падающих предметов. ROPS обеспечивает защиту оператора при всех возможных случаях опрокидывания при следующих условиях: движение со скоростью до 16 км/ч по глинистой поверхности с максимальным уклоном 30° , опрокидывание на 360° относительно продольной оси машины без потери контакта с опорной поверхностью.

На промышленных тракторах конструкция машины должна обеспечивать возможность установки защитных устройств ROPS, обеспечивающих сохранение объема ограничения деформации (зоны безопасности в кабине) при случайном падении на кабину предметов или при опрокидывании трактора. В отличие от сельскохозяйственного трактора кабина промышленного трактора не должна иметь жесткого каркаса. Здесь защитное устройство располагают вне кабины (рис. 13.4).

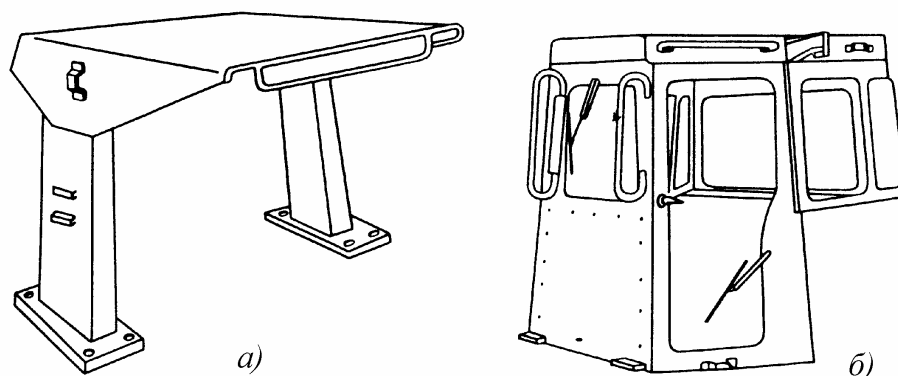


Рис. 13.4. Защитное устройство и кабина промышленного трактора:
а - защитное устройство; *б* - кабина

Защитное устройство содержит П - образный разъемный каркас, выполненный из профиля прямоугольного сечения, к которому свер-

ху крепится защитный козырек. Нижние концы стоек П - образного каркаса крепятся к остову трактора. Кабина также крепится к остову трактора и накрывается сверху защитным устройством.

Кабины лесохозяйственных и лесопромышленных тракторов по конструкции аналогичны кабинам сельскохозяйственных тракторов, но имеют дополнительное устройство (FOPS) для защиты от падающих предметов и от проникновения деревьев в кабину при их транспортировании и выполнении технологических операций. Для защиты оператора промышленных и лесопромышленных тракторов от падающих предметов козырек или крышу кабины выполняют из металлического листа, рассчитанного на энергию удара, равную 11,6 кДж.

13.2. Кабины и кузова автомобилей

Кузов автомобиля предназначен для размещения водителя и пассажиров, различных грузов, специального оборудования, а также для защиты их от внешних воздействий. Кроме того, несущий кузов служит для крепления всех агрегатов и механизмов автомобиля, он воспринимает все нагрузки и усилия, которые действуют на автомобиль при движении. Это наиболее важная конструктивная, материалоемкая и дорогостоящая часть автомобиля.

Автомобильные кузова классифицируются по назначению: грузовые, легковые, автобусные, грузопассажирские, специальные; по конструкции: каркасные, полукаркасные, бескаркасные; по нагруженности: несущие, полунесущие, разгруженные. Грузовой кузов является рабочим оборудованием автомобиля (см. подраздел 12.4).

Грузовой кузов предназначен для перевозки всевозможных грузов, пассажирский (легковой и автобусный) - людей, грузопассажирский - людей и грузов, а специальный - для различного оборудования (лабораторного, медицинского и др.).

Каркасный кузов имеет жесткий пространственный каркас, к которому прикреплены наружная и внутренняя облицовки, и воспринимает все нагрузки автомобиля. Облицовки нагрузок не несут. Кузов применяют на современных автобусах и некоторых легковых автомобилях.

Полукаркасный (скелетный) кузов имеет только отдельные части каркаса (стойки, дуги, усилители), которые соединяются между собой наружными и внутренними облицовками. Все нагрузки кузова воспринимаются совместно частями каркаса и облицовками. Такие кузова применяют на легковых автомобилях и автобусах. Полукаркасными также выполняют цельнометаллические кабины грузовых автомобилей.

Бескаркасный (оболочковый) кузов жесткого пространственного каркаса не имеет. Он представляет собой корпус (оболочку), состоящий из больших штампованных частей и панелей, соединенных между собой сваркой в пространственную систему. Для того чтобы такой кузов обладал необходимой жесткостью, частям и панелям придают определенные форму и сечение. Все нагрузки воспринимаются его корпусом. Бескаркасными выполняют кузова большинства современных легковых автомобилей, так как они очень технологичны при производстве (автоматическая сварка панелей кузова может производиться на конвейере), а также цельнометаллические кабины грузовых автомобилей.

Несущий кузов не имеет рамы и воспринимает все силы и нагрузки, действующие на автомобиль. Большинство современных легковых автомобилей (кроме высшего класса) и автобусов оборудованы несущими кузовами.

Полунесущий кузов, жестко соединенный с рамой, воспринимает часть нагрузки, приходящейся на раму. Такие кузова применяют на автобусах.

Разгруженный кузов не имеет жесткого соединения с рамой. Он устанавливается на раме через прокладки, на подушках и, кроме нагрузки от перевозимого груза, никаких других нагрузок не воспринимает. Применяют его на грузовых автомобилях, а также на легковых автомобилях высшего класса и повышенной проходимости.

Кабина грузового автомобиля предназначена для водителя и пассажиров, сопровождающих перевозимые грузы.

Кабины грузовых автомобилей классифицируются по:

- по числу мест: одноместные, двухместные, трёхместные;
- по компоновке: капотные, бескапотные.

Наибольшее распространение на грузовых автомобилях получили двухместные и трехместные кабины. Одноместные кабины обычно применяются на карьерных самосвалах и автокранах.

Капотная кабина состоит из двух объемов. Она имеет объём для размещения водителя и пассажиров и объём для двигателя, который размещен перед водителем с пассажирами.

Бескапотная кабина является однообъемной. В ней отделение двигателя объединено с помещением водителя и находится под кабиной. Бескапотная кабина по сравнению с капотной позволяет рациональнее использовать габаритную длину автомобиля (увеличить размеры грузового кузова), улучшить обзорность дороги для водителя.

Кабина грузового автомобиля ЗИЛ - 413410 (рис. 13.5) - капотная, цельнометаллическая, жесткая, сварная, трехместная, с цельным панорамным неоткрывающимся стеклом ветрового окна. Переднее стекло устанавливается в проеме окна кабины при помощи специального резинового уплотнителя. Кабина крепится в трех точках на кронштейнах 20 и 26 рамы. К кузову также относится оперение, закрывающее те части автомобиля, которые расположены вне кабины: капот, крылья, облицовка радиатора, подножки.

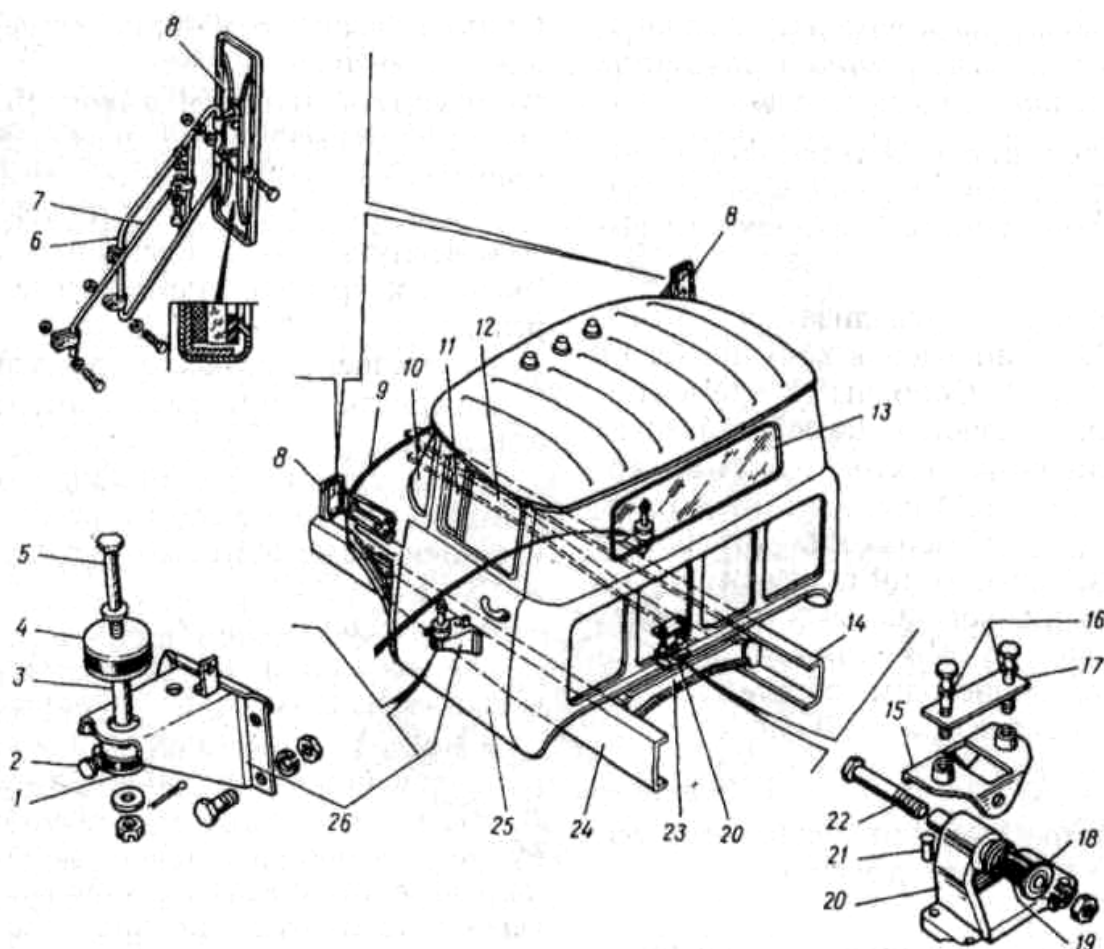


Рис. 13.5. Кабина автомобиля ЗИЛ – 413410 с узлами подвески:

1,4 - соответственно нижняя и верхняя подушки; 2, 5, 16, 22 - болты; 3 - втулка; 6 - держатель зеркала; 7 - подвижная распорка зеркала; 8 - зеркало в сборе; 9 - уплотнитель капота; 10 - стекло ветрового окна; 11 - форточка; 12 - стекло двери; 13 - заднее стекло; 14, 24 - лонжероны рамы; 15 - серьга в сборе; 17 - планка; 18 - опорная втулка; 19 - резиновая подушка; 20 - задний кронштейн; 21 - заклепка; 23 - поперечина рамы; 25 - дверь кабины; 26 - правый и левый кронштейны

На специальных кронштейнах снаружи кабины с левой и правой сторон установлены зеркала 8 заднего вида. Место водителя оборудовано противосолнечным козырьком.

Двери кабины имеют опускающиеся стекла и поворотные форточки. Подъем стекол дверей и надежная их фиксация в поднятом положении осуществляются однорычажными стеклоподъемниками.

Двери кабины, левая и правая, имеют замки, открывающиеся снаружи ключом, а изнутри ручкой. Стопор замка в нижнем положении блокирует открытие дверей снаружи. Для открытия поворотной форточки двери необходимо повернуть ручку-запор, нажав предварительно на ее кнопку.

