



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

## **Учебное пособие** по дисциплине

# **«Сервис ходовой части автомобилей и систем, обеспечивающих безопасность движения»**

Авторы  
Косенко Е. Е.,  
Косенко В. В.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Учебное пособие предназначено для студентов очной формы обучения направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

Косенко Е.Е.,

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

Косенко В.В.





## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЯ.....</b>	<b>4</b>
1.1. Основные понятия .....	4
1.2. Трансмиссия .....	16
1.3. Ступенчатая механическая трансмиссия .....	25
<b>2. Характеристики основных элементов ходовой части ...</b>	<b>30</b>
2.1. Амортизаторы .....	30
2.2. Пневматические шины .....	31
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>37</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время автомобильный транспорт используется во всех отраслях народного хозяйства и по объему перевозок грузов и пассажиров занимает первое место. Применение различных экономико-математических методов анализа, планирования и проектирования способствует улучшению организации автомобильных перевозок. Все шире разрабатываются и внедряются новые методы и средства диагностирования технического состояния и прогнозирования ресурсов безотказной работы подвижного состава. Создаются новые виды технологического оборудования, позволяющие механизировать, а в ряде случаев автоматизировать трудоемкие операции по обслуживанию и ремонту подвижного состава.

Основной задачей авторемонтных предприятий, является восстановление работоспособности подвижного состава с наименьшими затратами. Своевременное проведение ТО и текущего ремонта подвижного состава позволяет содержать автомобили в технически исправном состоянии, что в значительной степени влияет на безопасность движения. При этом, если надежность конструкции автомобилей закладывается на этапах проектирования и производства, то наиболее полное использование потенциальных возможностей обеспечивается этапом технической эксплуатации, а, следовательно, работоспособность автомобилей и парков обеспечивается подсистемой технической эксплуатации автомобилей.

Таким образом, несмотря на постоянный технический прогресс в области автомобилестроения, создания технологического оборудования по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта, а также разработки новых обоснованных подходов к эксплуатации и ее условиям проблема разработки целостной системы технической эксплуатации автомобилей является актуальной.

### 1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЯ

#### 1.1. Основные понятия

Автомобиль – это колесное наземное безрельсовое транспортное средство, оборудованное двигателем, обеспечивающим его движение. Представляет собой сложную машину, состоящую из деталей, узлов, механизмов, агрегатов и систем.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного матери-

ала без применения сборочных операций, например, вал, шестерня, болт.

Узел – ряд деталей, соединенных между собой с помощью соединений (резьбовых, заклепочных, сварных и др.), например, подшипник, тормозная колодка.

Механизм – подвижно связанные между собой детали или узлы, преобразующие движение, например, кривошипно-шатунный механизм двигателя, рулевой механизм.

Агрегат – несколько узлов, механизмов и деталей, соединенных в одно целое, выполняющее определенную функцию, например, двигатель, коробка передач. Агрегат может быть целиком демонтирован с автомобиля.

Система – совокупность взаимодействующих между собой механизмов, приборов и других устройств, выполняющих при работе определенные функции, например, тормозная система. Как правило, система не может быть демонтирована с автомобиля целиком в сборе, а только по отдельным ее составляющим.

Техническая эксплуатация машин – это совокупность организационных, технических и технологических мероприятий направленных на поддержание машин в исправном состоянии.

Производственная эксплуатация – это совокупность организационных, технических и технологических мероприятий направленных на выполнение работ с высоким качеством и наименьшими затратами.

Надежность автомобиля — это свойство автомобиля выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого отрезка времени или наработки. Наработка автомобиля обычно измеряется в километрах пробега. Следовательно, надежность — это способность автомобиля работать без поломок и преждевременного износа деталей, нарушения регулировок механизмов и систем, т. е. работать без остановок по техническим причинам в течение определенного времени (пробега).

Надежность автомобиля, его агрегатов, механизмов и систем является комплексным показателем и обуславливается безотказностью, ремонтпригодностью и долговечностью.

Безотказность автомобиля — свойство сохранять работоспособность в течение определенного времени или пробега без вынужденных перерывов для устранения отказов. Показателями безотказности автомобиля могут служить, например, вероятность безотказной работы автомобиля в течение смены, между очередными видами технического обслуживания и т. д.

Ремонтопригодность — это свойство автомобиля (агрегата, механизма), заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей.

Показателями ремонтпригодности (технологичности) автомобиля являются время простоя автомобиля при техническом обслуживании и ремонте и трудоемкость этих работ в человеко-часах.

Ремонтопригодность конструкции автомобиля определяется удобством доступа и легкоъемкостью агрегатов, узлов и деталей, а также степенью унификации систем, узлов, агрегатов и крепежных деталей.

Долговечность автомобиля — это свойство сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта. Предельное состояние автомобиля определяется невозможностью его дальнейшей эксплуатации из-за снижения эффективности его использования или из-за требований безопасности движения. Показателями долговечности являются ресурс (в километрах) и срок службы (в годах).

Ресурс — это пробег автомобиля до предельного состояния, которое определяется износом базовых деталей, при котором их ремонт невозможен или нецелесообразен.

Техническое состояние автомобиля характеризуется степенью исправности его агрегатов и механизмов, определяющей пригодность к выполнению транспортной работы. Основной, постоянно действующей причиной ухудшения технического состояния механизмов автомобиля является изнашивание деталей.

Работоспособность — состояние дорожных машин, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Отклонение значения параметра от установленного значения называется отказом. Для создания системы предупреждения, уменьшения числа отказов и их устранения (в случае возникновения) агрегаты и системы машин следует рассматривать по их иерархической структурной схеме. Она должна содержать основные функциональные элементы (детали и сборочные единицы), включая элементы силовых и кинематических цепей, расположенных по уровням в порядке их подчиненности, и отражать связи между ними. Связи подразделяют на прямые и косвенные.

Прямые соединяют сборочные единицы и детали в одно целое. Косвенные (смазки, охлаждающие жидкости, вспомогательные элементы) обеспечивают работоспособность изделия. Отказ прямых связей (условно названных последовательными системами) вызывает отказ объекта (машины). Устранение или предупреждение таких отказов отнесем к ремонтным воздействиям, осуществляемым в плановом порядке или по потребности, желательно с применением технической диагностики.

Отказ косвенных связей (условно названных параллельными системами) не вызывает непосредственно отказ дорожной машины, но приводит к ухудшению условий протекания рабочих процессов, что снижает ресурс сборочных единиц, эффективность функционирования машин, их агрегатов и механизмов. Устранение или предупреждение отказов параллельных систем отнесем к техническому обслуживанию (ТО). Оно состоит из операций (например, замена картерных масел, выполнение контрольных и диагностических работ), объединяемых в виды ТО, составляет систему ТО, являющуюся составной частью системы ТО и Р.

Нормативы по устранению отказов в эксплуатации (текущий ремонт) являются второй частью системы ТО и Р. Эти части имеют между собой прямые и обратные связи, а содержащиеся в них нормативы определяют коэффициенты готовности КГ и технического использования Ктн — важнейшие показатели работоспособности машин и деятельности технической службы эксплуатационных предприятий. Кроме того, получил распространение коэффициент технической готовности  $ат$ .

Характерные виды потери работоспособности агрегатов и систем.

Потеря работоспособности (отказ) объясняется появлением отказов, которые могут возникать постепенно или внезапно. Постепенный отказ характеризуется постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров машины. Например, постепенное падение мощности двигателя из-за износа поршневых колец и гильз цилиндра. То же относится к потере прогиба рессоры из-за старения металла ее листов. Эти отказы возникают из-за износа и старения конструкционных материалов.

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров, определяющих работоспособность машины. К таким отказам относят поломки (например, поломку листов рессор) и разрывы конструкционных материалов (например, резинотехнических изделий —

диафрагмы камер, деталей уплотнения). Появление этих отказов объясняется возникновением таких нагрузок, на которые конструкция не рассчитана (удар колеса о неровности дороги и разрушение рессоры).

Возникают отказы из-за выхода из строя деталей, сборочных единиц, агрегатов, т. е. элементов конструкции, или из-за нарушения взаимосвязи между работоспособными элементами, что исключает нормальное выполнение функций данной системой или механизмом.

Отказы элементов (деталей, сборочных единиц), как и дорожной машины, могут возникать из-за достижения предельного состояния, что вызывает вывод из эксплуатации объекта. Нарботка на такой отказ называется ресурсом, а предельное состояние, например, износ, оговаривается в технической документации.

Закономерности изменения показателей работоспособности и их влияние на эффективность использования машин

Важнейшие характеристики эффективности использования дорожных машин — производительность и себестоимость в удельном исчислении на единицу продукции. Себестоимость зависит от стоимости изготовления или приобретения и обеспечения работоспособного состояния, расхода эксплуатационных материалов.

Основные факторы влияния надежности машин на эффективность их использования следующие:

1. Стоимость общего изнашивания, зависящая, во-первых, от стоимости изготовления или приобретения машины без учета стоимости при списании (ликвидационная стоимость) и стоимости шин, если, конечно, они имеются в конструкции (колесный движитель); во-вторых, от суммарной стоимости капитальных ремонтов, если они производятся за наработку, равную полному среднему ресурсу, т. е. от начала эксплуатации объекта до его списания.

