

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

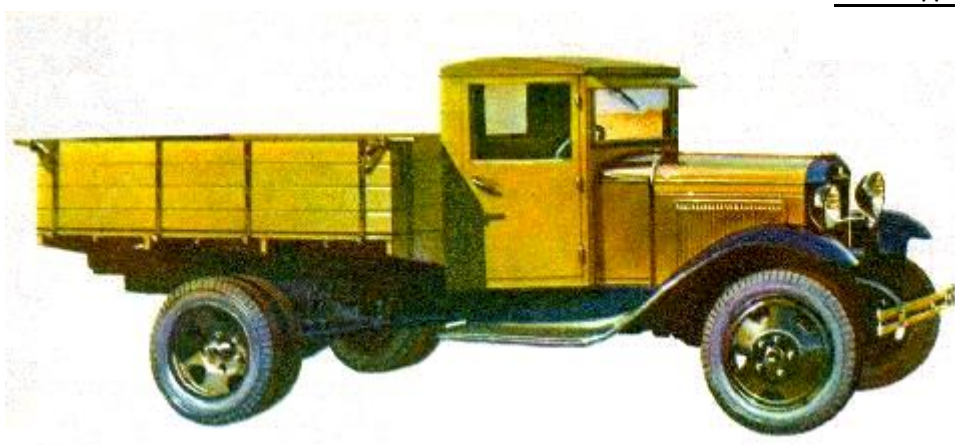
Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

КУРС ЛЕКЦИЙ
по дисциплине

«УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЕЙ»

Для студентов специальности СПО – 23.01.17 «Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей»

соблюдай регламент ТО



ТВЕРЬ 2023 г.

УДК 629.114.4.004.24

Составитель: доцент Николаев А.В.

Рецензент: доцент Смирнов А.Ю.

Курс лекций рассмотрен и одобрен:

- на заседании кафедры технической эксплуатации автомобилей,

протокол № _____ от « ____ » _____ 2023 г.

- методической комиссией инженерного факультета,

протокол № _____ от « ____ » _____ 2023 г.

«УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЕЙ». Курс лекций – Тверь: ТГСХА, 2023. – 201 с

Лекция 1

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Немногим более чем за сто лет своего развития, автомобиль стал неузнаваемым. Он давно стал не столько предметом роскоши, сколько средством передвижения, средством для: перевозки пассажиров, перевозки грузов и специального оборудования и т.д. Начиная с момента создания первых автомобилей (конец 19 века) и по настоящее время, внимание автомобилестроителей постоянно направлены на решение задач по улучшению комфортабельности, удельного расхода топливно-смазочных материалов и особенно загрязненности окружающей среды. Усилиями нескольких поколений учёных, конструкторов, технологов, инженеров, изобретателей и рационализаторов автомобильной промышленности, конструкция автомобиля достигла высокого уровня и продолжает совершенствоваться ускоренными темпами. Однако все эти достижения не могут быть в полной мере реализованными без знаний водителя управляющего автомобилем: устройство автомобиля, принцип действия его систем, агрегатов и узлов, грамотного технического обслуживания, устранение мелких технических неисправностей, возникающих в пути, а так же мастерства вождения.

1.1 Термины и определения:

- **автомобиль** - самодвижущееся механическое транспортное средство, предназначенное для перевозки пассажиров, грузов, специального оборудования и буксирования прицепов.
- **прицеп** – транспортное средство (в дальнейшем ТС), не оборудованное двигателем и предназначенное для движения в составе с механическим ТС.
- **подвижной состав (ПС) автомобильного транспорта** это: - автомобили, - автопоезда, - прицепы и полуприцепы, предназначенные для перевозки грузов, пассажиров и специального оборудования.
- **разрешенная максимальная масса** – масса снаряженного ТС с грузом, водителем и пассажирами, установленная предприятием-изготовителем в качестве максимально-допустимой.
- **деталь** – изделие, выполненное из однородного материала (цельной заготовки), без применения сборных операций (гайка, болт, шестерня и т.д.).
- **базовая деталь** – это деталь, с которой начинается сборка узлов, механизмов или агрегатов (блок цилиндров, корпус коробки передач и т.д.).
- **узел** – несколько деталей, соединённых между собой с помощью резьбовых, заклёпочных, сварочных, шпоночных и др. соединений (шатун с запрессованной в нём втулкой, шестерня, установленная на валу с помощью шпонки и т.д.).
- **механизм** – это подвижно связанные между собой узлы и детали, совершающие под действием приложенных к ним сил определённые заранее заданные движения, например: кривошипно-шатунный механизм, в котором поршень совершает возвратно- поступательное движение, а коленчатый вал – вращательное.
- **агрегат** – совокупность нескольких механизмов, узлов и деталей, объединённых различными соединениями в одно целое с базовой деталью, работающих в едином комплексе и выполняющих определённую функцию (например: двигатель).