Кабина грузового автомобиля КамАЗ бескапотная расположена над двигателем, наклоняемая, трехместная, цельнометаллическая, сварная рис.13.6.

Она оборудована шумо- и термоизоляцией. Наружные панели кабины имеют виброгасящее и антикоррозионное покрытие.

Ветровое окно кабины глухое с плоскими, расположенными под углом стеклами. Стекла - полированные, трехслойные (типа триплекс). Дверные стекла и стекло заднего окна закаленные, неполированные.



Рис 13.6. Общий вид кабины автомобиля КамАЗ

Крепление кабины к раме осуществляется в четырех точках: с помощью резиновых подушек впереди и двух четвертных рессор, снабженных амортизаторами, в задней части кабины.

Переднее крепление кабины выполнено с механизмом уравнивания.

Кабина фиксируется на раме двумя запорными устройствами механического типа с левой и правой стороны, действующими независимо друг от друга, причем правое запорное устройство имеет предохранитель.

Кабина оборудована двумя зеркалами заднего вида, установленными на кронштейнах, выходящих за габариты автомобиля по ширине.

Двери кабины имеют поворотные форточки, стекла с механизмом подъема и опускания, замки с наружными и внутренними ручками.

Замок двери отпирается снаружи нажатием на кнопку ручки, а изнутри - поворотом ручки на себя. Корпус замка выполнен заодно с клином установа, фиксирующим дверь в проеме. При закрывании

двери клин входит между скобой фиксатора и стойкой проема двери. Стекла дверей кабины закаленные, неполированные, перемещаются в направляющих при помощи однорычажных стеклоподъемников с механическим приводом. В приводе стеклоподъемника имеется тормозной механизм, благодаря которому стекло может быть зафиксировано в любом заданном положении. Монтаж и демонтаж замков, стеклоподъемников и стекол производится через люк внутренней панели двери.

Кузова легковых автомобилей отличаются большим разнообразием. От типа и назначения автомобиля зависит форма кузова, число дверей, сидений и его вместимость.

Кузова легковых автомобилей различают по числу дверей, рядов сидений и конструкции крыши.

Автомобили могут быть: двух-, трех-, четырех- и пятидверными; с одним, двумя и тремя рядами сидений; закрытые и с откидным верхом.

Большинство легковых автомобилей массового производства имеют несущие кузова. Это позволяет понизить их центр масс, уменьшить общую высоту и металлоемкость конструкции.

Цельнометаллические несущие бескаркасные кузова обычно изготавливают из листовой стали. Корпус такого кузова представляет собой сварную конструкцию.

По количеству объемов кузова легковых автомобилей выполняются однообъемными, двухобъемными и трехобъемными:

- если отсеки для двигателя, водителя с пассажирами и багажа совмещены, то такой кузов называют однообъемным;

- двухобъемный кузов имеет два отсека. В одном отсеке расположен двигатель, а в другом - пассажиры и багаж (автомобили ВАЗ-1111, ВАЗ-2108, ВАЗ-2111);

- трехобъемный кузов имеет три отсека. В одном отсеке располагается двигатель, в другом - пассажиры, а в третьем - багаж (автомобили ГАЗ-31029 «Волга», ГАЗ-3110 «Волга», ВАЗ-2110, «Лада-Приора», ВАЗ-1118 «Калина» и др.).

Кузова легковых автомобилей выполняют как закрытыми, так и открывающимися.

Закрытые кузова, обладающие значительной прочностью, долговечностью и пассивной безопасностью, получили наибольшее распространение. Они имеют жесткий замкнутый корпус с металлической крышей и жесткие двери с опускающимися стеклами.

Открывающиеся кузова вместо металлической крыши имеют

складывающийся водонепроницаемый мягкий тент.

На рис. 13.7 приведены типы кузовов легковых автомобилей, имеющие широкое распространение в настоящее время.

С е д а н (рис.13.7,*а*) - закрытый четырехдверный кузов с двумя (реже тремя) рядами сидений. Кузов такого типа иногда называют салоном (автомобили ВАЗ-1118 «Калина», ВАЗ-2110, «Лада-Приора», ГАЗ-31029 «Волга», ГАЗ-3110, «Волга» и др.).

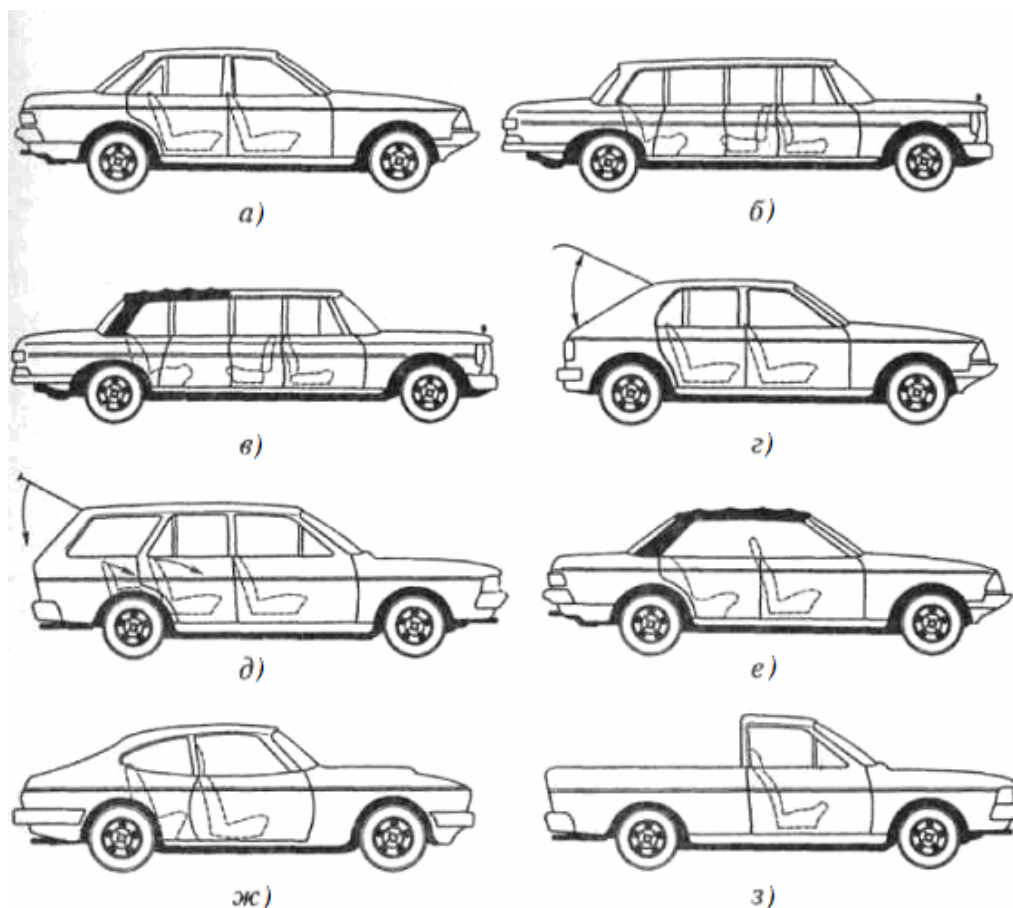


Рис. 13.7. Типы кузовов легковых автомобилей:

а - седан; *б* - лимузин; *в* - лимузин-ландо; *г* - хэтчбек (лифтбек); *д* - универсал;
е - фэзтон; *ж* - купе; *з* - пикап

Л и м у з и н (рис. 13.7,*б*) - закрытый четырех-, шестидверный кузов с двумя-тремя рядами сидений и перегородкой за спинкой переднего сиденья, отделяющей пассажирский салон от помещения водителя (автомобиль ЗИЛ-4104 и др.).

Л и м у з и н (рис.13.7,*в*), у которого над задним рядом сидений предусмотрен складывающийся мягкий тент, называется л и м у з и н о м - л а н д о (автомобиль ЗИЛ-41045 и др.).

К а б р и о л е т - открытый кузов с жесткими боковинами, такими же дверьми и двумя-тремя рядами сидений как у лимузина, но со

складывающимся мягким тентом по всему периметру крыши (автомобиль ЗИЛ-41044 и др.).

Хэтчбек (комби, лифтбек) - закрытый кузов (рис. 13.7,з) с двумя или четырьмя боковыми дверями и задней дверью в задней стенке, плавно опускающейся вниз. Складывающиеся сиденья второго ряда позволяют образовывать платформу для груза (автомобили ВАЗ-2112, «Москвич»-214122, ИЖ-21261 «Ода» и др.).

Универсал (рис. 13.7,д) - закрытый кузов с двумя или четырьмя боковыми дверями и с дополнительной дверью в задней торцевой панели. При сложенных задних сиденьях кузов легко переоборудуется из пассажирского салона в специальный объемный кузов-фургон для перевозки грузов (ВАЗ-2111, ВАЗ-21213 «Нива», ГАЗ-24-14 «Волга» и др.).

Фэтон (рис. 13.7,е) - открытый кузов без средней стойки с мягким складывающимся верхом, съемными боковинами и двумя-тремя рядами сидений (УАЗ-3151-01 и др.).

Купе (рис. 13.7,ж) - закрытый двухдверный кузов с укороченной базой на двух - четырех человек с одним-двумя рядами сидений. Нередко задний ряд сидений в таком кузове рассчитан только на детей, так называемое купе 2×2 (автомобили ВАЗ-2108 и др.).

Пикап (рис. 13.7,з) - грузопассажирский кузов с открытой платформой, убирающимися боковыми сиденьями на четыре - шесть человек и с двухместной закрытой кабиной (ИЖ-27151, ВИС-2346-10, ВИС-2347-10 и др.).

13.3. Рабочее место тракториста и водителя автомобиля

Оптимальное положение тела тракториста и водителя автомобиля обеспечивает удобство управления машиной, повышает точность и скорость его моторных действий, позволяет, например, увеличить угол поворота рулевого колеса, не меняя положения тела, обеспечивает возможность длительного непрерывного движения без значительного утомления. Это достигается расположением частей тела водителя в положении, близком к состоянию функционального покоя, при равномерном распределении веса по площади его опорных поверхностей.

В связи с чем, комфортабельная кабина должна обеспечивать трактористу и водителю автомобиля удобное положение и рациональное размещение органов управления машиной, контрольно-

измерительных приборов и оборудования, обеспечивающих соблюдение эргономических требований.

В грузовом автомобиле и тракторе водитель располагается на более высоком сиденье, ноги больше согнуты в коленях, спинка сиденья расположена почти вертикально. При таком расположении водителя длина кабины минимальна, а ее высота с точки зрения аэродинамики не имеет решающего значения из-за больших габаритов машины по высоте (грузовой автомобиль) или небольшой скорости движения (трактор).

В легковом автомобиле водитель располагается низко, ноги почти вытянуты, спинка сиденья отклонена от вертикали на значительный угол, что позволяет получить небольшую высоту автомобиля, соответственно уменьшив аэродинамическое сопротивление.

Как правило, нормируют минимальные размеры кабины, ее ширину и высоту. Эти параметры задаются стандартами. Длину кабины не регламентируют, так как она во многом зависит от компоновки машины.

Рабочее место тракториста и водителя автомобиля оборудовано так, что имеется возможность регулировки основных его параметров. Диапазон регулировки зависит от разброса антропометрических данных водителя и условий работы.