2. Стоимость выполняемых с установленной периодичностью работ технического обслуживания.

3. Стоимость текущего ремонта (устранение отказов и неисправностей или их предупреждение).

4. Ущерб из-за простоев машины при устранении отказов и выполнении технического обслуживания.

5. Стоимость компенсации ущерба из-за не устраняемого в эксплуатации изменения зазоров и люфтов в кинематических парах и силовых цепях от первоначального значения до

предельно допустимого.

Основные показатели эксплуатационных свойств автомобиля. Эксплуатационные свойства характеризуют качество машин, которое закладывается при проектировании, реализуется при изготовлении и проявляется в эксплуатации.

Качество машины — это совокупность свойств машины, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Под свойством машины понимают объективную особенность, которая может проявляться при ее разработке, изготовлении, испытании, ремонтах, использовании.

Свойства определяют количественные параметры, которые называют показателями качества. Показатели подразделяют на единичные, характеризующие одно из свойств; комплексные, объединяющие несколько свойств; определяющие, по которым принимают решение об оценке качества машины; интегральные, определяемые отношением суммарного полезного эффекта от эксплуатации к суммарным затратам на создание и эксплуатацию машины.

Уровень качества — это относительная характеристика, основанная на сравнении совокупности показателей качества данной машины с соответствующей базовой совокупностью показателей.

Показатели качества можно условно подразделить на семь основных групп: показатели назначения (параметры рабочего оборудования, тягово-скоростные, топливной экономичности, маневренности и проходимости); технологические (материалоемкость, трудоемкость изготовления, технологический уровень); эргономические (физиологические, психологические, антропометрические, гигиенические); надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость); эстетические (оригинальность, выразительность, гармоничность, соответствие среде и стилю); патентно-правовые; стандартизации.

Комплекс эксплуатационных свойств — это необходимое и достаточное число свойств и их показателей для всесторонней оценки эффективности использования машины на стадии ее эксплуатации.

Прокладимость дорожной машины характеризуется показателями, отражающими способность перемещать центр масс с наименьшей потерей скорости как в процессе выполнения работы, так и при переезде с одного объекта на другой.

Показатели проходимости самоходных дорожных машин можно

подразделить на три группы: геометрические, опорные и тягово-скоростные.

К показателям геометрической проходимости относятся:

- дорожный просвет (клиренс), который определяет как расстояние от опорной поверхности до низшей точки рамы или трансмиссии машины при нахождении рабочего органа в транспортном положении;
- углы въезда и съезда и т.д.

Наряду с этими показателями, геометрическая проходимость характеризуется минимальным радиусом поворота и шириной полосы поворота. Они могут быть выделены в отдельную группу и характеризуют маневренность машины, т. е. способность поворота или разворота машины на ограниченной площади. Минимальный радиус и полосу поворота определяют для левого и правого поворотов. Измерение радиуса поворота проводят по наружной стороне следа внешнего переднего колеса или гусеницы.

Показатели опорной проходимости характеризуют среднее удельное давление на опорную поверхность. Для пневмоколесных машин:

$$P_{cp}^k = k_n p_e \quad (1.1)$$

где  $k_n$  — коэффициент, учитывающий влияние жесткости покрышки пневматической шины (0,12...0,145);

$p_e$  — давление воздуха в шине.

Критерий тягово-скоростной проходимости характеризует плавность хода машины и определяется как отношение рабочей скорости на данном режиме работы к теоретической скорости при движении по одинаковой опорной поверхности и на аналогичной передаче. Чтобы скорость перемещения машины не уменьшалась из-за нарушения сцепления движителя с опорной поверхностью, необходимо соблюдение условия:

$$T \leq T_{сц} = G_{сц} \varphi_{сц} \quad (1.2)$$

где  $T_{сц}$  — сила сцепления;  $G_{сц}$  — вес машины, приходящийся на ведущие колеса или гусеницы;  $\varphi_{сц}$  — коэффициент сцепления движителя с опорной поверхностью.

Использование рабочего оборудования представляет собой эксплуатационное свойство, характеризующее целесообразность и эффективность применения машин для выполнения конкретного рабочего процесса в определенных условиях эксплуатации. Эффективность применения машины определяется его главным параметром.

Главный параметр может включать один или несколько показателей. Так, для машин, рабочим органом которых является ковш (экскаватор, скрепер), главным параметром является вместимость ковша; для ножевых дорожных машин (бульдозер, автогрейдер) — тяговое усилие и параметры отвала; для дробильных машин — вместимость камеры дробления.

Топливная экономичность дорожной машины характеризует способность выполнять рабочий процесс с минимальным расходом топлива в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции.

Часовой расход топлива  $GT$  (кг/ч) можно определить графоаналитическим или экспериментальным методом. В первом случае  $GT$  находится по скоростной характеристике двигателя при соответствующей частоте вращения коленчатого вала. Во-втором случае часовой расход топлива можно определить путем подключения к топливной системе специальных приборов — расходомеров. При этом:

$$GT = VT\rho / t, \quad (1.3)$$

где  $VT$  — объемный расход топлива, л, за рассматриваемый промежуток времени  $t$ , ч;  $\rho$  — плотность топлива, кг/л.

Удельный расход топлива  $g_e$  [г/(кВт·ч)] на единицу эффективной мощности двигателя  $Ne$ :

$$g_e = 1000GT / Ne. \quad (1.4)$$

Эргономические свойства машин определяют удобство и легкость управления, влияют на общее состояние и работоспособность машиниста, определяют соответствие рабочего места антропометрическим показателям конкретного человека.

В систему показателей эргономических свойств входят: физиологические, психологические, антропометрические и гигиенические. Физиологические показатели определяют соответствие машины силовым, скоростным и энергетическим, зрительным, слуховым и другим возможностям машиниста.

Согласно единым требованиям безопасности к конструкции дорожных машин усилия на рычагах не должны превышать 20...60 Н, на педалях—80...120 Н.

Психологические показатели характеризуют соответствие рабочего места закрепленным и вновь формируемым навыкам человека, возможностям восприятия и переработки информации.

Пространственная структура рабочего места определяется тремя основными составляющими: удобством размещения оператора; элементами, обеспечивающими получение необходимой для работы информации (сенсорным полем); органами управления

(моторным полем). Возможность восприятия информации оценивается обзорностью ориентиров и объектов в окружающей обстановке, наблюдение за которыми необходимо для выполнения комплекса технологических операций, соответствующих назначению машины.

Антропометрические показатели отражают соответствие рабочего места размерам, форме и распределению массы тела человека. Экспериментальный анализ показывает, что уровень работоспособности машиниста не менее чем на 15 % зависит от расположения органов управления.

Основное внимание уделяется сокращению количества управляющих движений.

Размещение органов управления в пределах зоны комфорта обеспечивает рациональную позу машиниста при управлении машиной.

Техническая эстетика — эксплуатационное свойство, характеризующее сочетание технических и художественных решений в конструкции машины с целью удовлетворения физиологических, психологических и эстетических потребностей человека. Основными элементами технической эстетики являются: симметрия, ритм, контрастность, членение, пропорциональность, композиция и цвет. Рациональной считают такую окраску, которая позволяет уменьшить утомление зрения, сократить время адаптации глаз и исключить отблеск окраски при солнечном освещении.

Безопасность работы — эксплуатационное свойство, обеспечивающее устранение аварийных ситуаций при транспортировании, осуществлении рабочих процессов, техническом воздействии на машину. При несоответствии показателей этого свойства номинальным значениям может произойти авария.

Показатели безопасности работы машины следует подразделить на две группы: активной и пассивной безопасности. К показателям активной безопасности относятся показатели устойчивости против опрокидывания. Пассивная безопасность характеризуется жесткостью кабины и предохранительных каркасов, наличием ремней безопасности, исключающих травмирование машиниста при аварии, а также символов безопасности на органах управления.

Активная безопасность характеризуется также наличием световой и звуковой сигнализации, которая необходима при взаимодействии с другими участниками дорожно-строительного процесса, а также при перемещении своим ходом.

Экологическая безопасность характеризуется требованиями

ми, предъявляемыми к дорожным машинам с точки зрения ограничений загрязнения окружающей среды при их работе и техническом обслуживании. Это свойство определяется двумя группами показателей: 1— показателями по загрязнению почвы, воздушного и водного бассейнов выхлопными газами, отработавшими маслами и рабочими жидкостями, а также технологическими выбросами предприятий дорожно-строительной индустрии; 2— показателями ограничения внешнего шума машин и оборудования.

Конструкция автомобиля и его основных составляющих, в первую очередь, определяется необходимыми функциональными свойствами, т.е. способностью к движению, маневру и выполнению других основных функций. Основными конструктивными составляющими автомобиля являются [1, 2]: двигатель, движитель, трансмиссия, системы управления, несущая система, подвеска несущей системы, кузов или кабина, электрооборудование.

Зачастую несущую систему с подвеской и движитель рассматривают как составляющие элементы группы агрегатов и узлов под названием «ходовая часть».