- **система** (в автомобилестроении) – это комплекс соединённых между собой механическими, гидравлическими или электрическими связями узлов и механизмов, выполняющих определённую самостоятельную функцию, например: система пуска, питания и т.д.
- **работоспособность** – состояние, при котором техническое изделие, например: автомобиль или его составные части, способно выполнять заданные функции с показателями, отвечающими техническим требованиям и гарантиям выданными заводом – изготовителем.
- **неисправность** – отклонение технического состояния ТС и его составных частей от установленных заводом – изготовителем норм (увеличение свободного хода тормозной педали, рулевого колеса и т.д.).
- **отказ** – нарушение работоспособности ТС, приводящее к временному прекращению его нормальной эксплуатации, т.е. вынужденная остановка в пути по техническим причинам (обрыв тормозного шланга, ремня привода вентилятора, прокол шины и т.д.).
- **диагностика** – это часть технологического процесса технического обслуживания и ремонта ТС, дающая возможность прогнозировать безотказность его работы в пределах остаточного ресурса и выполняющая задачу поддержания на высоком уровне безопасность движения ТС, его надёжность и долговечность, а также снижение затрат на обслуживание и ремонт.
- **техническое обслуживание** – это профилактическое мероприятие, задачей которого является поддержание автомобиля в работоспособном состоянии, выявление и устранение неисправностей, предупреждение отказов.
- **текущий ремонт** – комплекс работ, предусматривающий устранение возникших отказов и неисправностей, и способствующий поддержанию в работоспособном состоянии ТС при минимальных простоях.
- **капитальный ремонт** – это регламентированное восстановление работоспособности ТС или его агрегатов с обеспечением послеремонтного пробега не менее 80% от нормы пробега установленного заводом- изготовителем для новых ТС и их узлов, агрегатов, систем.

Современный автомобиль является сложной машиной состоящей из более 10 тысяч различных деталей собранных в узлы, механизмы, агрегаты и системы. И, тем не менее, автомобиль условно можно подразделить на пять основных частей: двигатель, электрооборудование, трансмиссия, несущая система, системы управления автомобиля.

- **двигатель** – представляет собой совокупность механизмов и систем, служащих для преобразования тепловой энергии сгорающего топлива в механическую. На абсолютном большинстве современных автомобилей установлены поршневые (тепловые) четырёхтактные двигатели внутреннего сгорания (ДВС), которые являются источником энергии приводящей автомобиль в движение.

- **электрооборудование** современных автомобилей представляет собой комплекс приборов, механизмов и систем, обеспечивающих: электропуск двигателя, воспламенение рабочей смеси в ДВС с внешним смесеобразованием, освещение дороги и пространства внутри кузова, сигнализацию об изменении направления движения и торможения, приведение в действие контрольно- измерительных приборов и различной дополнительной аппаратуры. Наряду с этим, в последнее время получают распространение электронные системы с микропроцессорами или микро ЭВМ для управления системами впрыска топлива,

системами электронного зажигания, антиблокировочными тормозными системами, усилителями рулевого управления, системами управления переключения передач и т.д.

- **трансмиссия** – это система взаимосвязанных механизмов и агрегатов, передающих крутящий момент от двигателя к движителям (ведущим колёсам), изменяя его как по величине, так и по направлению.