Управление машинотракторным агрегатом (МТА) осуществляется одним трактористом. Поэтому на тракторах в большинстве случаев достаточно устанавливать одноместные кабины. Это подтверждается и зарубежным опытом - во многих странах распространены одноместные кабины с дополнительным посадочным местом для рабочего или пассажира. На некоторых тракторах в качестве дополнительного места используют инструментальный ящик, крышку которого покрывают мягкой обшивкой. Отдельные фирмы - производители тракторов устанавливают по заказу съемное сиденье для пассажира.

Минимальные размеры одноместной кабины и кабины с дополнительным сиденьем рассчитаны на работу тракториста сидя.

К конструктивным элементам, обеспечивающим безопасный вход и выход из кабины трактора относятся следующие: дверной проем и двери кабины, ступеньки, поручни, аварийный люк.

Кабина трактора должна иметь не менее трех аварийных выходов, которыми могут быть двери, окна, люки, причем каждый выход следует размещать на противоположных сторонах (стенках, в крыше) кабины. Это требование важно соблюдать для повышения безопасности при опрокидывании трактора и заклинивании дверей.

Аварийные выходы должны открываться без применения инструмента. Окна кабины, если они предназначены для аварийного выхода, должны быть оснащены средствами для разбивания или оперативного демонтажа стекол.

Кабина трактора оборудуется инструментальным ящиком, термоизолированным бачком для питьевой воды, огнетушителем, медицинской аптечкой, плафоном внутреннего освещения, крючком для одежды, омывателем переднего стекла, плафоном внутреннего освещения и стеклоочистителями. В ней должно быть предусмотрено место для установки радиоприемника.

Кабина современного трактора оборудуется устройством нормализации микроклимата. На отечественных тракторах в настоящее время такие устройства (установки вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха с его очисткой от вредных примесей) являются обязательной принадлежностью кабин.

Кабина современного трактора является довольно сложным инженерным сооружением (рис. 13.8).

Положение рулевой колонки должно регулироваться в продольном направлении (по углу установки) и по высоте (вдоль оси колонки) бесступенчато или с фиксаций не менее чем в четырех положениях по углу и в пяти - по высоте.

Рукоятки органов управления, особенно управления движением, должны располагаться в пределах зоны досягаемости тракториста. Расположение их стандартизировано.

На рис.13.9 представлено рабочее место водителя грузового автомобиля КамАЗ.

Для обеспечения удобной посадки водителя и пассажиров в автомобиль дверные проемы имеют достаточные размеры и рационально располагаются относительно сидений.

От расположения органов управления зависит обеспечение нормальных условий работы водителя. Рулевое колесо располагают с левой стороны машины в плоскости, перпендикулярной к вертикальной плоскости автомобиля. Рулевое колесо расположено симметрично по отношению к сиденью водителя. Рукоятка рычага переключения передач находится в зоне видимости водителя, справа от сиденья, не ниже его и выдвинута вперед.

Педаля сцепления находится в положении, удобном для нажатия левой ногой, а педаля рабочей тормозной системы - правой. Педаля управления подачей топлива находится справа от педали рабочей тормозной системы.



Рис. 13.8. Кабина трактора

Размеры, определяющие расположение органов управления автомобилем, устанавливаются стандартами.

Усилия и перемещения органов управления трактором и автомобилем нормируются.

Важное значение для эффективного управления трактором и автомобилем имеет обзорность с рабочего места водителя.

Принято кузов легкового автомобиля и автобуса, где размещаются водитель и пассажиры называть салоном.

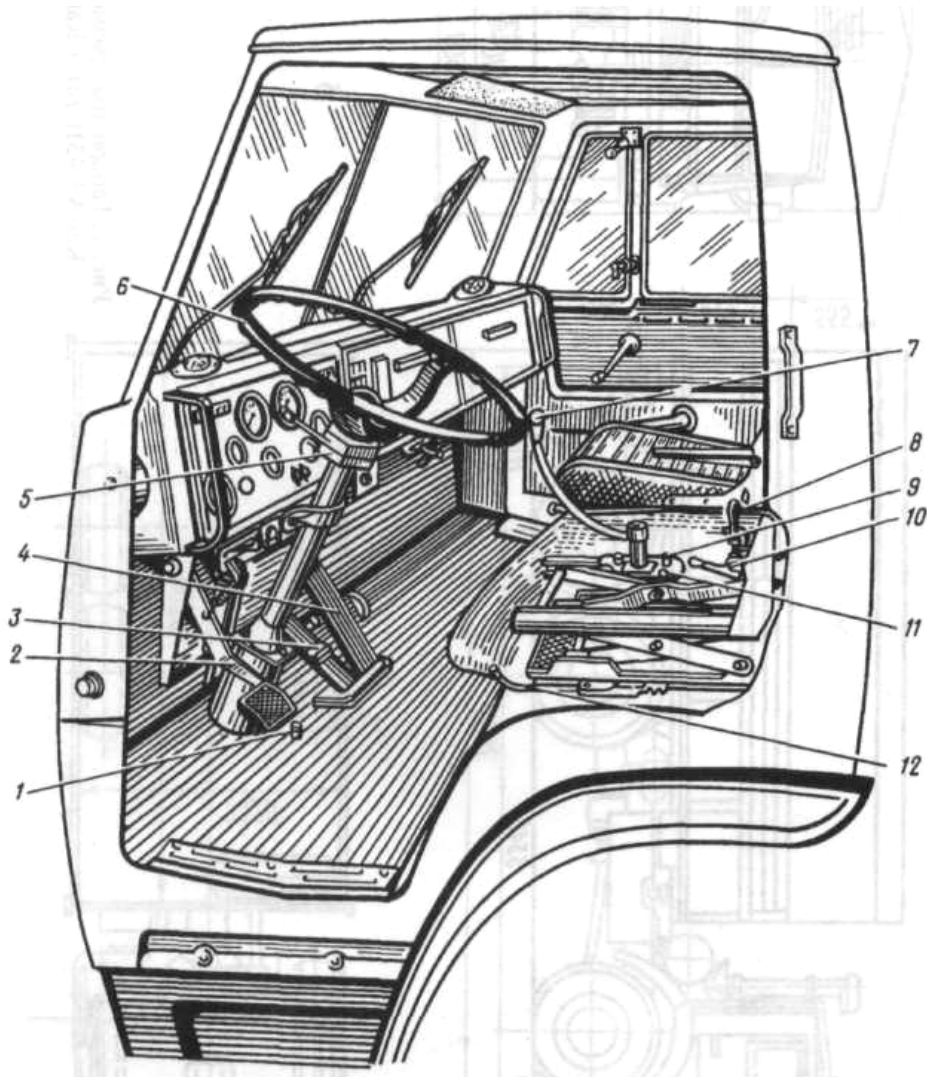


Рис. 13.9. Кабина автомобиля КамАЗ (органы управления):

1 - кнопка крана управления вспомогательным тормозом; 2 - педаль управления сцеплением; 3 - педаль управления рабочими тормозами; 4 - педаль управления подачей топлива; 5 - комбинированный переключатель; 6 - рулевое колесо; 7 - рычаг управления коробкой передач; 8 - рукоятка механизма регулирования жесткости подвески сиденья водителя; 9 - рукоятка троса рычага останова двигателя; 10 - рукоятка крана управления стояночным и запасным тормозами; 11 - рукоятка троса ручного управления подачей топлива; 12 - рычаг механизма продольного перемещения сиденья водителя

Обзорность характеризуется величиной пространства, видимого трактористом или водителем из кабины (салона), и в значительной степени обуславливает легкость управления машиной и безопасность движения. Обзорность тем лучше, чем больше размеры ветрового стекла, чем ближе оно расположено к глазам тракториста или водителя автомобиля и чем меньше наружных элементов машин попадает в поле зрения тракториста и водителя автомобиля и более правильно выбраны размеры поперечного сечения стоек ветрового окна (с учетом бинокулярности зрения), больше зона очистки ветрового стекла очистителями и омывателями.

Численные значения границ обзорности регламентированы стандартами.

Обзорность с рабочего места тракториста имеет особое значение, потому что многие технологические операции, выполняемые с помощью тракторов, требуют очень точного позиционирования рабочих органов машины, колес и гусениц относительно других предметов, а также точного выдерживания траектории движения машины. Основным оценочным показателем приняты углы обзора функциональных зон и объектов наблюдения.

С учетом специфики использования тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин, особое значение имеет обзорность передних колес или передних частей гусениц. В этой зоне располагается борозда, относительно которой направляют движение трактора общего назначения, или другой ориентир в зависимости от выполняемой операции. Эти параметры регламентированы стандартом.

К тракторам универсально-пропашным и общего назначения (к каждому типу отдельно) предъявляются дополнительные требования в соответствии с технологическим назначением.

Во многих случаях для обеспечения видимости этих зон в нижней части кабины или дверей трактора устраиваются специальные окна.

Для промышленных тракторов, исходя из специфики их работы, обзорность вперед определяется из одной контрольной точки, а назад - из двух. Наличие трех точек объясняется тем, что оператор, например, бульдозера должен практически половину времени работы трактора смотреть вперед, а другую половину, при заднем ходе бульдозера - назад, оборачиваясь через правое или левое плечо.

Параметры обзорности автомобилей стандартизированы. Особо определяются не просматриваемые зоны, создаваемые стойками кабины (кузова), при этом учитывается бинокулярность зрения. При этом каждое автотранспортное средство должно быть оснащено зеркалами заднего вида, позволяющими водителю при обычно рабочей позе наблюдать дорогу сзади транспортного средства и с боков от него.

13.4. Тепловая, шумовая и вибрационная защита кабины (салона) трактора и автомобиля

К основным требованиям, определяющим условия пребывания тракториста и водителя автомобиля в кабине (салоне), относятся: поддержание необходимого состава воздуха в кабине; создание соответствующих микроклиматических условий; снижение уровней шума и вибрации, возможность рациональной организации труда, отдыха и питания людей.

Кабины (салоны) имеют очень ограниченные размеры. На каждого человека, находящегося в кузове, приходится объем $0,4 \dots 1,2 \text{ м}^3$. В таком сравнительно малом объеме при отсутствии вентиляции быстро расходуется кислород и накапливаются углеводород, отработавшие газы, пары топлива и другие вредные вещества, повышаются влажность и температура воздуха. В результате воздействия солнечной радиации, повышения температуры окружающего воздуха, теплоотдачи от силового агрегата и агрегатов трансмиссии происходит нагрев воздуха в кабине (салоне).

В настоящее время микроклиматические условия на самоходных машинах регламентированы стандартами. Так, температура воздуха в кабине в летний период должна быть не выше $28 \text{ }^\circ\text{C}$, в зимний (при температуре внешней среды $-20 \text{ }^\circ\text{C}$) - не менее $14 \text{ }^\circ\text{C}$; необходимость двадцатикратного воздухообмена в 1 ч при скорости движения воздуха не более $1,5 \text{ м/с}$. Содержание вредных веществ в воздухе кабины регламентировано нормами Министерства здравоохранения СССР (4 мг/м^3 пыли, содержащей $10\% \text{ SiO}_a$, 100 мг/м^3 паров бензина, $20 \text{ мг/м}^3 \text{ CO}_2$).

Необходимый состав воздуха в кабине трактора и автомобиля обеспечивается хорошей вентиляцией кабины.

Кабина (салон) должны быть хорошо изолированы от попадания отработавших газов и паров бензина.

Условия, в которых человек не испытывает перегрева или переохлаждения, резкого движения воздуха и других неприятных ощущений, можно считать в тепловом отношении комфортными. Комфортные условия в зимний период несколько отличаются от этих же условий в летний период, что связано с применением человеком разной одежды. Основными факторами, определяющими тепловое состояние человека, являются температура, влажность и скорость воздуха, температура и свойства окружающих человека поверхностей. При различных сочетаниях этих факторов можно создать одинаковые комфортные условия в летний и зимний периоды эксплуатации.