У ряда автомобилей (например, грузовых) выделяют совокупность механизмов агрегатов и систем, обеспечивающих движение и управление автомобилем, в отдельную составную часть под названием шасси. В таких конструкциях в качестве двух других составляющих частей автомобиля рассматривают двигатель и кузов.

В состав шасси входят (рис. 1.1):

- трансмиссия,
- несущая система,
- колеса (движитель),
- рулевое управление,
- тормозные системы.

В регистрационных документах на автомобиль используется то же понимание термина «шасси», номер шасси наносится на раме автомобиля. Кабина (кузов) также имеет свой номер, зафиксированный в регистрационных документах. В легковых автомобилях, имеющих несущий кузов, шасси отсутствует, узлы, агрегаты и системы автомобиля крепятся к кузову.

Зачастую термин «шасси» употребляется в другом смысле – для названия автомобиля без грузовой платформы или другого оборудования, рис. 1.2, который предназначен для поставки на предприятия, где такое оборудование будет устанавливаться.

Двигатель (силовая установка).

Двигатель в автомобиле является источником механиче-

ской, электрической и тепловой энергии, необходимой для движения автомобиля, обеспечения безопасности движения и создания комфортных условий для пассажиров и водителя.

Наибольшее распространение в автомобилях получили поршневые двигатели внутреннего сгорания, представляющие собой агрегат, состоящий из совокупности механизмов и систем, преобразующих тепловую энергию сгорающего в его цилиндрах топлива в механическую.

На автомобилях могут также применяться и другие виды силовых установок – электрические, гибридные.

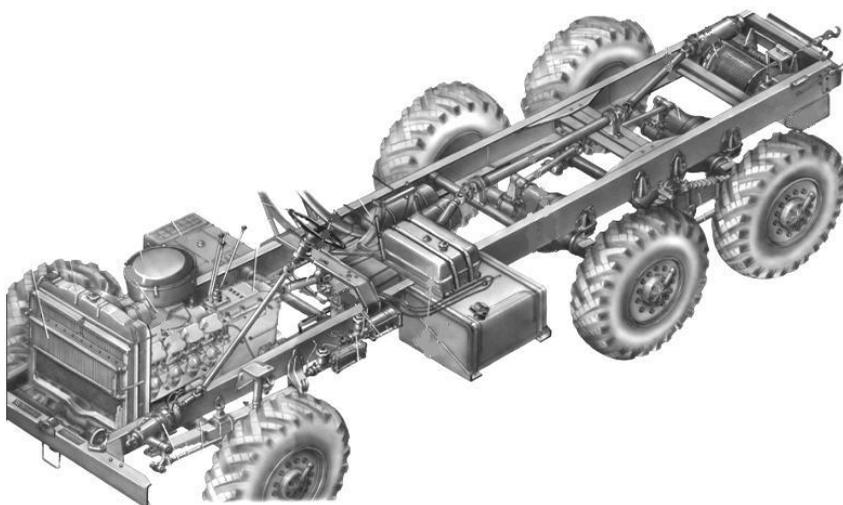


Рис. 1.1. Шасси автомобиля УРАЛ-4320



Рис. 1.2. Автомобиль УРАЛ-4320 без грузовой платформы

#### Двигатель

Это механизм, обеспечивающий взаимодействие автомобиля с опорной поверхностью и преобразующий механическую энергию двигателя в энергию поступательного движения автомобиля.

В автомобиле основным двигателем являются колеса (ведущие и ведомые).

#### Трансмиссия или силовая передача

Трансмиссия представляет собой совокупность агрегатов и узлов, предназначенных для передачи механической энергии от двигателя к двигателю и преобразования этой энергии в удобную для использования в двигателе форму. Мосты, как составная часть трансмиссии (там, где они есть), выполняют и поддерживающую функцию, на них закрепляются колесные узлы (двигатель).

#### Системы управления

К этим системам относятся:

- рулевое управление, предназначенное для изменения направления движения автомобиля;
- тормозная система, предназначенная для снижения скорости движения автомобиля, его полной остановки и удержания на месте;
- системы управления другими агрегатами и системами автомобиля (двигателем, трансмиссией, климат-контроль и т.д.).

### Несущая система

Несущая система предназначена для крепления всех частей, систем, агрегатов и механизмов автомобиля.

Виды несущих систем:

- рамная (грузовые автомобили, автобусы на базе шасси грузовых автомобилей, легковые автомобили большого и высшего классов, легковые автомобили повышенной проходимости);
- несущий кузов (легковые автомобили и автобусы), в данных системах может присутствовать подрамник для крепления двигателя с коробкой передач, элементов передней или задней подвески.

#### Подвеска несущей системы

Предназначена для обеспечения упругой связи движителя с несущей системой и обеспечения плавности хода автомобиля.

#### Кузов (кабина)

Кузов предназначен для размещения грузов, водителя, пассажиров и защиты их от внешних воздействий. В ряде случаев кузов является несущей системой. К системе автомобиля «кузов» относят также узлы, агрегаты и подсистемы, не попавшие в другие системы автомобиля (световые приборы, стеклоочистители, системы отопления и вентиляции, устройства безопасности и т.п.).

#### Электрооборудование

Можно выделить в отдельную составляющую ряд узлов, агрегатов, приборов, выполняющих различные функции, но объединенные по принципу одинакового вида используемой энергии – электрической. Элементы электрооборудования являются частью других систем автомобиля.

## 1.2. Трансмиссия

Трансмиссией называется одна из составляющих частей автомобиля, состоящая из различных узлов и агрегатов, предназначенных для [4, 5]:

- передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам;
- изменения крутящего момента по величине и направлению;
- перераспределения крутящего момента между ведущими колесами.

#### Классификация трансмиссий

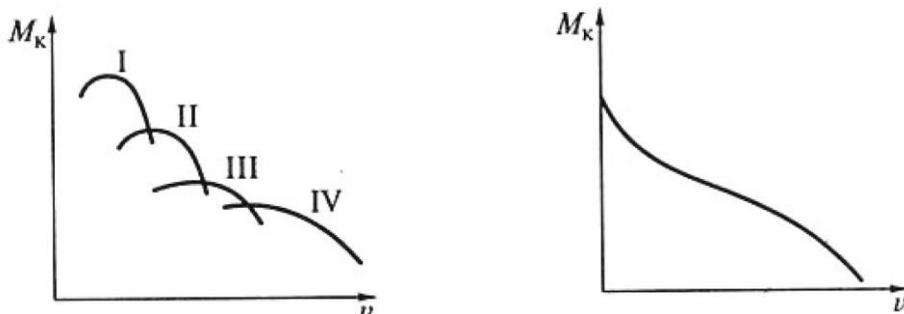
Трансмиссии подразделяются по ряду признаков, рис. 1.3. Конкретной конструкции могут быть присущи несколько признаков.

Классификация по характеру изменения крутящего момента (рис. 1.4):

- ступенчатая, изменение крутящего момента – см. рис. 1.4, а,
- бесступенчатая, изменение крутящего момента – см. рисунок 1.4, б,
- комбинированная.



Рис. 1.3. Типы трансмиссий автомобилей


 Рис. 1.4. Графики изменения крутящего момента в трансмиссиях  
 а – ступенчатая трансмиссия, б – бесступенчатая трансмиссия  
 Классификация по конструкции:

- механическая,
- гидрообъемная,
- электрическая,
- гидромеханическая,
- электромеханическая.

### 1.2.1. Механическая трансмиссия

Передача крутящего момента от двигателя к ведущим колесам осуществляется за счет только механических связей (сил) – силы трения и силы упругости материалов.

В ступенчатых механических трансмиссиях передаточное число изменяется ступенчато за счет зубчатых передач, размещенных в редукторе, в некоторых случаях и мультипликаторе, который носит название коробка перемены передач (КПП).

В бесступенчатой механической трансмиссии передаточное число изменяется плавно вследствие применения фрикционных передач, то есть передача осуществляется за счет силы трения. Чаще это клиноременные вариаторы. В качестве ремня используются клиновидные армированные резиновые ремни (открытая клиноременная передача) или металлические составные клиновидные ремни (закрытая передача).

Открытая клиноременная передача использовалась в автомобилях малого класса VOLVO-DAF (Голландия), VOLVO-343, рис. 1.5. В зависимости от нагрузки и частоты вращения вала 12, связанного с двигателем, изменяется расстояние между половинками ведущего шкива 9, а следовательно, изменяется величина радиуса  $R_1$ . Под действием силы натяжения ремня (если радиус  $R_1$  увеличивается) и пружины 6 (если радиус  $R_1$  уменьшается), изменяется величина радиуса  $R_2$  за счет перемещения половины 7 ведомого шкива. Передаточное число изменяется. При работе двигателя на холостом ходу автоматическое сцепление разъединяет трансмиссии и двигатель (в мототранспортных средствах с подобной трансмиссией сцепление может отсутствовать, разъединение двигателя и трансмиссии достигается пробуксовкой ремня при полностью раздвинутых половинах ведущего шкива). В начале движения автомобиля нагрузка на двигатель, а следовательно, разрежение во впускном коллекторе, возрастают (водитель, нажимая педаль топливоподачи, открывает дроссельную заслонку). Впускной коллектор двигателя соединен трубопроводом 1 с полостью 2 ведущего шкива.