- **несущая система** является основой автомобиля, и представляет собой устройство, на котором монтируются все части автомобиля: двигатель, агрегаты трансмиссии, системы управления, некоторые приборы электрооборудования. В грузовых и некоторых легковых автомобилях несущая система представляет собой раму с подвесками и мостами, а у большинства легковых – «несущий» кузов с подвесками.

- **система управления автомобилем** служит для уменьшения скорости движения, вплоть до полной остановки и удержания автомобиля на месте, изменения выбранного водителем направления движения и управления работой двигателя.

1.2 Классификация подвижного состава

ПС классифицируется по различным признакам, определяющим многообразие назначения составляющих ПС, а, следовательно, и их конструкции, рис. 1.1.



Рисунок 1.1 - Классификация подвижного состава автомобильного транспорта

По назначению подвижной состав подразделяют:

- ПС общего назначения, предназначенный для выполнения транспортных перевозок,
- специализированный ПС, предназначенный для транспортных перевозок определенных типов грузов или пассажиров,
- специальный ПС, предназначенный для производства нетранспортных работ.

По типу

1. Пассажирский ПС – предназначен для перевозки людей.

а) Легковые автомобили, т.е. механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения:

- общего назначения – для перевозки всех категорий пассажиров, для личного пользования потребителей;
- специализированные – для перевозки определенных категорий пассажиров (скорая помощь, такси);
- специальные – оборудованные специальными устройствами, аппаратурой (лаборатории, милиция).

б) Автобусы, т.е. механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения:

- общего назначения – для перевозки всех категорий пассажиров, подразделяются на городские, пригородные, междугородные;
- специализированные – для перевозки определенных категорий пассажиров (санитарные, туристические, школьные);
- специальные, т.е. всевозможные лаборатории на базе автобусов общего назначения, форма кузова может быть изменена для адаптации под конкретное оборудование.

2. Грузовой ПС – предназначен для перевозки различных видов грузов (грузовые автомобили, автомобили-тягачи, автопоезда).

а) Грузовые автомобили, т.е. механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес, используемые для перевозки грузов:

- общего назначения – для перевозки всех видов грузов, кроме жидких без тары, оборудуются кузовами в виде бортовых платформ (рис. 1.2);
- специализированные (рис. 1.3) – для перевозки определенных видов грузов, оборудованные кузовами определенных типов (самосвалы, цистерны, фургоны, рефрижераторы и т.п.), а также приспособлениями для погрузки-разгрузки;
- специальные (рис. 1.4), т.е. автомобили, основным назначением которых является выполнение нетранспортных операций (мастерские, краны, бетономешалки, компрессоры, коммунальные, пожарные).



Рисунок 1.2 - Грузовой автомобиль общего назначения КАМАЗ-43110



Рисунок 1.3 - Специализированный грузовой автомобиль



Рисунок 1.4 – Специализированный подвижной состав

- б) Автопоезда, состоящие из автомобиля-тягача и прицепов или полуприцепов:
- прицепные (грузовой автомобиль с одним или несколькими прицепами, рис. 1.5);
 - седельные (седельный автомобиль-тягач с полуприцепом, рис. 1.6);
 - ропуски (грузовой автомобиль с прицепом-ропуском для перевозки длинномерных грузов, например, лес, трубы, рис. 1.7).



Рисунок 1.5 – Прицепной автопоезд



Рисунок 1.6 – Седельный тягач с полуприцепом



Рисунок 1.7 – Лесовозный автопоезд

3. Прицепной ПС. В эту группу входят прицепы и полуприцепы.

Полуприцепы, рис. 1.8б, это буксируемые транспортные средства, ось или несколько осей которого расположены позади центра масс полностью загруженного транспортного средства. Полуприцепы имеют опорно-седельное устройство, которое воспринимает горизонтальные нагрузки и нагрузку от значительной доли веса полуприцепа и груза.

Прицепы, буксируемые транспортные средства, разделяются на две подгруппы. Полные прицепы (рис. 1.8а) оборудованы, по меньшей мере, двумя осями, имеют буксирное устройство, которое может перемещаться вертикально по отношению к прицепу, и не передает вертикальных нагрузок. Сцепное устройство в этом случае – типа «крюк-петля» или «шкворень-петля». Другая группа прицепов – это прицепы с центральной осью, имеющие буксирное устройство, которое не может перемещаться вертикально по отношению к прицепу. Поэтому статическая вертикальная нагрузка в пределах 10% от веса прицепа передается на тягач. Сцепное устройство в этом случае может быть также в виде шаровой опоры.