К числу средств тепловой защиты кузова относят:

- окрашивание наружных поверхностей в светлые тона для уменьшения воздействия солнечной радиации;
- установка на внутренние поверхности теплоизоляционных материалов (пенопласта, холста из стеклянных или асбестовых волокон);
- использование коробчатых конструкций (с воздушной прослойкой между стенками);
- установка тепловых экранов (например, над крышей или со стороны нагретых агрегатов), жалюзи на окнах, козырьков над окнами;
- применение специальных стекол, не пропускающих лучистую энергию, или двойного остекления с подачей воздуха в пространство между ними;
- вентиляция кабины (салона) подогретым или охлажденным очищенным наружным воздухом.

Известно, что при вентиляции кабины наружным воздухом в летнее время удовлетворительные условия для водителя могут быть получены в большинстве центральных и восточных районов нашей страны. Однако в южных районах желательно применение вентиляции с искусственным охлаждением воздуха. В зимнее время подогрев воздуха в кабине (салоне) необходим на всей территории страны.

Система вентиляции может быть естественной или принудительной. Первая весьма проста и осуществляется путем открытия окон, люков, крышек, но неизбежно связана с образованием сквозняков. Такую систему трудно сочетать с отоплением кузова. Целесообразнее применять принудительную вентиляцию, состоящую из следующих элементов: воздухозаборника (с герметично закрывающейся крышкой); воздухопроводов; фильтра; вентилятора (с приводом от регулируемого электродвигателя). Чтобы у людей, находящихся в кабине (кузове), не было ощущения сквозняка, скорость воздушного потока не должна превышать 0,25 м/с. При работе вентиляторов в кабине (салоне) создается давление несколько выше давления внешней среды, что исключает подсос воздуха через неплотности кабины (кузова).

Отверстия для входа воздуха в систему вентиляции располагают в местах наибольшего давления воздуха, обтекающего кузов, а для выхода - в местах разрежения.

Для машин, работающих в запыленной местности, а также двигающихся в колоннах, обязательна установка в системе вентиляции специальных фильтров, очищающих воздух от пыли и ядовитых компонентов отработавших газов. При этом вентиляторы имеют более мощные электродвигатели.

Количество теплоты, которое поступает в кабину трактора в летнее время (тепловая нагрузка кабины) складывается из тепловыделений внутри кабины (тракториста и механизмов) и теплопоступлений извне (от двигателя, трансмиссии, от солнечной радиации через остекление, от нагретых солнцем ограждений и от внешнего воздуха).

На тракторах теплоприток от двигателя и трансмиссии может достигать значительной величины, так как кабина в ряде случаев примыкает непосредственно к моторному отсеку и обдувается потоком теплого воздуха от радиатора системы охлаждения двигателя, а верхняя часть корпуса трансмиссии часто служит полом кабины. В результате тепловыделений агрегатов трактора вокруг его кабины образуется тепловое поле, температура воздуха в котором, особенно на тракторах с мощными двигателями, может превышать температуру наружного воздуха местности на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. На тракторах с двигателями воздушного охлаждения с потоком воздуха, проходящим поперек машины, указанное превышение температуры воздуха около кабины составляет не более $1,5\text{...}2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Притоки теплоты в кабину от двигателя и трансмиссии могут быть снижены при выполнении ее в виде цельной капсулы с отделением от моторного отсека и трансмиссии.

Для защиты тракториста от воздействия низких и высоких температур иногда применяют кабины с принудительно вентилируемой прослойкой между панелями (рис. 13.10).

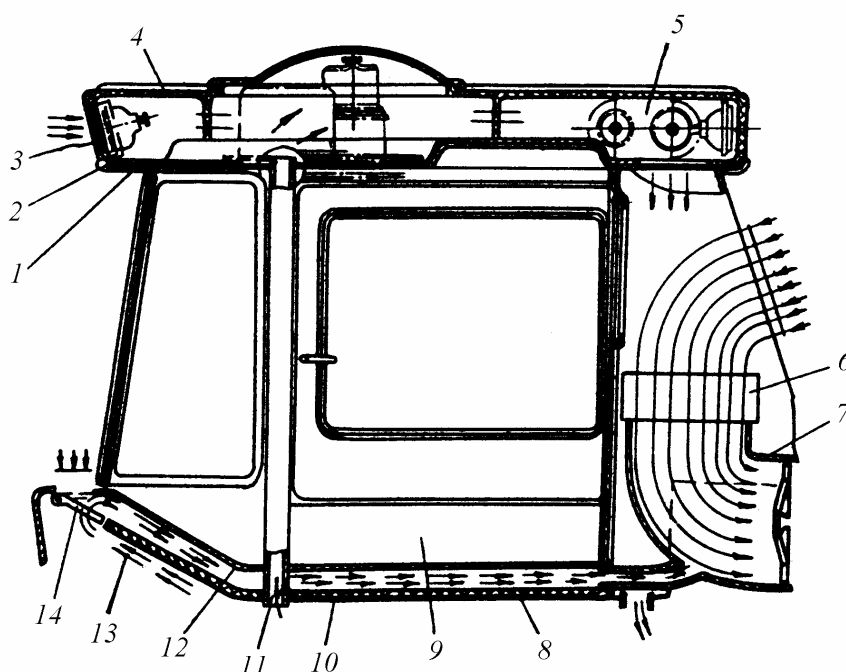


Рис. 13.10. Кабина трактора с принудительно вентилируемой прослойкой между панелями

Кабина имеет полое основание, внутренняя стенка 12 которого является полом, а наружная 8, обращенная к моторному отсеку, обдуваемая теплым потоком 13 воздуха, выполненная с термоизолирующим покрытием 10. В передней части основания установлена заслонка 14, соединяющая полость основания с атмосферой или моторным отсеком. Через основание проходят полые стойки 11, сообщающиеся соответственно с моторным отсеком и полостью крыши 2. На основании и стойках закреплены стенки 9 кабины. При этом стойки 11 снабжены заслонками (не показаны), расположенными в их нижней части.

Крыша 2 кабины представляет собой жесткий коробчатый узел, потолочная панель которого снабжена термошумоизоляционным слоем 1. В полости крыши размещены вентилятор 5 и фары. Крыша с внутренней стороны имеет люки для доступа к агрегатам из кабины, а в передней части - съемный колпак 4, в котором имеется люк для забора атмосферного воздуха.

В задней части полость крыши сообщается с отсеком, служащим двойной стенкой кабины и выполняющим роль воздуховода системы воздухоподдачи двигателя трактора. Отсек снабжен люком (не показан) для подачи атмосферного воздуха к радиатору 6 системы охлаждения двигателя, установленному в средней части отсека и подсоединенному к моторному отсеку направляющим кожухом 7, связанным с полостью основания кабины.

В теплое время года атмосферный воздух продувает полость крыши, при этом заслонки в стойках 11 закрыты. В холодное время года входное отверстие люка 3 закрывается, заслонка 14 переводится в положение, предотвращающее поступлению атмосферного воздуха в полость основания, а заслонки в стойках 11 открываются. В этом случае теплый воздух из моторного отсека будет проходить по пустотелым деталям кабины (основанию, стойкам и крыше) и тем самым защищать ее от влияния холодного внешнего воздуха.

В случае понижения температуры внешней среды воздух, поступающий в кузов, необходимо подогревать с помощью системы отопления. Существуют различные системы отопления кузовов: с использованием теплоты двигателя - от системы охлаждения двигателя (в случае жидкостного охлаждения) или системы выпуска отработавших газов (воздушное охлаждение). В первом случае горячая жидкость из двигателя подается в теплообменник: во втором - выпускной трубопровод имеет водяную рубашку, из которой горячая жидкость поступает в теплообменник. Нагреть воздух, поступающий в кузов, непосредственно через выпускной трубопровод нельзя, так как при этом неизбежно загрязнение воздуха отработавшими газами.

Недостатками систем, использующих теплоту двигателя, являются:

- возможность переохлаждения двигателя при интенсивной работе системы отопления;
- невозможность работы при останове двигателя и зависимость от теплового режима двигателя.

Обогрев кабины (салона) можно обеспечить за счет собственного источника теплоты - независимо от двигателя или в зависимости от двигателя. В первом случае система отопления состоит из подогревателя (топливный насос с электроприводом, распылитель, свеча), теплообменника, вентилятора с электродвигателем. Теплоносителем является воздух или жидкость. Во втором случае насос подогревателя не имеет собственного привода и действует только при работающем двигателе. Недостатком таких систем является дополнительный расход топлива.

Наибольшее распространение получили системы отопления, связанные с системой жидкостного охлаждения двигателя. Они просты, эффективны для кабин (салонов) небольших размеров и исключают попадание в них отработавших газов. Количество воздуха, поступающего в кабину (салон) через такие системы, зависит не только от интенсивности работы вентилятора, но и от скорости встречного потока воздуха.

Жидкостной системой отопления кабины оборудован автомобиль КамАЗ (рис. 13.11). Отопитель кабины представляет собой жидкостной радиатор 8, куда подается горячая вода из системы охлаждения двигателя. Перед радиатором со стороны кабины установлены два вентилятора с электродвигателями 19, закрытые общим кожухом. Горячий воздух по воздуховодам поступает в шланг обдува ветрового стекла 5 и от него к соплам 3, уставленным под ветровыми стеклами. К ногам водителя и пассажиров воздух подается из отверстий в нижней стенке воздухораспределителей.

Количество горячего воздуха, подаваемого к ногам водителя и пассажиров, регулируется заслонками, управляемыми с панели приборов тросами 6 и 7. По шлангам 4 горячий воздух подается к боковым стеклам. Отопление кабины производится горячим воздухом обогрева лобовых и боковых стекол.

Тепловой поток регулируется краном 10 подачи горячей воды к радиатору отопителя. Изменение направления потока воздуха осуществляется воздушными заслонками.

Кабины грузовых автомобилей оборудованы смешанной системой вентиляции - естественной и принудительной.