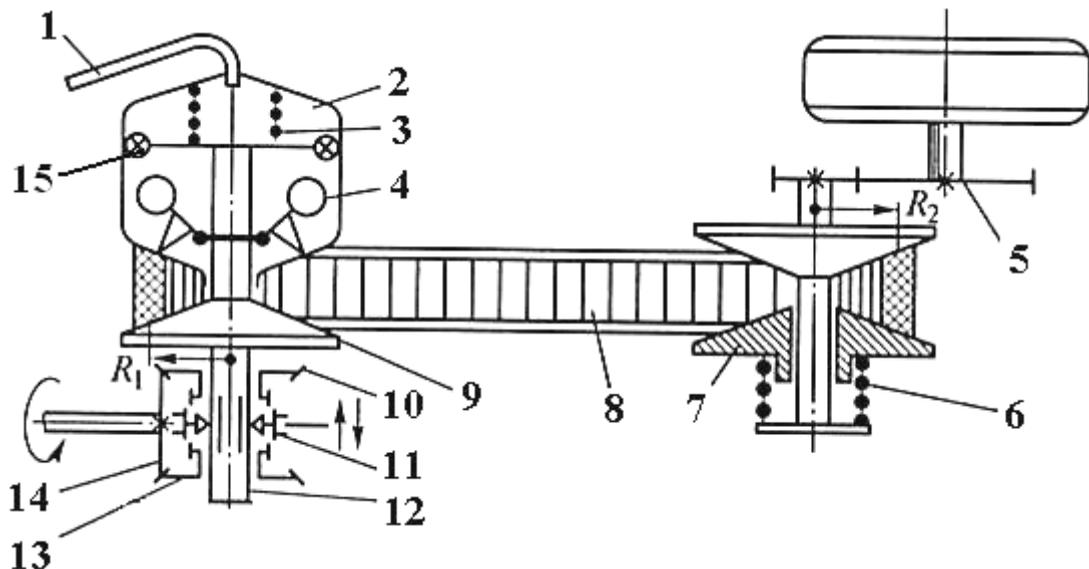


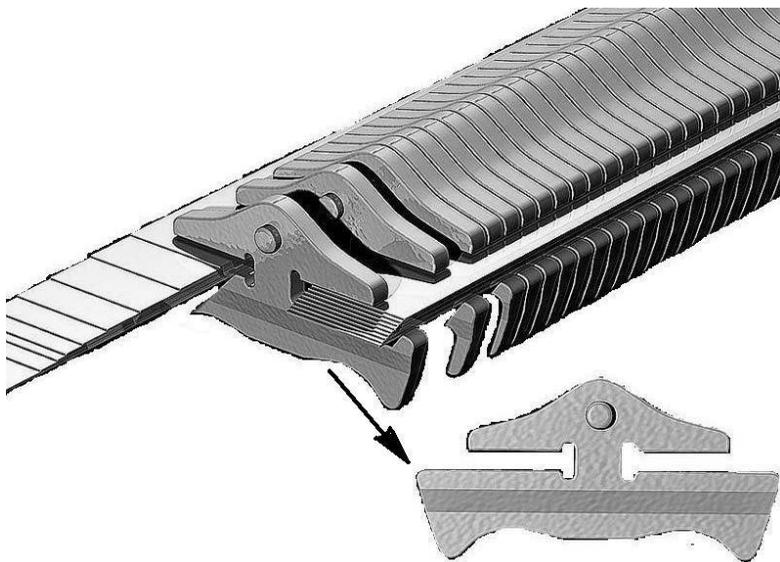
Рис. 1.5. Схема открытой клиноременной передачи:

1 – трубопровод, 2 – полость пневматического регулятора, 3, 6 – пружины, 4 – грузы центробежного регулятора, 5 – главная передача, 7 – ведомый шкив, 8 – клиновой резинотканевый ремень, 9 – ведущий шкив, 10, 13, 14 – шестерни, 15 – мембрана пневматического регулятора

Под воздействием разрежения мембрана 15 выгибается, половины ведущего шкива сдвигаются, передаточное число трансмиссии и крутящий момент на колесах наибольшие. В процессе движения передаточное число устанавливается автоматически для каждого положения педали топливоподачи, критерием является поддержание постоянной скорости движения при изменении суммарной силы сопротивления движению (в определенном диапазоне). Значение установленного передаточного числа трансмиссии является результатом совместной работы пневматического и центробежного регуляторов, характеристики пружины последнего изменяются в зависимости от положения педали топливоподачи. Изменение направления вращения (движение задним ходом) обеспечивается перемещением муфты 11. В зависимости от ее положения ведущий шкив приводится от шестерни 10 либо 13.

Принцип действия закрытой передачи с металлическим клиновидным ремнем аналогичен. Срок службы ремня увеличивается

ется за счет особенностей его конструкции. Основой ремня является стальная лента из 10...14 слоев стального листа примерно по 0,2 мм толщиной каждый. На ленте подвижно расположены клиновидные башмачки, рис. 1.6. Усилие в ремне передается через давление между башмачками, лента не несет тягового усилия и



является лишь направляющей.

Рис. 1.6. Конструкция металлического клиновидного ремня  
Общий вид фрикционной закрытой передачи показан на рис. 1.7, общий вид коробки передач с клиноременным вариатором – на рис. 1.8.

### 1.2.2. Гидрообъемная трансмиссия

На легковых автомобилях не применяется из-за больших габаритов и массы, высокой стоимости и низкого к.п.д. Применяется на спецмашинах для обеспечения активного привода прицепов. Преимуществом данного типа трансмиссии является передача крутящего момента на значительное расстояние и через гибкие и легкосъёмные связи. Кроме того, передача бесступенчатая, легко регулируется и адаптируется с электронным управлением. Принципиальная упрощенная схема представлена на рис. 1.9.



Рис. 1.7. Фрикционная ременная закрытая передача

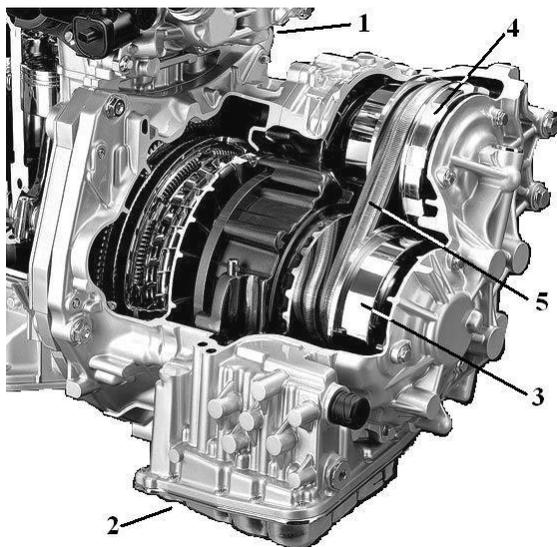


Рис. 1.8. Коробка передач с клиноременным вариатором:

1 – двигатель, 2 – коробка передач, 3 – ведущий шкив, 4 – ведомый шкив, 5 – металлический ремень

Гидронасос 2 приводится во вращение от двигателя 1, рабочая жидкость подается гидронасосом в гидромотор 3, который приводит во вращение ведущие колеса 4.

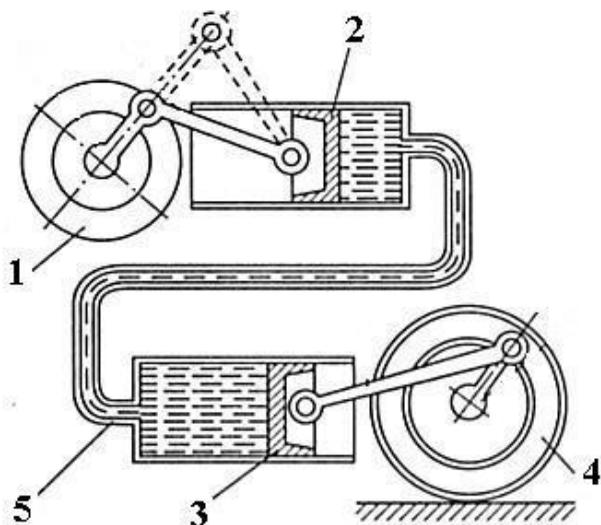


Рис. 1.9. Схема гидрообъемной передачи:  
1 – двигатель, 2 – гидронасос, 3 – гидромотор, 4 – ведущие колеса, 5 – трубопровод

### 1.2.3. Электрическая трансмиссия

Принципиальная схема представлена на рис. 1.10, а. Ведущие колеса со встроенными в них электродвигателями и колесным редуктором (как правило, планетарным) называются электромотор колесами, рис. 1.10, б.

Преимущества электрической трансмиссии – бесступенчатость, относительная легкость регулирования и автоматизации, непрерывность потока мощности от двигателя к ведущим колесам, что увеличивает проходимость автомобиля, повышает долговечность двигателя из-за снижения динамических нагрузок (отсутствует жесткая связь двигателя с ведущими колесами), возможность передачи потока мощности на значительные расстояния без механической связи. К недостаткам следует отнести низкий к.п.д. (ниже 0,75), что ведет к росту расхода топлива на 10-20%, относительно большая масса и стоимость.