а)



б)

Рисунок 1.8 - Прицеп (а) и полуприцеп (б)

По конструкции прицепы и полуприцепы подразделяются по количеству осей (одноосные, двухосные и многоосные) и наличию привода на его оси (с активным приводом или без активного привода). По типу автомобилей-тягачей, для которых они предназначены, прицепы и полуприцепы подразделяются на легковые и грузовые, а по назначению подразделяются по тем же принципам, что и грузовые автомобили:

- общего назначения, т.е. универсальные с кузовами в виде бортовых платформ,
- специализированные, например, прицепы-цистерны, прицепы для перевозки катеров и т.п.,
- специальные, например, прицепы-дачи, прицепы-компрессоры и т.п.

Классификация подвижного состава по проходимости

В зависимости от назначения автомобиля в его конструкции заложены технические решения, обеспечивающие различную степень его проходимости, т.е. возможности передвигаться по опорной поверхности различного состояния. Показатели проходимости автомобиля подразделяют на геометрические и опорносцепные. Геометрические показатели характеризуют соответствие размеров автомобиля и дорожных неровностей (например, глубины колеи дороги и дорожного просвета автомобиля).

Одним из параметров, характеризующих опорно-сцепные показатели проходимости, является колесная формула, в левой части которой записано общее число колес, в правой части после разделительного знака «×» – число ведущих колес, т.е. колес, приводимых во вращение от силовой установки автомобиля. По проходимости автомобили делятся на следующие группы.

а) Автомобили обычной (ограниченной) проходимости, предназначенные для эксплуатации на дорогах с твердым покрытием, сухих грунтовых дорогах. Колесная формула таких автомобилей 4×2, т.е. автомобиль имеет один ведущий мост (передний или задний).

б) Автомобили повышенной проходимости, способные преодолевать заболоченные, глинистые, заснеженные участки дорог с крутыми подъемами, преодолевать водные преграды ограниченной глубины. Колесная формула таких автомобилей 4×4, автомобиль имеет два ведущих моста, т.е. все четыре колеса автомобиля являются ведущими. Другой вариант – автомобиль 6×4 с двумя ведущими из имеющихся трех мостов.

в) Автомобили высокой проходимости, способные преодолевать серьезные препятствия (ямы, рвы, сильно заснеженные и заболоченные участки, глубокие броды). Такие автомобили являются многоосными со всеми ведущими колесами. Колесные формулы 6×6, 8×8 и т.п.

1.3 Классификация механических транспортных средств и прицепов по ГОСТ Р 52051-2003

Транспортные средства – это устройства, предназначенные для перевозки людей или грузов. Подразделяются на механические (оборудованные двигателем) и буксируемые (прицепы, полуприцепы).

Согласно ГОСТ Р 52051-2003 механические транспортные средства и прицепы разделены на категории. Внутри категории также существует деление на группы, объединяющие транспортные средства по общим конструктивным признакам или по назначению.

Категория L – механические транспортные средства, имеющие менее четырех колес, и квадрициклы. Подразделяется в свою очередь на семь групп. Например, к категории L1 относятся двухколесные мопеды, к категории L4 – мотоцикл с коляской, а к категории L6 – легкий квадрицикл.

Категория M – механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки пассажиров:

– М1 – транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения, т.е. легковые автомобили;

– М2 – транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых не превышает 5 т (автобусы);

– М3 – транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых превышает 5 т (автобусы).

Категория N – механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и предназначенные для перевозки грузов (грузовые автомобили):

– N1 – транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу не более 3,5 т;

– N2 – транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу свыше 3,5 т, но не более 12 т;

– N3 – транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу более 12 т.

Категория O – прицепы (включая полуприцепы):

– O1 – прицепы, максимальная масса которых не более 0,75 т;

– O2 – прицепы, максимальная масса которых свыше 0,75 т, но не более 3,5 т;

– O3 – прицепы, максимальная масса которых свыше 3,5 т, но не более 10 т; –

O4 – прицепы, максимальная масса которых более 10 т.