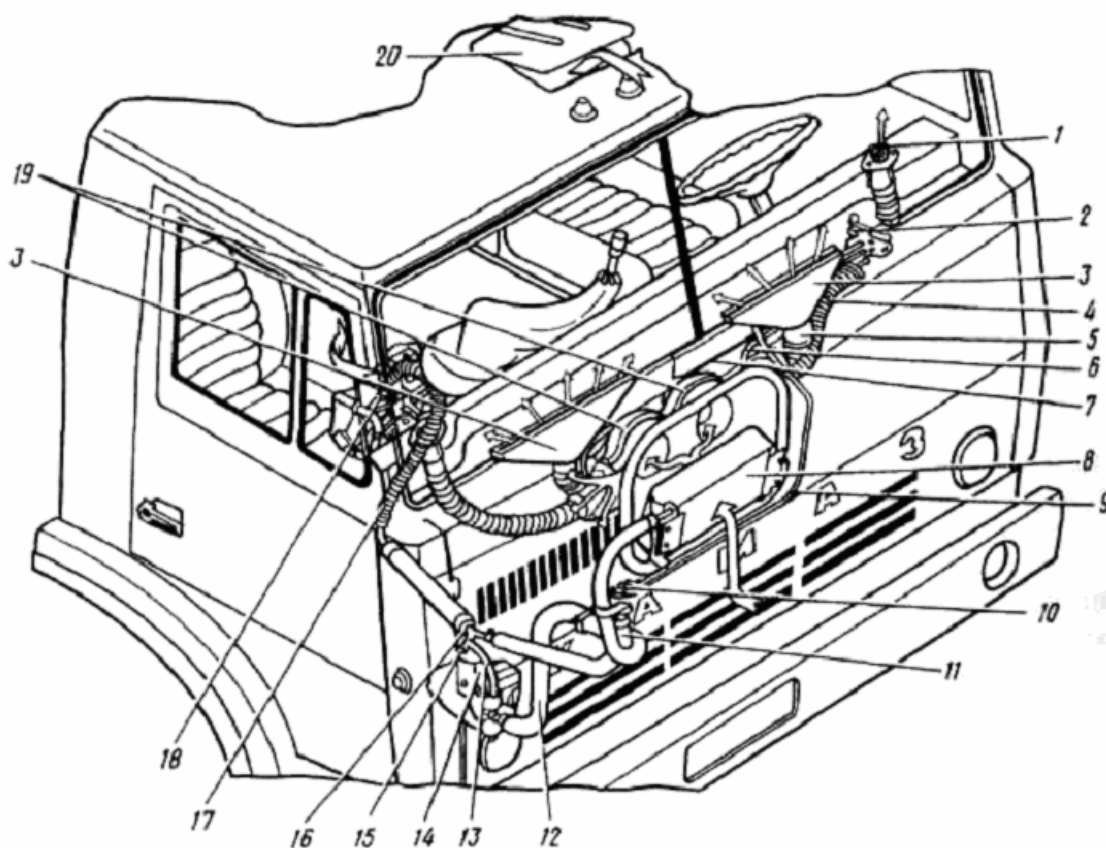


Рис. 13.11. Система отопления и вентиляции кабины:

1 - распределитель горячего воздуха; 2 - привод управления отоплением; 3 - сопло обдува ветрового стекла; 4 - шланг обдува бокового стекла; 5 - шланг обдува ветрового стекла; 6 - трос управления левой заслонкой распределителя; 7 - трос управления правой заслонкой распределителя; 8 - радиатор отопителя; 9 - трос крана отопителя; 10 - кран отопителя; 11 - передний подводящий шланг отопителя; 12 - отводящий шланг отопителя; 13 - сливной шланг; 14 - радиатор двигателя; 15 - сливной кран; 16 - подводящая труба отопителя; 17 - средний подводящий шланг отопителя; 18 - патрубок отбора воды; 19 - электродвигатели; 20 - вентиляционный люк

Естественная вентиляция обеспечивается подачей свежего воздуха через воздухозаборники, расположенные в передней части кузова под ветровым стеклом. Кроме этого, естественная вентиляция может осуществляться через открытые поворотные форточки и через верхний вентиляционный люк 20, расположенный на крыше кабины.

Эффективным средством снижения тепловой нагрузки кабины (кузова) и защиты тракториста и водителя автомобиля от прямой и отраженной от поверхности земли солнечной радиации является применение теплозащитных тонированных стекол. Помимо этого в ряде случаев применяются наружные солнцезащитные козырьки.

При температуре окружающей среды выше 35...40°C воздух, поступающий в кузов, следует охлаждать с помощью кондиционеров, состоящих из компрессора, конденсатора, сборника и испарителя и помещенных в воздуховод. В качестве хладагента применяют, напри-

мер, фреон-12 с температурой замерзания -155°C и испарения $+29,8^{\circ}\text{C}$. В кондиционерах имеется ряд дополнительных устройств (охладитель, маслоотделитель, грязеулавливатель, система автоматического управления), которые увеличивают их массу, размеры и стоимость. Обычно кондиционеры обеспечивают температуру внутри кузова на $7...12^{\circ}\text{C}$ ниже температуры окружающего воздуха (при закрытых окнах).

Важным является вибрационная защита тракториста и водителя автомобиля в кабине (салоне). С этой целью кабины устанавливаются на виброизоляторы - резиновые амортизаторы.

Нормируемые параметры вибрации на сиденье тракториста обеспечиваются выбором необходимых параметров подвески трактора и применением подрессоренного сиденья (рис. 13.12).

Сиденье такого типа включает остов 3, механизм подвески, подушку 1 и спинку 2. Механизм подвески состоит из кронштейна 9, рычагов 8 и амортизирующего устройства, состоящего из пружины 5 и двух кронштейнов 4 и 7. Для гашения вертикальных колебаний внутри цилиндрической пружины 5 установлен гидравлический телескопический амортизатор 6.

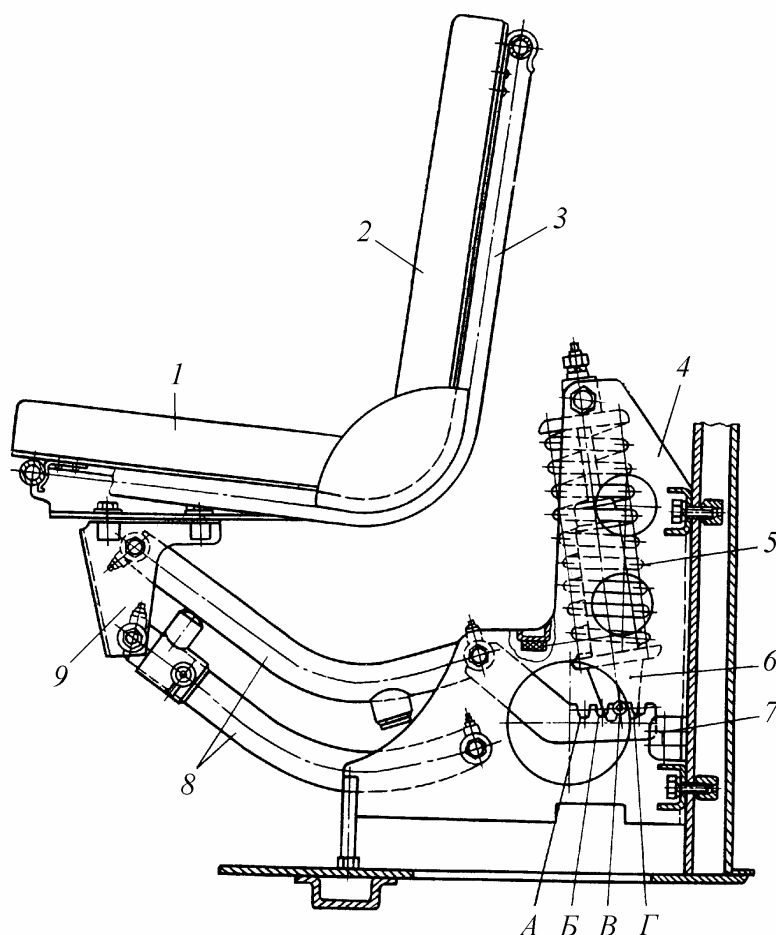
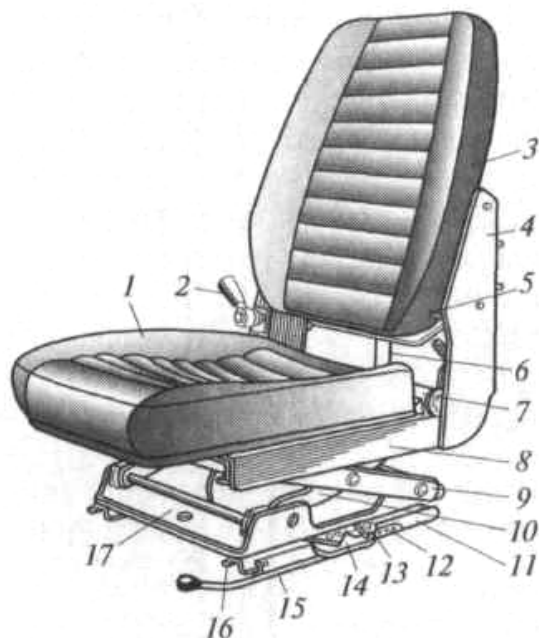


Рис. 13.12. Подрессоренное сиденье тракториста

Регулировка жесткости подвески сиденья в зависимости от веса тракториста осуществляется перестановкой нижней оси амортизатора *б* в пазах *А, Б, В* и *Г* рычага.

Угол наклона спинки сиденья может изменяться по желанию от 2 до 22°. Сиденье может перемещаться относительно рулевой колонки в пределах 150 мм.



На рис. 13.13 представлено сиденье водителя грузового автомобиля КамАЗ.

Рис.13.13. Сиденье водителя автомобиля КамАЗ:

1 - подушка; 2 - рукоятка механизма регулировки угла закрутки торсиона; 3 - спинка; 4 - боковина сиденья; 5 - рычаг гребенки; 6 - амортизатор; 7 - труба торсиона; 8 - остов сиденья; 9, 10 - рычаги шарниров подвески; 11, 16 - нижние и верхние направляющие; 12 - гребенка; 13 - возвратная пружина; 14 - стопор; 15 - рычаг стопора; 17 - поперечина рычагов

Сиденье водителя автомобиля КамАЗ поддрессорено, имеет продольную регулировку, регулировку угла наклона спинки и регулировку преднатяга упругого элемента сиденья. К остоу 8 (рис. 13.13) сиденья шарнирно прикреплены с каждой стороны нижние концы двух наклонных рычагов 9 шарниров подвески. На верхних концах одних рычагов закреплены пластинчатые торсионы, установленные в трубе 7, закрепленной в остоу 8 сиденья. Верхние концы других рычагов связаны с остоу 8 сиденья. Между остоу сиденья и поперечиной остова сиденья установлен телескопический гидравлический амортизатор 6.

Рычаг 15 стопора позволяет регулировать продольное перемещение сиденья. Продольное перемещение сиденья осуществляется передвижением верхних направляющих 16 вместе с механизмом поддрессоривания и сиденьем по нижним направляющим 11, прикрепленным к полу кабины. С помощью рычага 5 гребенки регулируется наклон спинки сиденья. Поскольку деформация упругого элемента сиденья пропорциональна массе водителя предусмотрена коррекция предварительной закрутки торсиона в зависимости от массы водителя. При качании рукоятки 2 механизма регулировки угла закрутки торсиона происходит или его закручивание с увеличением его упругой силы, или, наоборот, раскручивание и уменьшение его упругой силы.

Известно, что звуковые колебания передаются в кабину через детали шасси («структурный» шум) и через различные неплотности в дверных проемах, окнах, отверстиях для тяг и трубопроводов, а также вследствие определенной звукопроницаемости стенок («воздушный» шум).

Прежде всего следует стремиться уменьшить или исключить структурный шум. Самым эффективным способом защиты от шума в кабине (салоне) является уменьшение звуковой мощности его источника.

Для этого: совершенствуют конструкцию, рабочие процессы двигателя и систему выпуска отработавших газов из двигателя; уменьшают вибрацию элементов трансмиссии, колес и подвески; совершенствуют форму машины, делают ее более обтекаемой; улучшают систему вентиляции и отопления и т. д. Кроме того, улучшают звукоизолирующую способность конструкции, для чего между элементами конструкции устанавливают эластичные прокладки, на тонкостенные детали наносят материалы с высокой внутренней вязкостью, вместо плоских деталей применяют выпуклые (вогнутые), гофрированные.

Защита от воздушного шума обеспечивается использованием звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов, а также устранением неплотностей.

Волокнистые и пористые материалы (войлок, вата, поролон и др.) также обладают определенными звукоизолирующими свойствами, почти не зависящими от их плотности. Поэтому целесообразно использовать более легкие материалы. Установлено, что в отличие от плотных материалов (сталь, алюминий, стеклопластик) при увеличении толщины волокнистых материалов очень быстро достигается предел эффективности звукоизоляции.