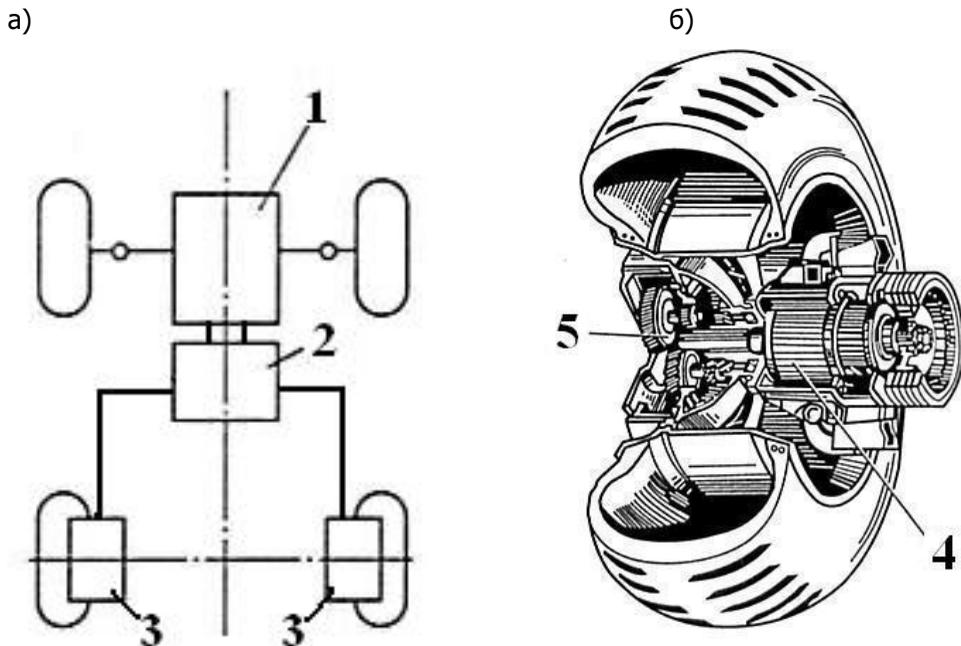


Рис. 1.10. Электрическая трансмиссия  
 а – принципиальная схема, б – электромотор колесо; 1 – двигатель, 2 – элек-трогенератор, 3 – электромотор колеса, 4 – электродвига-тель, 5 – редуктор

Это комбинированная трансмиссия, состоящая из механизмов механической и гидравлической трансмиссии. В состав гидромеханической трансмиссии (рис. 1.11), входит гидротрансформатор, который обеспечивает плавное изменение крутящего момента, и механическая коробка передач, крутящий момент в которой изменяется ступенчато. Другие составляющие аналогичны механической трансмиссии. Гидротрансформатор устанавливается вместо сцепления. Передача крутящего момента в гидротрансформаторе осуществляется за счет гидродинамического, то есть скоростного, напора жидкости.

Гидротрансформатор в определенном диапазоне плавно автоматически изменяет крутящий момент в зависимости от нагрузки. Это обеспечивает плавное троганье автомобиля с места, снижение числа переключений передач, облегчает управление, почти в два раза повышает долговечность двигателя и других элементов трансмиссии из-за снижения динамических нагрузок, сни-

жается вероятность остановки двигателя при резком увеличении нагрузки. Гидромеханическая трансмиссия облегчает управление автомобилем, особенно в городских условиях, что снижает вероятность дорожно-транспортного происшествия.

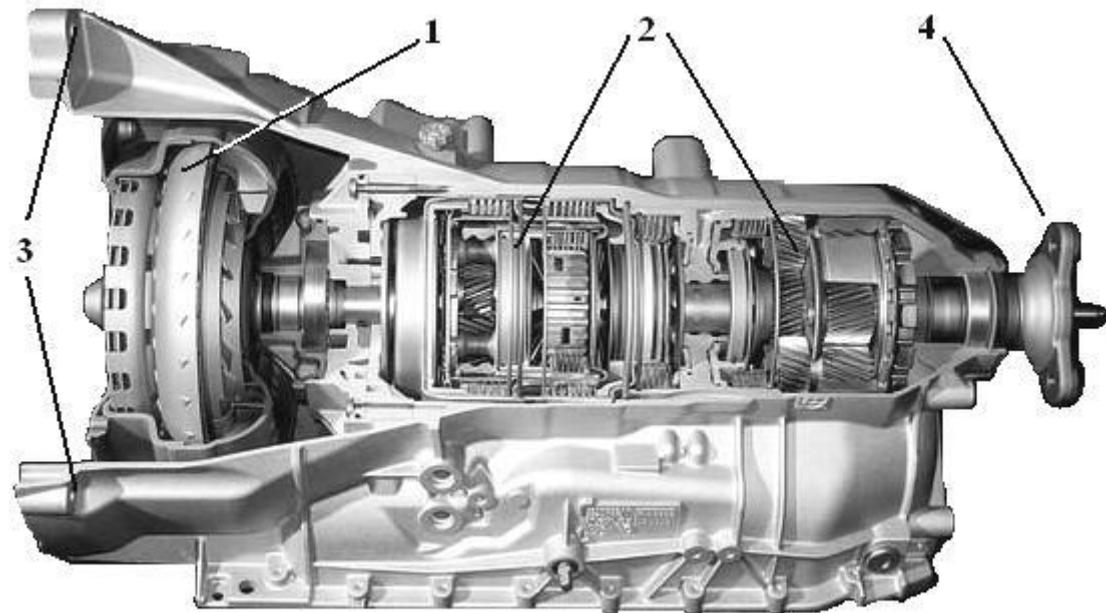


Рис. 1.11. Разрезанная гидромеханическая коробка передач заднеприводного автомобиля:

1 – гидротрансформатор, 2 – элементы механической коробки передач, 3 – отверстия под болты крепления коробки передач к двигателю, 4 – фланец крепления карданной передачи

К недостаткам следует отнести более низкий К.П.Д. по сравнению с традиционной ступенчатой механической трансмиссией, усложнение конструкции, высокая стоимость (примерно 10% стоимости автомобиля).

Это комбинированная трансмиссия, включает в себя элементы

механической и электрической трансмиссии. Применяется преимущественно на автобусах. Поток мощности от двигателя внутреннего сгорания передается по пути: генератор – электродвигатель – карданная передача – ведущий мост – ведущие коле-

са. В трансмиссии отсутствуют сцепление и коробка передач.

Преимущество электромеханической трансмиссии – облегчение управления автомобилем в городских условиях, характеризующихся частыми остановками. Кроме того, повышается проходимость транспортного средства с такой трансмиссией за счет отсутствия разрывов потока мощности, что, например, происходит при переключении передач в ступенчатой механической трансмиссии.

К недостаткам следует отнести большие габариты и массу, низкий К.П.Д. (порядка 0,85), что приводит к увеличению расхода топлива на 15-20% по сравнению с транспортным средством со ступенчатой механической трансмиссией (при прочих равных условиях).

### 1.3 Ступенчатая механическая трансмиссия

Конструкция данного типа трансмиссий, как и впрочем, любых других, определяется [6, 7, 8]:

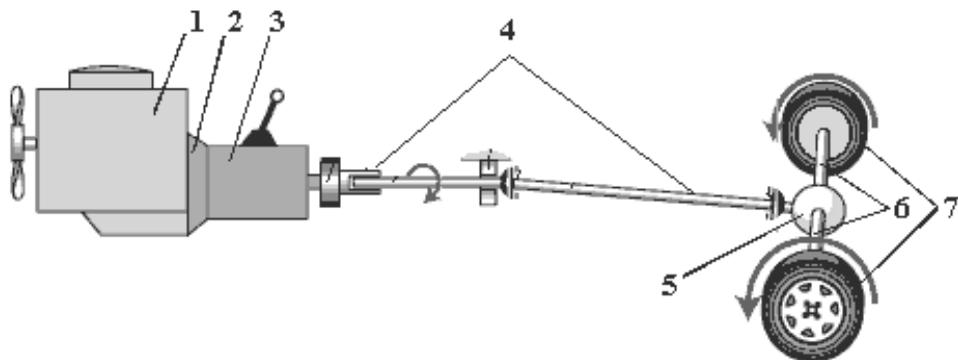
- типом, то есть «механическая трансмиссия», в которой крутящий момент передается за счет механических связей. Следовательно, в состав трансмиссии входят механические элементы (валы, шестерни, муфты, цепи или ремни), передающие крутящий момент.

- назначением, а именно: передача крутящего момента, изменение его по величине, направлению и перераспределение между ведущими колесами (осями).