Кроме названных категорий в стандарте дано определение и обозначение транспортных средств специального назначения, категории T (тракторы) и категории G (транспортные средства повышенной проходимости). Изучение этого материала предлагается провести самостоятельно.

1.4 Обозначения автомобилей и прицепов (полуприцепов)

Система обозначения автомобильного подвижного состава регламентируется отраслевой нормалью ОН 025 270-66. В основу этой системы положено разделение автомобильного ПС на следующие типы:

– легковые автомобили,

– автобусы,

– грузовые автомобили различных типов, – прицепы и полуприцепы.

Каждый тип подразделяется на классы. В классе – ряд моделей транспортного средства. Различают базовую (основную) модель и ее модификации, отличающиеся от базовой модели конструкцией отдельных узлов и агрегатов.

Обозначение автотранспортного средства согласно ОН 025 270-66 состоит из аббревиатуры завода изготовителя и цифрового индекса, обозначающего тип (вторая цифра), класс (первая цифра), модель (третья, четвертая или в некоторых случаях пятая цифры), модификацию и исполнение (последующие цифры).

Наряду с этим подвижному составу присваивались обозначения в соответствии с заводскими реестрами обозначений, включающими, как правило, буквенные обозначения завода-изготовителя и порядковый номер модели подвижного состава (ГАЗ-52, ЗИЛ-130, МАЗ-500 и т.п.). Заводские обозначения подвижного состава практикуются на ряде моде-

лей до настоящего времени, главным образом на подвижном составе специализированного и специального назначения.

Обозначения легковых автомобилей

Общий вид цифрового индекса – **A1xxz**. Здесь вторая цифра «единица» обозначает тип автомобиля – «легковой автомобиль» (категория М₁ по ГОСТ Р 52051-2003). Первая цифра, обозначенная буквой «А», класс автомобиля в соответствии с табл. 1.1. Цифры, обозначенные буквами «xx», указывают на номер базовой модели автомобиля, обозначенные буквой «z» – номер модификации (рис.1.9).

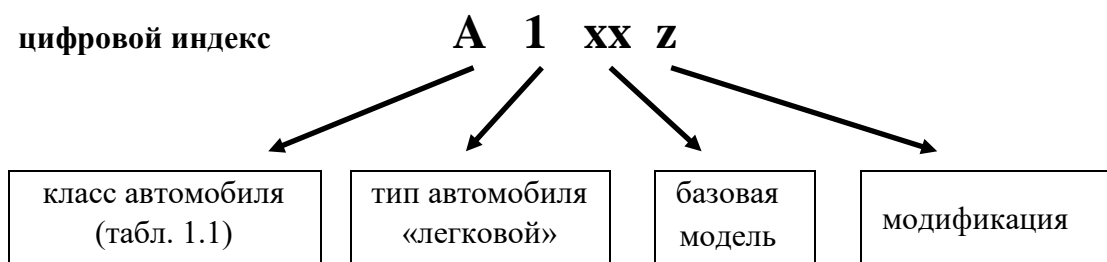


Рисунок 1.9 - Обозначение легковых автомобилей согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Таблица 1.1 Обозначение классов легковых автомобилей согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Класс автомобиля	Рабочий объем двигателя, л	Формула цифрового индекса	Пример обозначения
Особо малый	до 1,2	11xx	ВАЗ-1111
Малый	от 1,2 до 1,8	21xx	ВАЗ-21099
Средний	от 1,8 до 3,5	31xx	ГАЗ-3110
Большой и высший	свыше 3,5	41xx	ЗИЛ-4104

Обозначения автобусов

Общий вид цифрового индекса – **A2xx**. Вторая цифра «двойка» обозначает тип автомобиля – «автобус» (категории М₂ и М₃ по ГОСТ Р 52051-2003). Первая цифра, обозначенная буквой «А», класс автобуса в зависимости от его длины (табл. 1.2). Цифры, обозначенные буквами «xx», указывают на номер модели автобуса. Примеры показаны на рис. 1.10.