Коэффициент звукопоглощения у всех материалов при низких частотах значительно ниже, чем при высоких. Поэтому защита от шума низкой частоты сложнее, чем от шума высокой частоты. Эффективной является наклейка различных звукопоглощающих материалов одного на другой, а также установка их между собой на некотором расстоянии.

При использовании волокнистых и пористых материалов в кбинах (салонах) возникают трудности, связанные с необходимостью их защиты от загрязнения, влаги и механических воздействий, приводящих к разрушению. Их покрывают мягкими (тканевыми) или твердыми обивочными материалами. Если для внутренней отделки применяют твердые материалы (картон, пластмассу), то для увеличения звукопоглощения в них выполняют отверстия с суммарной площадью 20...30% общей площади панели. При правильном расположении по-

ристых мягких материалов они могут обеспечивать необходимую звукоизоляцию, а не только звукопоглощение.

Для оптимального уменьшения уровня шума в кабине (кузове) целесообразно одновременное применение всех средств защиты от распространения звука. Например, наружный стальной лист покрывают изнутри амортизирующим материалом (вдвое толще листа), пространство между наружным и внутренним листами заполняют стекловолокном плотностью 50 кг/м^3 , а внутреннюю обшивку выполняют из листа с отверстиями. Большое значение при этом имеют покрытие и наполнитель: толщина наполнителя должна быть $50 \dots 100$ мм, а масса покрытия должна составлять $15 \dots 20\%$ массы наружного листа (обычно толщина его равна двум толщинам листа).

Для исключения передачи звуковых колебаний корпус рулевой колонки покрывают слоем пластмассы толщиной $2 \dots 3$ мм, а полость между корпусом и валом заполняют эластичным пенополиуретаном. Все тяги и трубопроводы, входящие в кабину (кузов), также покрывают пластмассой. Кроме того, обеспечивают полную герметизацию кабины (салона), так как наличие даже незначительных неплотностей делает неэффективной всю работу по защите от шума.

Виброизоляция является средством уменьшения динамических нагрузок, передаваемых от источника. Эффективность виброизоляции, характеризующая снижение уровня колебаний защищенных конструкций, одинакова при защите виброизолируемого объекта от внешних колебаний и защите связанных с ним конструкций.

Виброизоляция в реальных конструкциях в принципе не может осуществляться без вибропоглощения, которое заключается в преобразовании колебательной энергии в тепловую вследствие потерь энергии вибрации, имеющих место в обычных конструкционных материалах или в специальных вибропоглощающих материалах и конструкциях. Потери в последних во много раз превосходят потери в обычных конструкционных материалах.

Вибропоглощение осуществляется путем нанесения вибропоглощающих покрытий на агрегаты и сборочные единицы трактора и автомобиля, применения конструкционных материалов с повышенными гистерезисными потерями, различных демпферов колебаний и локальных вибропоглотителей.

13.5. Нормализация микроклимата в кабине (салоне) и защита воздушной среды от вредных примесей

В соответствии со стандартами кабины должны оборудоваться устройством для нормализации микроклимата. Поскольку тракторы и

автомобили используются практически во всех климатических зонах и эксплуатируются в течение всего года, то для нормализации микроклимата в кабине необходимы устройства для отопления, вентиляции, охлаждения и очистки воздуха - установки кондиционирования воздуха.

Общим функциональным узлом системы нормализации микроклимата (СНМ) кабин является вентиляционный блок, обеспечивающий необходимую подачу воздуха. Его основу составляет, как правило, радиальный центробежный вентилятор со спиральным корпусом, рабочим колесом с лопатками определенного профиля и приводным электродвигателем.

СНМ, применяемая на тракторах МТЗ-80/82 (рис. 13.14), состоит из наружного воздухозаборника 1 с фильтрами грубой 2 и тонкой 3 очистки воздуха, внутреннего воздухозаборника 4, водяного бака 5 с фильтром, корпуса с отопителем и охладителем, системы подачи и распределения охлажденного или подогретого воздуха.

Радиатор 6 отопителя шлангами 7 и 8 соединен с системой охлаждения двигателя. При открывании запорного крана 9 горячая вода из системы охлаждения поступает в радиатор отопителя. Центробежный вентилятор 10, приводимый в движение электродвигателем 11, подает очищенный наружный воздух к радиатору 6. Нагретый воздух через систему воздухораспределения поступает в кабину трактора. Степень его подогрева регулируется рециркуляционным люком и заслонками.

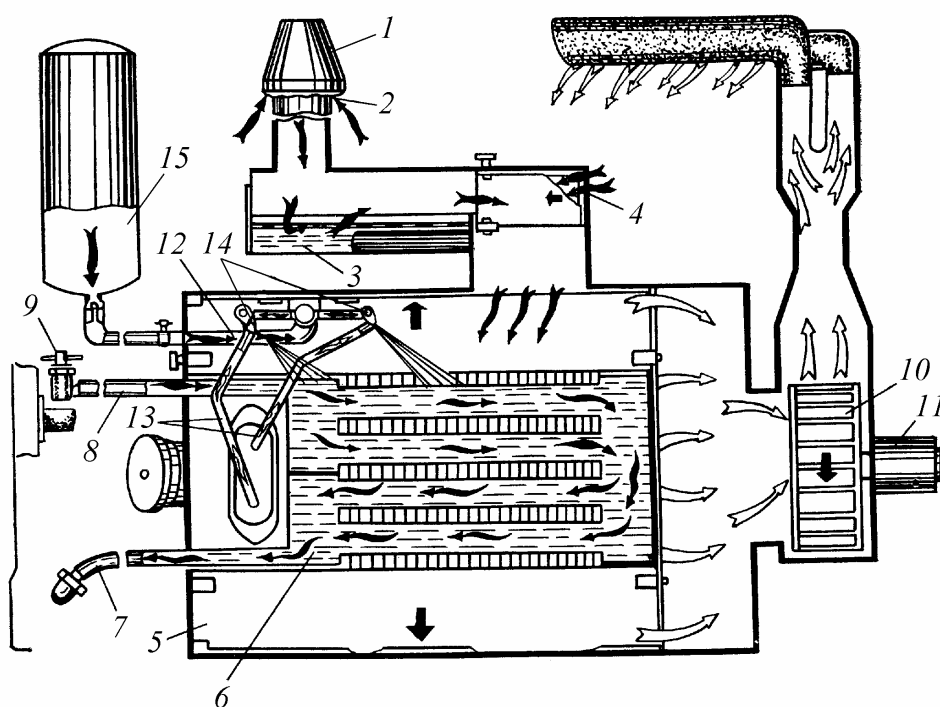


Рис. 13.14. Схема СНМ тракторов МТЗ-80/82

Под действием разрежения, возникающего от прохождения струи сжатого воздуха из трубки 12 над водяной трубой, вода поступает из бака 5 по трубкам 13 к распылителям 14. Сжатый воздух подается от ресивера 15 пневмосистемы трактора. Наружный очищенный воздух, направляемый вентилятором в корпус блока, отдает теплоту на испарение поступающей из распылителей воды, увлажняясь при этом, и поступает через систему воздухораспределения в кабину.

В летний период охлаждение воздуха в кабине происходит за счет отбора теплоты от него на испарение распыленной воды.

Для нормальной работы охлаждающей установки требуется периодическая промывка фильтров и доливка через 5...6 ч работы воды в бак 5.

В современных конструкциях тракторов и автомобилей широкое распространение получают установки кондиционирования воздуха.

Кондиционирование воздуха - это процесс, при котором воздух охлаждается, очищается и высушивается прежде чем поступит в кабину (салон) или циркулирует внутри кабины (салона) при рециркуляции воздуха. Обычно, система кондиционирования выносит теплоту из кабины (кузова) трактора и автомобиля в атмосферу.

Обычная система кондиционирования способна поддерживать в кабине (салоне) на 10...15 °С ниже, чем за его пределами.

Для получения низких температур используют физические процессы, которые сопровождаются поглощением теплоты.

Совокупность технических устройств, необходимых для осуществления холодильного цикла, называется в общем случае холодильной машиной. В зависимости от используемого хладагента кондиционеры делят на две группы: паровые и газовые. В испарителе парового кондиционера происходит испарение хладагента при подводе к нему теплоты от охлаждаемого объекта, а в конденсаторе при отводе теплоты от хладагента в окружающую среду (в воздух или в воду) - его конденсация. В паровых кондиционерах в качестве хладагента используются аммиак и хладон - фтористые или хлористые производные предельных углеводородов. В газовых кондиционерах в качестве хладагента используется воздух.

В зависимости от способа подачи хладагента в конденсатор различают парокомпрессионные, абсорбционные и парожетторные паровые кондиционеры. В паровых и газовых (воздушных) кондиционерах рабочий цикл осуществляется за счет механической работы компрессора. В абсорбционных и парожетторных кондиционерах рабочий цикл осуществляется в результате подвода теплоты.

По принципу действия кондиционеры можно разделить на сле-

дующие типы: с воздушной холодильной машиной; термоэлектрические; испарительные; абсорбционные; парожетторные и пароконпрессионные. Для непрерывного охлаждения требуется по меньшей мере три тела: охлаждаемое (воздух в салоне автомобиля); приемник теплоты (охлаждающая среда) и третье, переносящее теплоту от первого ко второму, называемое хладагентом. Таким образом, хладагент, претерпевая ряд изменений, должен быть возвращен в первоначальное состояние и непрерывно совершать круговой цикл. На одном из участков цикла хладагент в результате теплообмена получает теплоту из кабины (салона) трактора или автомобиля, которую необходимо передать приемнику теплоты (охлаждающей среде). Температура окружающей среды выше температуры хладагента, поэтому самопроизвольно такой переход теплоты невозможен. Для этого на другом участке цикла к хладагенту необходимо подводить энергию в виде работы или теплоты для повышения его температуры настолько, чтобы хладагент мог передать полученную в предшествующих процессах теплоту окружающей среде.

В испарителе пароконпрессионного кондиционера происходит испарение хладагента (кипение) при подводе теплоты из кабины (салона), а в конденсаторе при отводе теплоты от хладагента в окружающую среду - его конденсация. В пароконпрессионных кондиционерах используются аммиак и хладоны - фтористые и хлористые производные предельных углеводов.

Обеспечение требуемых температур кипения и конденсации хладагента в цикле пароконпрессионного кондиционера машины осуществляется за счет механической работы компрессора.

Работа кондиционера заключается в следующем (рис. 13.15). Компрессор *1* охлаждения приводится в движение поликлиноременной передачей от шкива коленчатого вала двигателя. В компрессоре происходит сжатие хладоносителя (рабочего газа кондиционера) до давления порядка 3 МПа. При этом газ сильно нагревается. Газ, поступающий после компрессора в конденсатор *3*, охлаждается благодаря потоку набегающего воздуха от вентилятора *4*. При этом газ конденсируется и превращается в жидкость.

Под высоким давлением жидкость проходит через испаритель *11*, охлажденная жидкость отбирает теплоту от продуваемого вентилятором *4* через него воздуха. Охлажденный воздух поступает в салон автомобиля. Вследствие снижения давления с помощью редукционного клапана *14*, рабочее тело в газообразном состоянии под низким давлением поступает назад в компрессор. Цикл повторяется до бесконечности, пока работает компрессор. Включение компрессора кондиционера происходит благодаря команде с электронного блока управ-

ления климатической системой на электромагнитное или фрикционное сцепление, вмонтированное в шкив компрессора.