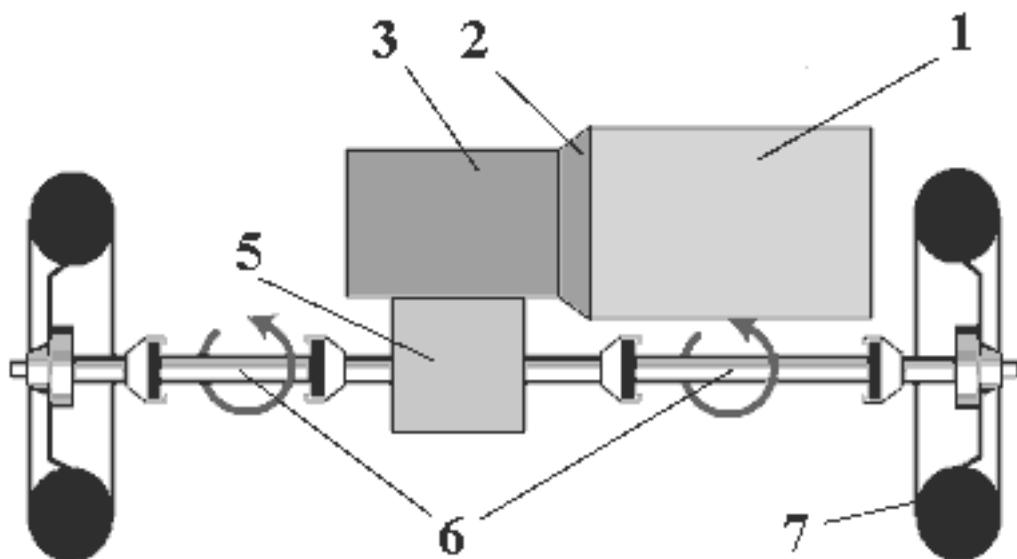
- многообразием режимов работы автомобиля: отсутствие движения (стоящий автомобиль) и собственно движение (начало движения, разгон, торможение, движение задним ходом, движение при изменении силы сопротивления, динамические нагрузки).

Таким образом, трансмиссия должна иметь набор взаимосвязанных элементов, выполняющих функции обеспечения режимов работы автомобиля при всем их многообразии.

В состав ступенчатой механической трансмиссии входят следующие элементы, рис. 1.12. Схемы трансмиссии при продольном расположении двигателя показаны на рис. 1.13 и 1.14.



а)



б)

Рис. 1.12. Состав ступенчатой механической трансмиссии:  
 а – заднеприводного автомобиля с расположением двигателя спереди, б – переднеприводного автомобиля с поперечным расположением двигателя; 1 – двигатель, 2 – сцепление, 3 – коробка передач, 4 – карданная передача, 5 – главная передача и дифференциал, 6 – приводные оси, 7 – ведущие колеса (относятся к ходовой части автомобиля)

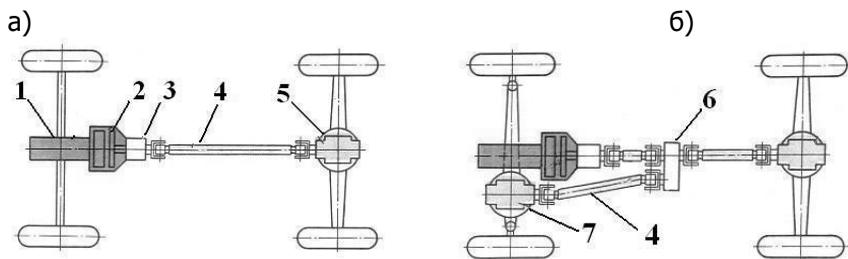


Рис. 1.13. Схемы трансмиссии двухосных автомобилей: а – с задним ведущим мостом, б – с двумя ведущими мостами; 1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – КПП; 4 – карданные передачи; 5, 7 – главные передачи; 6 – раздаточная коробка

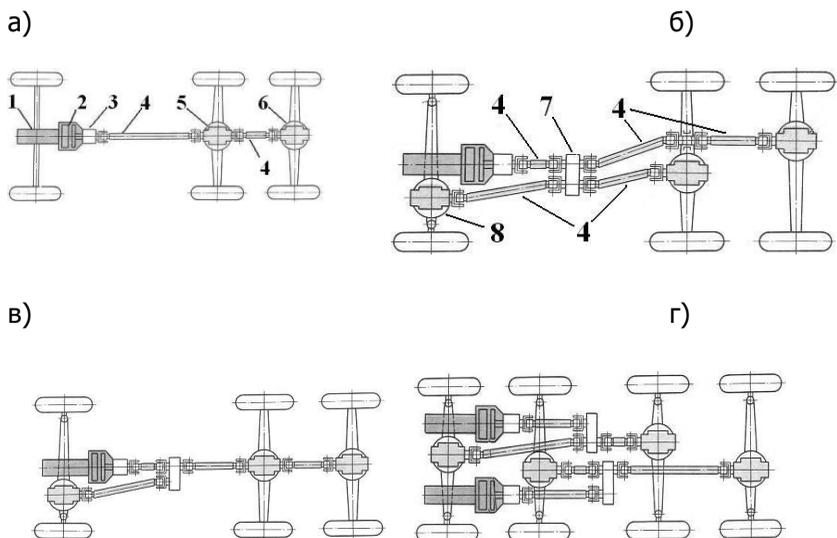


Рис. 1.14. Схемы трансмиссии многоосных автомобилей: а – с двумя задними ведущими мостами; б, в – с тремя ведущими мостами; г – с четырьмя ведущими мостами и двумя двигателями; 1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – КПП; 4 – карданные передачи; 5, 6, 8 – главные передачи; 7 – раздаточная коробка

Сцепление – обеспечивает соединение и разъединение двигателя и остальной части трансмиссии. Т.е. сцепление обеспечивает режимы начала движения и его кратковременного отсутствия, а также дает возможность в процессе движения изменять величину крутящего момента в последующих элементах транс-

миссии. Другая немаловажная функция сцепления – предохранение двигателя и остальных элементов трансмиссии от динамических нагрузок, которые возникают как результат быстро изменяющихся дорожных условий.

Механический редуктор (иногда в комбинации с мультипликатором), конструкция которого позволяет ступенчато изменять его передаточное число (см. ниже). Поэтому этот редуктор в трансмиссии автомобиля называется коробкой перемены передач (КПП). Напомним, что в машиностроении под термином «редуктор» подразумевается механизм с зубчатыми шестернями, предназначенный для передачи крутящего момента от одного вала к другому. Ведомый (выходной) вал редуктора вращается с меньшей угловой скоростью (частотой вращения), чем ведущий (входной). У мультипликатора – наоборот, угловая скорость ведомого вала больше, чем у ведущего.

Назначение КПП – увеличение крутящего момента на ее выходном валу за счет уменьшения частоты вращения выходного вала по сравнению с частотой вращения входного вала КПП. В первом приближении (без учета к.п.д. коробки перемены передач) во сколько раз уменьшается частота вращения, во столько раз увеличивается крутящий момент. Отношение частот вращения входного и выходного валов коробки перемены передач называется передаточным числом. Количество значений передаточного числа в КПП называется числом передач или ступеней. Передача, при которой обеспечивается наибольшее передаточное число, называется низшей передачей. Передача, при которой обеспечивается наименьшее передаточное число, называется высшей передачей. При одинаковой частоте вращения входного вала КПП, выходной вал на низшей передаче вращается медленнее, чем на высшей, крутящий момент на низшей передаче больше.

Одним из важных оценочных параметров КПП является отношение передаточных чисел низшей и высшей передач, которое называется диапазоном передаточных чисел  $D$ . Величина этого параметра для автомобилей разного назначения:

- $D$  3...4 – легковые автомобили, микроавтобусы,
- $D$  5...8 – грузовые автомобили,
- $D$  9...13 – тягачи, автомобили повышенной проходимости.

Конструкция коробок перемены передач обеспечивает:

- ступенчатое изменение крутящего момента по величине, т.е. переключение передач,
- изменение крутящего момента по направлению, т.е. обес-

печивается движения задним ходом,

- облегчение процесса переключения передач во время движения автомобиля,

- долговременное разъединение двигателя и ведущих колес автомобиля, т.е. обеспечивается режим отсутствия движения.

Карданная передача

Выполняет функцию передачи крутящего момента на значительное расстояние от КПП к другим элементам трансмиссии. В ряде конструкций выполняет функцию частичного гашения динамических нагрузок.

4. Главная передача. Это механический редуктор, выходной вал (валы) которого связаны непосредственно с ведущими колесами. Главная передача обеспечивает:

- увеличение крутящего момента на ведущих колесах,
- изменение направления крутящего момента (например, в заднеприводных автомобилях).

Величины передаточного числа главной передачи для автомобилей разного типа:

- $i$  3,5...4,5 – легковые автомобили,
- $i$  5...7 – автобусы, грузовые автомобили с одинарной главной передачей,
- $i$  6...9 – грузовые автомобили с двойной главной передачей,
- $i$  20 – грузовые автомобили с разнесенной главной передачей.

Дифференциал – механизм, обеспечивающий распределение крутящего момента между ведущими колесами (осями) в требуемой пропорции.

Приводные оси – валы, обеспечивающие передачу крутящего момента к ведущим колесам.

Раздаточные коробки – это дополнительные коробки передач, применяемые в полноприводных автомобилях и обеспечивающие:

- распределение крутящего момента между ведущими осями, в некоторых случаях отключение одной из ведущих осей (передней),

- изменение величины крутящего момента (обычно двухступенчатое),

- разъединение ведущих осей и коробки перемены передач (в некоторых конструкциях), что необходимо для облегчения буксирования автомобиля (валы КПП не вращаются, что важно в

конструкциях с принудительной смазкой подшипниковых узлов, а также для гидромеханических коробок передач).