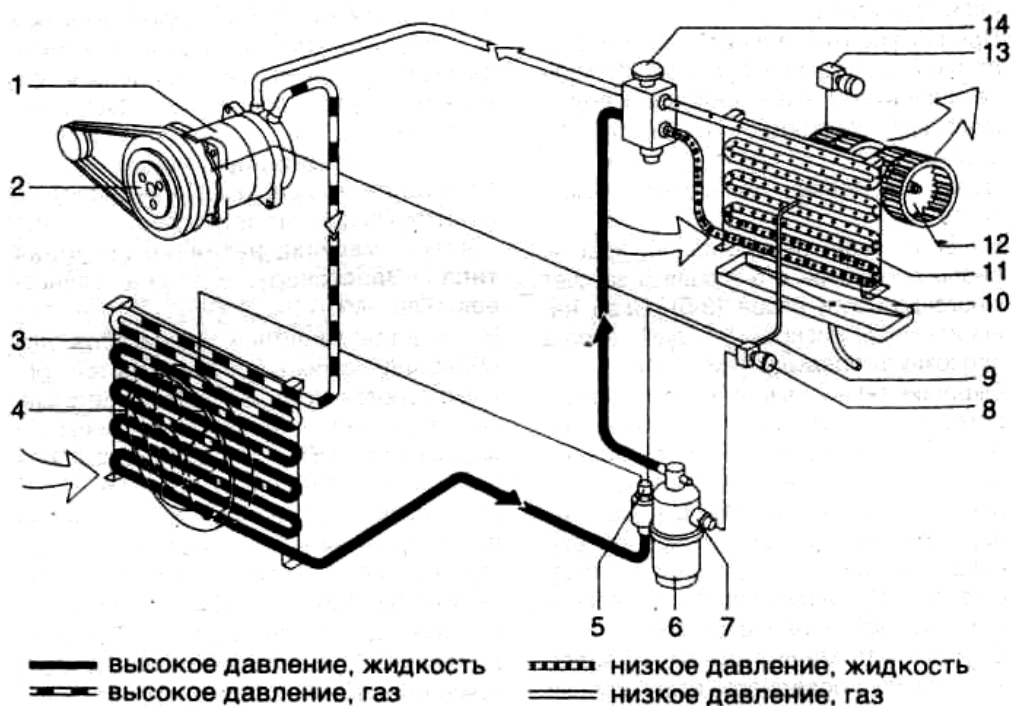


Рис. 13.15. Контур охлаждения системы кондиционирования воздуха:

1 - компрессор; 2 – электромагнитное или фрикционное сцепление (для выполнения функций включения-выключения компрессора); 3 - конденсатор; 4 - вспомогательный вентилятор; 5, 7 - датчики давления; 6 - фильтр-осушитель; 8 - температурный выключатель; 9 - термодатчик; 10 - поддон для конденсата; 11 - испаритель; 12 - вентилятор испарителя; 13 - выключатель вентилятора; 14 - редукционный клапан

Автомобильные фирмы начинают использовать климатические системы с центральным совмещенным блоком отопления и охлаждения, блоком воздухозаборника с вентилятором и заслонкой рециркуляции; при этом блок воздухозаборника с вентилятором находится сбоку от блока отопления и охлаждения. Такая конструкция более компактна и находит все большее применение на легковых автомобилях.

Преимущества такой схемы особенно проявляются при использовании в салоне автомобиля так называемой многозонной климатической системы, когда воздух обрабатывается в центральном совмещенном и дополнительном блоке, установленном в задней части салона автомобиля. При этом многозонная климатическая система комплектуется более компактными теплообменниками суммарной мощностью, не уступающей теплообменнику при системе с центральным совмещением, а пассажиры в передней части салона и на задних си-

днях получают возможность самостоятельно управлять комфортом по своему желанию.

Разработка и внедрение компактных и высокоэффективных паяных алюминиевых и медных теплообменников новых конструкций позволяет разработчикам климатических систем оснащать современные легковые автомобили более компактными, но более производительными блоками обработки воздуха.

При этом появилась возможность объединить в компактный единый узел (моноблок) элементы климатической системы такие, как: отопитель, блок охлаждения, вентилятор с воздухозаборником и заслонкой рециркуляции, систему заслонок распределителя обработанного воздуха и даже фильтр очистки воздуха.

Важное значение имеет разработка систем управления климатическими системами.

Применение климатической системы с ручным управлением предполагает регулирование в ручном режиме температуры и переключение расходов, направлений потоков воздуха в зависимости от условий окружающей среды и температуры воздуха внутри салона.

Климатическая установка с автоматической системой управления представляет собой систему, позволяющую автоматически поддерживать заданные параметры воздуха в салоне автомобиля при любых внешних погодных условиях, определенных техническими условиями на установку.

Автоматическая система управления климатической системой позволяет освободить водителя от сложных операций по управлению параметрами воздуха.

На современных легковых автомобилях применяют автоматические системы управления двух типов:

- автоматическую систему на базе электрических приборов (климатическая система);
- автоматическую систему с электронным управлением (климат - контроль).

Климат-контроль автоматически управляет охлаждением или нагревом воздуха, поддерживая, таким образом, температуру в салоне в определенном диапазоне, заданном пассажирами.

В настоящее время существуют большое количество систем с климат-контролем. Каждый автопроизводитель адаптирует систему того или иного типа под конкретную модель автомобиля.

Системы с автоматическим регулированием содержат те же элементы, что и системы конвективного кондиционирования, но обычно добавляется дополнительное управление компрессором. Общее управление системой осуществляет блок электронного управле-

ния, как отдельный для климат-контроля, так и общий - электронной системы управления двигателем.

Датчики, расположенные снаружи и/или внутри автомобиля, снабжают систему управления информацией о внутренней и наружной температурах. В соответствии с этой информацией, система осуществляет управление отоплением и/или охлаждением, сообразуясь с требованиями пассажиров.

Управление температурой воздуха внутри салона автомобиля осуществляется открытием или закрытием различных жалюзи воздуховодов, а также скоростью вращения вентилятора, прогоняющего воздух через матрицу отопителя и испарителем. На некоторых моделях автомобилей имеются жалюзи даже в корпусе между матрицей отопителя и испарителем. Если воздух в салоне требуется нагреть, то жалюзи открываются, давая возможность отводить от отопителя в салон большее количество теплоты. Если требуется подать в салон большее количество холодного воздуха, то жалюзи закрываются. Это ограничивает теплоотвод от отопителя и увеличивает охлаждающее действие испарителя.

Автоматическая система на базе электрических приборов (климатическая система) автоматически контролирует и поддерживает температуру и скорость воздушных потоков в кабине автомобиля. Здесь переключение режимов отопления и вентиляции или охлаждения, переключение направления потоков воздуха в режиме рециркуляции или приточного воздуха производится в ручном режиме.

Автоматическая система с электронным управлением (климат - контроль) имеет в своем составе микрокомпьютер с дисплеями различных типов, позволяющий дополнительно к функциям автоматического поддержания заданной температуры управлять переключением режимов работы системы (отопление, вентиляция, охлаждение), подачей воздуха в ступенчатом или бесступенчатом режиме и переключением направлений потоков воздуха внутри салона по зонам в зависимости от внешних и внутренних условий.

Важное место в системе вентиляции кабины (салона) трактора и автомобиля занимает очистка вентиляционного воздуха от пыли.

Самым распространенным способом очистки вентиляционного воздуха от пыли в кабинах является его фильтрация в фильтрах из картона, синтетических волокнистых материалов, модифицированного пенополиуретана и др. Однако, для эффективного использования таких фильтров, отличающихся небольшой пылеемкостью и меньшим числом технических обслуживаний, необходимо снижать концентрацию пыли на входе в фильтр. Для этого на входе в фильтр устанавливают

пылеотделители инерционного типа с непрерывным удалением уловленной пыли для предварительной очистки воздуха.

Высокая экономичность и универсальность устройств обеспыливания воздуха кабин тракторов и автомобилей может быть достигнута, если в них применять эффективный малогабаритный пылеотделитель.

В настоящее время имеется целый ряд разработок систем вентиляции кабин, в которых применяется ротационный пылеотделитель того или иного типа.

На рис. 13.16 показана принципиальная схема блока отопителя легкового автомобиля с устройством обеспыливания воздуха.

На входе в радиатор отопителя установлен ротационный пылеотделитель 1, имеющий корпус, сепарационный ротор с каналами, параллельными оси вращения, диагональный вентилятор на входе в ротор и спрямляющий аппарат на выходе из ротора. Привод ротора осуществляется от электродвигателя. Сочетание с пылеотделителем диагонального вентилятора на входе в ротор и спрямляющего аппарата на выходе из ротора позволило получить высокие аэродинамические параметры пылеотделителя.

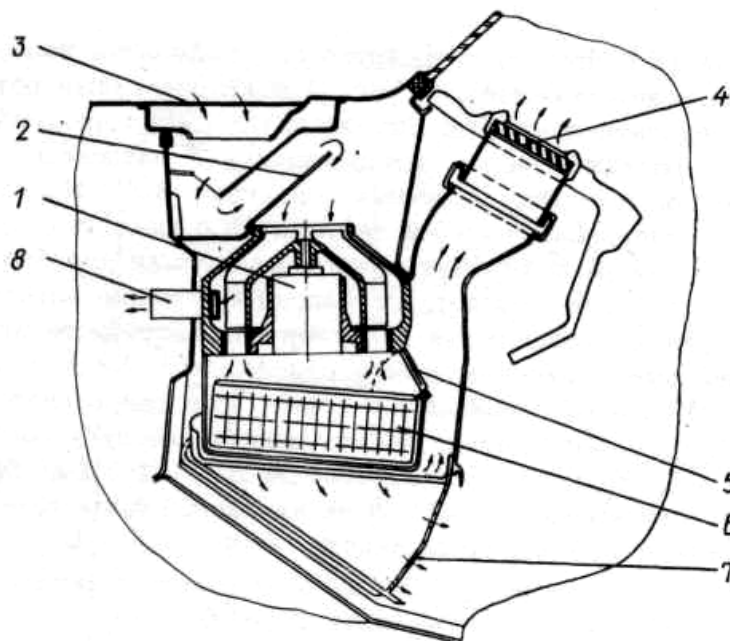


Рис. 13.16. Блок отопителя автомобиля с пылеотделителем :

1 - ротационный пылеотделитель; 2 - крышка; 3 - воздухозаборник; 4 - дефлектор; 5 - крышка обводного канала; 6 - радиатор отопителя; 7 - нижний люк; 8 - выброс пыли

Принципиальная схема установки кондиционирования воздуха кабины трактора представлена на рис. 13.17. Конструкция выполнена на базе хладоновой холодильной машины, которая регулирует температуру поступающего в кабину очищенного воздуха. Система заполняется жидким фре-

оном под давлением. Воздух перед входом в кабину проходит через фильтр и теплообменник испарителя 4.

Температура охлажденного воздуха регулируется термостатом 5, который включает и выключает электромагнитную муфту привода компрессора 8. Вал компрессора приводится во вращение от вала двигателя через клиноременную передачу.

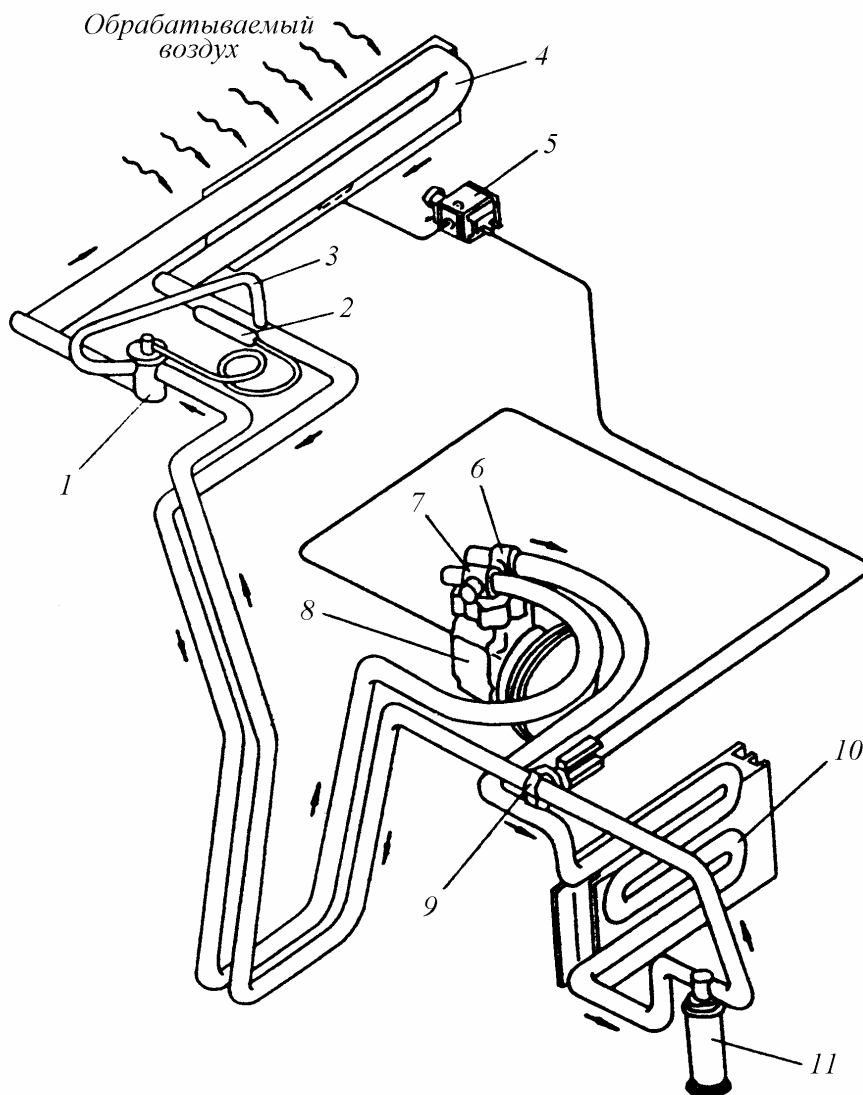


Рис. 13.17. Принципиальная схема конструкции кондиционера кабины трактора:
1 - терморегулирующий вентиль; 2 - датчик температуры; 3 - перепускной трубопровод; 4 - теплообменник испарителя; 5 - термостат; 6 - нагнетательный патрубок компрессора; 7 - всасывающий патрубок компрессора; 8 - компрессор; 9 - датчик контроля температуры; 10 - теплообменник конденсатора; 11 - ресивер

Компрессор забирает пары фреона низкого давления из теплообменника испарителя 4 и нагнетает в теплообменник 10 конденсатора. В конденсаторе пары фреона превращаются в жидкий фреон, который через ресивер 11 поступает в теплообменник 4 испарителя. В испарителе жидкий фреон, расширяясь, превращается в парообразный и охлаждается. Воздух, проходя через теплообменник испарителя, охлаждается и поступает в ка-

бину трактора. Температура охлажденного воздуха может регулироваться с помощью вентиля 1, который часть жидкого фреона, минуя испаритель 4, перепускает обратно через компрессор.

На современных зарубежных тракторах для нормализации микроклимата в кабинах широко применяется климат-контроль с эффективной очисткой пыли при подаче воздуха в кабину.

Контрольные вопросы

1. Перечислите конструктивные решения защитных устройств кабин тракторов. 2. Типы кузовов современных легковых автомобилей. 3. Как устроены отопление и вентиляция кабины (салона) трактора и автомобиля? 4. Поясните принцип работы кондиционера. 5. Что такое климат-контроль и чем он отличается от работы простого кондиционера?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автомобили**/ А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский, В.А. Чернышов; Под ред. А.В. Богатырева. - М.: Колос, 2001. - 496 с.

2. **Богатырев А.А., Лехтер В.Р.** Тракторы и автомобили/ Под ред. А.В. Богатырева. - М.: КолосС, 2005. - 400 с.

3. **Вахламов В.К.** Автомобили: Основы конструкции. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.

4. **Конструкция автомобиля. Шасси**/ Н.В. Гусаков, И.Н. Зверев, А.Л. Карунин и др.; Под общ. ред. А.Л. Карунина. - М.: МГТУ «МАМИ», 2000. – 528 с.

5. **Михайловский Е.В.,** Серебряков К.Б., Тур Е.Я. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.

6. **Многоцелевые** гусеничные и колесные машины: Конструкция/ Г.И. Гладов, А.В. Вихров, В.В. Кувшинов, В.В. Павлов; Под ред. Г.И. Гладова. – М.: Транспорт, 2001. – 272 с.

7. **Перхальский А.П., Перхальский И.А.** Устройство автомобилей. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 528 с.

8. **Тракторы** / В.М. Шарипов, Е.С. Наумов, А.П. Парфенов и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: Попечительский совет УИС, 2006. – 316 с.

9. **Тракторы. Конструкция**/ И.П. Ксенович, В.М. Шарипов, Л.Х. Арустамов и др.; Под общ. ред. И.П. Ксеновича, В.М. Шарипова. - М.: Машиностроение, 2000. - 821 с.

10. **Устройство** тракторов/ В.М. Шарипов, К.И. Городецкий, А.П. Маринкин и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 320 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Раздел I. Общие сведения о тракторах и автомобилях	5
Глава 1. Назначение, классификация и общая компоновка тракторов и автомобилей	5
1.1. Назначение и классификация тракторов	5
1.2. Назначение и классификация автомобилей	7
1.3. Основные механизмы и системы трактора и автомобиля	12
1.4. Типаж тракторов и автомобилей	17
1.5. Общая компоновка тракторов и автомобилей	19
<i>Контрольные вопросы</i>	32
Раздел II. Трансмиссия	33
Глава 2. Общие сведения	33
2.1. Назначение и классификация трансмиссий	33
2.2. Передаточное число трансмиссии, КПД и ведущие моменты	36
<i>Контрольные вопросы</i>	38
Глава 3. Сцепление	39
3.1. Однодисковые сцепления	40
3.2. Двухдисковые сцепления	46
3.3. Ведомые фрикционные диски	51
3.4. Двухпоточные сцепления	55
3.5. Привод управления сцеплением	59
3.6. Уход за сцеплениями	64
<i>Контрольные вопросы</i>	65
Глава 4. Коробка передач и раздаточная коробка	66
4.1. Коробка передач. Общие сведения	67
4.2. Принципиальные кинематические схемы и работа коробок передач	73
4.3. Механизмы управления коробками передач	82
4.4. Примеры конструкций коробок передач	93
4.5. Увеличитель крутящего момента и ходоуменьшитель	100
4.6. Гидромеханическая передача	101
4.7. Раздаточная коробка	103
4.8. Смазывание механизмов коробки передач	110
4.9. Уход за коробкой передач и раздаточной коробкой	111
<i>Контрольные вопросы</i>	113
Глава 5. Соединительные муфты и карданные передачи	114
5.1. Жесткие и упругие соединительные муфты	115
5.2. Карданные шарниры и карданные передачи	117
5.3. Уход за соединительными муфтами и карданными передачами	129
<i>Контрольные вопросы</i>	129
	349

Глава 6. Ведущие мосты	130
6.1. Центральная (главная) передача	130
6.2. Дифференциалы колесных тракторов и автомобилей	138
6.3. Конечные (колесные) передачи	147
6.4. Ведущие полуоси.....	150
6.5. Особенности конструкции передних ведущих мостов колесных тракторов	153
6.6. Механизмы поворота гусеничных тракторов	155
<i>Контрольные вопросы</i>	163
Раздел III. Ходовая часть	164
Глава 7. Остов (несущая система)	164
7.1. Остов автомобиля	164
7.2. Остов трактора	166
<i>Контрольные вопросы</i>	167
Глава 8. Движитель	169
8.1. Колесный движитель	169
8.2. Передние управляемые и поддерживающие мосты	179
8.3. Установка управляемых колес	182
8.4. Гусеничный движитель	185
8.5. Уход за движителем	200
<i>Контрольные вопросы</i>	202
Глава 9. Подвеска	203
9.1. Общие сведения	203
9.2. Подвески колесных тракторов и автомобилей	204
9.3. Амортизаторы	212
9.4. Подвески гусеничных тракторов	216
9.5. Уход за подвеской	223
<i>Контрольные вопросы</i>	224
Раздел IV. Системы управления тракторами и автомобилями	225
Глава 10. Рулевое управление колесных тракторов и автомобилей	225
10.1. Рулевой привод	228
10.2. Рулевой механизм	232
10.3. Гидрообъемное рулевое управление (ГОРУ).....	242
10.4. Привод рулевого механизма	246
10.5. Уход за рулевым управлением	248
<i>Контрольные вопросы</i>	249
Глава 11. Тормозное управление	250
11.1. Тормозные механизмы	251
11.2. Тормозные приводы	263
11.3. Регуляторы тормозных сил	271
11.4. Антиблокировочные системы	273
11.5. Тормоза-замедлители	273
11.6. Стояночный тормоз	274
11.7. Уход за тормозным управлением	275

<i>Контрольные вопросы</i>	275
Раздел V. Рабочее и вспомогательное оборудование	276
Глава 12. Рабочее и вспомогательное оборудование	276
12.1. Гидравлическая навесная система	276
12.2. Тягово-сцепные устройства	299
12.3. Система отбора мощности	305
12.4. Грузовые кузова	311
<i>Контрольные вопросы</i>	313
Раздел VI. Рабочее место тракториста и водителя автомобиля	314
Глава 13. Кабины и кузова	314
13.1. Кабина трактора	314
13.2. Кабины и кузова автомобилей	318
13.3. Рабочее место тракториста и водителя автомобиля	324
13.4. Тепловая, шумовая и вибрационная защита кабины (салона) трактора и автомобиля	330
13.5. Нормализация микроклимата в кабине (салоне) и защита воздушной среды от вредных примесей	339
<i>Контрольные вопросы</i>	348
Список литературы	348

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Шарипов Валерий Михайлович
Бирюков Михаил Кузьмич
Дементьев Юрий Витальевич
Красавин Павел Александрович
Ломакин Владимир Владимирович
Маринкин Анатолий Петрович
Наумов Евгений Сергеевич
Селифонов Валерий Викторович
Сергеев Александр Иванович
Феофанов Юрий Александрович
Шарипова Наталья Николаевна
Шевелев Александр Сергеевич
Щетинин Юрий Сергеевич

ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

Редактор **Е.И. Артемова**
Технический редактор **А.С. Горбаченко**
Компьютерная верстка: **В.М. Шарипов**
Корректор **И.А. Сергеева**

ISBN 978-5-904270-13-1



Сдано в набор 22.12.2009 г.
Подписано в печать 20.01.2010 г.
Формат 60×88 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 22,5. Уч.-изд. л. 23,6.
Тираж 500 экз. Заказ 138.

ООО «Издательский дом «Спектр»,
119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1.
<http://www.idspektr.ru>.
E-mail: idspektr@rambler.ru

Отпечатано в ООО «Сам Полиграфист»
Тел. 225-37-10, www.onebook.ru