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ

Основными характеристиками подвески являются управляемость, устойчивость и плавность хода. Управляемость характеризует качество выполнения автомобилем того или иного маневра (скорость реакции, точность, крены, поперечная раскачка кузова). Устойчивость оценивают по величине самопроизвольного отклонения от заданной траектории движения (как на прямом участке, так и в повороте). Плавность хода – показатель изоляции кузова и находящихся в нем людей от вибраций и раскачки, вызванных неровностями.

Эти параметры оказывают значительное влияние на безопасность движения, особенно управляемость и устойчивость. Плавность хода – одна из составляющих комфорта пассажиров и водителя.

### 2.1. Амортизаторы

Характеристики амортизаторов

Амортизаторы обладают определенной скоростной характеристикой, ознакомившись с которой можно предварительно судить о поведении амортизатора еще до установки и обкатки в реальных условиях. Применяются амортизаторы со следующими скоростными характеристиками.

Регрессивная

Амортизатор, обладающий данной характеристикой, хорошо справляется с гашением колебаний и уменьшает крены (как боковые, так и продольные) кузова при резком маневрировании, но пропускает на него вибрации от дорожных неровностей (швы, булыжник на трамвайных путях, выбоины, гребенка). Помимо этого, если амортизатор предназначен для магистрального автомобиля, преодоление единичных выступов дорожного полотна (например, ступенек, образовавшихся при ремонте асфальтового покрытия) на высокой скорости будет сопровождаться ощутимыми ударами.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что амортизаторы с регрессивной характеристикой предназначены для быстроходных автомобилей, передвигающихся по ровным дорогам с хорошим

покрытием. Следовательно, на комфорт при передвижении в большей степени влияет качество дорожного полотна, в то время как основной функцией амортизатора является улучшение управляемости.

#### Прогрессивная

В таких подвесках амортизаторы применяются для повышения виброзащиты кузова. Такая подвеска сглаживает даже крупные единичные неровности, но при проезде череды плавных волн автомобиль может раскачаться вплоть до "пробоя", а при выполнении "переставки" (т.е. резкой смены полосы движения) не исключены повышенные крены кузова и диагональная раскачка автомобиля. Резкое торможение будет приводить к ощутимым "клевкам".

При полностью загруженном автомобиле часто возникает ощущение, что амортизаторы "слабоваты", однако установка усиленных "прогрессивных" амортизаторов приведет к перегрузке мест крепления амортизаторов к кузову или подвеске.

Таким образом, амортизаторы с прогрессивной характеристикой рассчитаны на спокойную, размеренную езду по дорогам "общего пользования" без скоростного маневрирования и резких торможений, в этом случае сочетание управляемости и комфорта при движении будет оптимальным.

#### Линейная

Нечто среднее между регрессивной и прогрессивной характеристиками. Хотя соблюсти баланс "управляемость-комфорт" удастся очень редко.

#### Комбинированная

Данная характеристика может сочетать в себе несколько видов,

благодаря чему на различных режимах поведение амортизатора будет разным. Повышенная жесткость амортизатора не всегда положительно влияет на управляемость, необходимо, чтобы усилия хода отбоя и хода сжатия были определенным образом сбалансированы.

## 2.2. Пневматические шины

### 2.2.1. Взаимодействие шины с дорогой

Шины обеспечивают сцепление колеса с дорожным покрытием, передачу тяговых и тормозных усилий, амортизацию сил, возникающих при наезде на неровности дороги, управляемость и безопасность движения автомобиля, динамичность и

плавность его хода, проходимость в различных дорожных условиях, влияют на расход топлива автомобилем и шумообразование [9]. Хорошее сцепление шины с дорогой повышает управляемость, устойчивость, динамичность и тормозные свойства, т.е. безопасность движения. Как показывает статистика, недостаточное сцепление является причиной 25—40% дорожно-транспортных происшествий при движении по мокрым дорогам.

Взаимодействие автомобиля с дорогой [9] осуществляется в первую очередь через ведущие колеса. На колесо действует вертикальная составляющая массы автомобиля  $P_z$  (рис. 2.1). В горизонтальной плоскости все действующие на шину силы можно привести к продольной составляющей  $P_x$ , действующей в плоскости качения колеса, и перпендикулярной ей поперечной составляющей –  $P_y$ , называемой силой бокового увода. Величина и направление  $P_x$  определяется значением подводимого к колесу

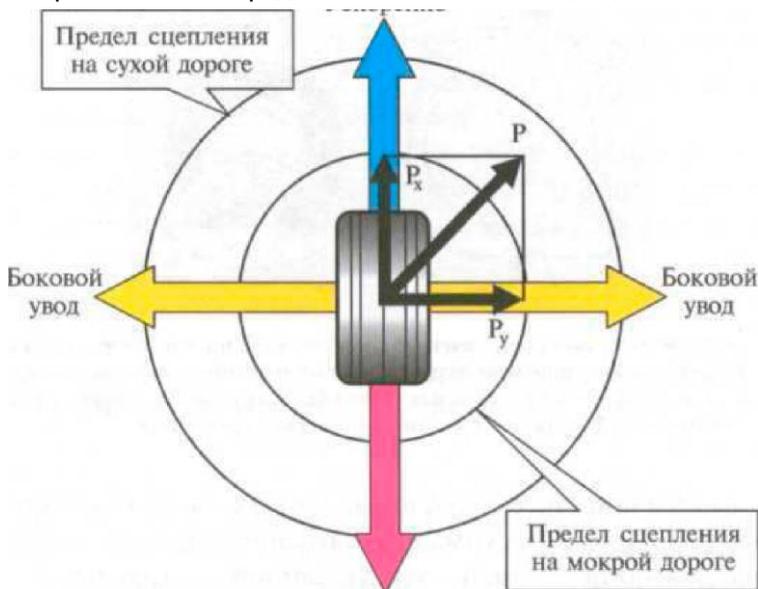


Рис. 2.1. Взаимодействие автомобиля с дорогой

крутящего момента от двигателя автомобиля, а также силой торможения направленной вниз. Сила бокового увода возникает воздействия бокового ветра, поперечный наклон дороги или при повороте. Боковая сила  $P_y$  значительно меньше, чем продольная  $P_x$ , отклонение по величине и направлению вектора результирующей силы  $P$  от продольной  $P_x$  незначительно.

Возникает это отклонение в случае резкого поворота или поворота с большой скоростью, определенное сочетание значений  $R_x$  и  $R_y$  результирующая сила  $R$  может превысить предел сцепления шины с дорогой ( $R > F$  сцепление с дорогой) и изменить направление движения колеса (говорят, что автомобиль заносит).

На схеме наглядно показано сложение продольной и боковой сил в виде силовой диаграммы [10], иногда называемой «круги Камма» (Вунибальд Камм (1893—1966) — профессор кафедры автомобилей технического университета г. Штутгарта (Германия). Диаметры кругов соответствуют предельным значениям силы сцепления шины с разными дорожными покрытиями. В этом примере результирующая суммарная сила на мокрой дороге выходит за границу круга Камма, хотя каждая из ее составляющих находится в пределах Круга.

### 2.2.2. Классификация шин

Автомобильные шины классифицируют по назначению, способу герметизации, конструкции, форме профиля, габаритам и типу рисунка протектора. Наибольшее распространение получила классификация шин по назначению. На этой основе обычно строятся справочники и фирменные каталоги по шинам, аксессуарам для их эксплуатации и ремонта.

Классификация шин по группам

Легковые шины. В эту категорию входят шины для всех легковых автомобилей, независимо от дорожных, климатических условий их эксплуатации или особенностей конструкции автомобиля (полноприводная, с передним или задним приводом и т.д.).

К легковым шинам предъявляют высокие требования безопасности и комфортабельности. Они должны выдерживать длительное безостановочное движение с высокими скоростями (свыше 140 км/ч), обеспечивать при этом высокую надежность, безопасность, устойчивость и управляемость, передачу тяговых и тормозных усилий на сухой дороге и в дождь, независимо от погодных и климатических условий. К этой же группе относятся шины для массовых спортивных автомобилей (SUV) и автомобилей для туристических путешествий. Такие шины предназначены для эксплуатации в основном на дорогах с твердым покрытием, но имеют дополнительную защиту от пробоев, порезов и других механических повреждений. «В последнее время они получают во всем мире все большее распространение и могут рассматриваться как отдельная категория шин».

Легкогрузовые. (коммерческие) шины. Применяются на микроавтобусах (автобусах особо малой вместимости), тоннажных грузовых автомобилях и прицепах к ним. Такие транспортные средства внешне похожи на большие легковые машины, но вместо задних пассажирских мест и багажника имеют кузов и обычно пользуются популярностью в сфере малого бизнеса. Поэтому такие машины и шины для них еще называют коммерческими. Обозначения грузовых шин обычно содержат букву «С».

Грузовые и автобусные шины. К этой группе относят шины, эксплуатирующиеся преимущественно на дорогах с твердым покрытием. Сюда относятся шины для грузовых автомобилей, осуществляющих городские, междугородные и международные перевозки, шины для автобусов и троллейбусов. Предполагается, что транспортные средства на этих шинах оказываются в условиях бездорожья лишь на короткое время, например, для подъезда к месту погрузки или разгрузки. Требования, предъявляемые сегодня к грузовым шинам, очень близки к требованиям к легковым шинам, особенно в вопросах безопасности, скорости, а также шумообразования и однородности. Повышенные требования предъявляют к их грузоподъемности и экономичности. Кроме того, сейчас на первый план выступают экологические требования, не столь актуальные в прежние годы.

Грузовые внедорожные шины. В отличие от грузовых и автобусных шин эти шины лишь на короткое время попадают на твердую ровную дорогу, а большую часть времени эксплуатируются в полевых условиях, на бездорожье. Это шины для автомобилей внедорожников, для строительной техники, дорожных машин, экскаваторов, грейдеров и других подобных машин. Они не работают на больших скоростях движения, но должны иметь высокую прочность, выдерживать большие нагрузки и перегрузки, противостоять механическим повреждениям, обладать высокими тяговыми и тормозными свойствами на мягких грунтах.

Крупногабаритные шины. К ним относятся шины карьерных самосвалов и другой автомобильной техники, используемой для перевозки тяжелых грузов. Процесс изготовления шин этой группы близок к обычным грузовым шинам. Их конструкция и свойства используемых при производстве материалов позволяют им выдерживать значительные эксплуатационные нагрузки.

Сверхкрупногабаритные шины. Отличаются от крупногабаритных не только особенно большими размерами и грузоподъ-

емностью, но и тем, что технологический процесс производства этого класса шин принципиально отличается от производства других пневматических шин. Диаметр шины может достигать 2 м и более. Применяются на гигантских карьерных самосвалах. Сверхкрупногабаритные шины производят только несколько компаний в мире, среди которых Goodyear, Bridgestone, Белорусский шинный комбинат.

Шины специального назначения. К этой группе относятся шины с регулируемым давлением, шины военного назначения и некоторые другие.

Шины высшего класса. Шины высшего класса разрабатываются для высокоскоростных автомобилей. Они имеют более эластичную резину протектора и специальный рисунок, обеспечивающие хорошее сцепление с дорогой, особенно при поворотах на высокой скорости. Обратной стороной этих особенностей шин является повышенный износ протектора и меньший общий ресурс. Способность обеспечивать «высший класс» как на сухой, так и на мокрой дороге на высоких скоростях сильно отличается у шин разных производителей и даже у разных моделей одного производителя. Создание таких шин является объектом научных исследований и перспективных разработок.

Безопасные шины. Безопасная шина, способная в случае частичной или полной потери воздуха сохранять движение и свои основные качества, достаточные для безопасного достижения ближайшего пункта технического обслуживания. В последние годы за такими шинами закрепилось название run-flat. Большинство ведущих шинных компаний мира ведет разработку run-flat шин, выданы сотни патентов на конструкции таких шин, обзор которых может быть темой самостоятельного интересного исследования. Однако до настоящего времени общепризнанной надежной конструкции безопасной шины не существует, они выпускаются лишь небольшими партиями, а их рынок ограничен.

Спортивные шины или шины для гоночных автомобилей. Шины для гоночных автомобилей занимают очень специфический сектор шинного рынка. Основной характеристикой этих шин является способность развивать высокую скорость, выдерживать значительные боковые нагрузки и обеспечивать при этом прекрасные тягово-сцепные свойства. Такие шины выпускаются для всех видов транспорта, которые участвуют в гонках: велосипедов, мотоциклов, легковых автомобилей и болидов, грузовых автомобилей. Для гонок на сухих покрытиях спортивные автомобильные шины, как правило, не имеют ри-

сунка протектора, для увеличения площади сцепления с дорогой. На кольцевых гонках левые и правые шины имеют различное внутреннее давление (табл. 2.1).

Таблица 2.1 Сравнительные характеристики шин

Параметры	Гоночная шина	Обычная шина
Средний пробег, км	250	80,000
Внутреннее давление, МПа	0,21 МПа — справа 0,31 МПа — слева	0,24 (с обеих сторон)
Газ, используемый для накачивания шин	сухой воздух или азот	атмосферный воздух
Толщина протектора, мм	3,2	9,5
Ширина беговой дорожки, мм	292,1	228,6
Масса шины, кг	10,9	13,6

Как видно из табл. 2.1, ресурс спортивных шин очень мал, их протектор втрое тоньше, зато беговая дорожка на 30% шире, и они на 30% легче. К этому можно добавить, что стоимость спортивной шины почти вдвое выше, чем обычной.

**Запасные шины.** Запасные шины предназначены для того, чтобы обеспечить автомобилю возможность доехать до ближайшего сервиса при выходе из строя одной из штатных шин. Исходя из этой концепции запасные шины, которыми комплектуются некоторые современные легковые автомобили, отличаются от обычных шин меньшим размером и заниженными эксплуатационными характеристиками — меньшей прочностью, выносливостью, скоростью и др. В то же время эти шины дешевле обычных, они легче и занимают в багажнике автомобиля меньше места. Большинство современных легковых автомобилей на отечественном рынке в качестве запасной шины имеют обычные (полноразмерные) шины.

**Умные шины.** Попытка создания такой конструкции шины, которая могла бы осуществлять самотестирование своего состояния, ведется как шинными компаниями, так и различными исследовательскими центрами. В последние годы с появлением бортовых автомобильных компьютеров и совершенствованием возможностей измерительных устройств и датчиков эти работы получают практическую реализацию. Например, специальные электронные датчики или микрочипы, располагаемые на ободе колеса во внутренней полости шины, в протекторе шины, распознают состояние шины, ее температуру и внутреннее давление, определяют остаточный ресурс рисунка протектора, сообщаящие на компьютер о необходимости замены шины и прочие характе-

ристики работы шины. В одном из американских университетов уже проходят испытания шин, которые благодаря применению специальных сенсоров и особых многослойных материалов способны отслеживать любые изменения в своей структуре. Они предупреждают водителя о снижении давления, проколах, «грыжах», порезах, заводских дефектах покрышки, нарушении балансировки, неверной установке колеса и даже о возможных разрушениях шины, которые могут произойти в ближайшее время. В условиях массового производства, по расчетам исследователей, внедрение такой измерительной системы обойдется потребителю всего в 1 доллар, так что, возможно, в скором времени надпись «Умная шина» появится на боковине многих серийных шин.

Другие шины. В ряде случаев шины не совсем обычного применения могут отличаться по своим габаритам, нагрузке и другим характеристикам от принятых стандартов и нормативов, например, шины для поездов метро или шины автомобилей-«монстров». Другой пример — литые шины с полиуретановым каркасом, отличающиеся высокой долговечностью, экономичностью, возможностью регенерации каркаса и повторного использования для производства новых шин. У этих шин эластичные элементы из синтетического материала, поддерживающие упругий цилиндр с резиновым протектором, способны заменить по прочности каркас и брекер и, одновременно, обеспечить амортизирующие свойства, подобно сжатому воздуху в традиционной пневматической шине.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Болштынский А.П. Основы конструкции автомобиля: учебное пособие / под ред. В.Е. Щербы. —М.: Легион-Автодата, 2005. — 312 с.
2. Вахламов В.К. Автомобили. Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений. —М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 528 с.
3. Гаврилов К.Д. Первое в России практическое руководство по регламентным работам, диагностике и ремонту легковых и грузовых автомобилей иностранного и отечественного производства. М.: Майор, 2003. —256 с.
4. Основы конструкции автомобиля: учебник для вузов / А.М. Иванов [и др.] —М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2006. — 336 с.

5. Родичев В.А. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей: учебник водителя автотранспортных средств категории «С». М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 256 с.
6. <http://www.zr.ru>.
7. <http://www.avtostroyka.ru/?Glavnaya>.
8. <http://www.auto.etlt.ru>.
9. Круглов Е.М. Все о легковом автомобиле. М.: Транспорт, 2002.
10. Синельников А.Ф. Ремонт аварийных кузовов легковых автомобилей отечественного и иностранного производства. М., Транспорт, 2001.
11. Епифанов А.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.: Форум-инфра, 2001.
12. Зуев А.А. Технология машиностроения М., Колос, 2003.
13. Каталог оборудования для станций технического обслуживания и ремонтных предприятий. М., 2005.
14. Жердицкий Н.Т., Русаков В.З., Голованов А.А., Автосервис и фирменное обслуживание автомобилей: Учебное пособие;/ Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. 123 с.
15. Туревский И. С. Техническое обслуживание автомобилей. Организация хранения, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта: учебное пособие. М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007.256 с.
16. [www.autoblokirator.ru](http://www.autoblokirator.ru).
17. Ершов Б.В. [и др.] Техническое обслуживание автомобилей. Киев: Высш. Шк., 1999г. 444 с.
18. Арустамов Э. А. Оборудование предприятий (торговля): Учебное пособие. – М.; Издательский дом «Дашков и К°», 2001. 452 с.
19. Каталог деталей и сборочных единиц трактора ДТ-75 МВ: — М.: ТР-Ритейл, 2002 – 226 с.
20. Тракторы ТДТ-55А, ЛХТ-55. Каталог сборочных единиц и деталей. — СПб, М., 2003 – 206 с.