Таблица 1.2 Обозначение классов автобусов согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Класс автобуса	Длина, м	Формула цифрового индекса	Пример обозначения
Особо малый	до 5	22xx	УАЗ-2206
Малый	от 6 до 7,5	32xx	ПАЗ-3206
Средний	от 8 до 9,5	42xx	КАВЗ-4229
Большой	от 10,5 до 12	52xx	ЛиАЗ-5256
Особо большой	более 16,5	62xx	ЛиАЗ-6212



ПА3-3237



ПА3-4234



Рисунок 1.10 - Обозначение автобусов

Обозначения грузовых автомобилей

Общий вид цифрового индекса – **АБхх**. Здесь А=1...7 – тип автомобиля, Б=3...7 и 9 – класс автомобиля (категории N₁, N₂ и N₃ по ГОСТ Р 52051-2003). Основное отличие в обозначениях грузовых автомобилей от автобусов и легковых автомобилей то, что для обозначения типа автомобиля (вторая цифра индекса) используется не одна, а несколько цифр. Это вызвано широким разнообразием видов перевозимых грузов и выполняемых работ, табл. 1.3. Разделение на классы грузовых автомобилей (первая цифра индекса) производится в зависимости от их полной массы, т.е. массы снаряженного автомобиля и максимальной массы груза, табл. 1.4. Примеры показаны на рис. 1.11.

Таблица 1.3 Обозначение типов грузовых автомобилей согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Тип	С бортовой платформой	Седельный тягач	Самосвал	Цистерна	Фургон	Специальный
Цифра «Б»	3	4	5	6	7	9

Таблица 1.4 Обозначение классов грузовых автомобилей согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Полная масса, т	до 1,2	1,2...2,0	2,0...8,0	8,0...14	14...20	20...40	>40
Цифра «А»	1	2	3	4	5	6	7



Бортовой автомобиль КАМАЗ-43253



Седельный тягач КАМАЗ-6460



Самосвал КАМАЗ-65222



Фургон ГАЗ-2705 «Газель»

Рисунок 1.11 - Обозначение грузовых автомобилей

Обозначения прицепов и полуприцепов

Общий вид цифрового индекса – **АБхх**. Здесь А=8 – прицеп, А=9 – полуприцеп (категории О1, О2, О3 и О4 по ГОСТ Р 52051-2003). Цифра, обозначенная в цифровом индексе буквой «Б», указывает на тип прицепа (полуприцепа), табл. 1.5. Цифры, обозначенные в цифровом индексе буквами «хх», указывают на группу, к которой относится данный прицеп (полуприцеп) в зависимости от его полной массы, табл. 1.6.

Таблица 1.5 Обозначение типов прицепов согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Тип	Легковой	С грузовой платформой	Самосвальный	Цистерна	Фургон	Специальный
Цифра «Б»	1	3	5	6	7	9

Таблица 1.6 Обозначение групп прицепов (полуприцепов) по полной массе согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Группа	Полная масса, т	Цифры «хх»
Первая	до 4	1...24
Вторая	от 4 до 10	24...49
Третья	от 10 до 16	50...69
Четвертая	от 16 до 24	70...84
Пятая	свыше 24	85...99

Примеры обозначений: ММЗ-81021 – легковой прицеп, ЧМЗАП-8390 – прицеп с грузовой платформой, ЧМЗАП- 9991 – полуприцеп контейнеровоз.

1.5 Европейская классификация легковых автомобилей

Как уже отмечалось, обозначение легковых автомобилей по отраслевой нормали ОН 025 270-66 объективно не отражает характеристики современного автомобиля. В Европе часто используется неофициальная, так называемая европейская, классификация легковых автомобилей, в основу которой положены размерные характеристики транспортного средства табл. 1.7. В России эта классификация нередко используется в автомобильной прессе.

Таблица 1.7 Классы легковых автомобилей согласно Европейской классификации по размерам

Класс	Название	Длина, м	Ширина, м
A	Особо малый	до 3,6	до 1,6
B	Малый	3,6...4,2	1,5...1,7
C	Малый средний (компактный или гольф-класс)	4,2...4,4	1,6...1,75
D	Средний	4,4...4,6	1,7...1,8
E	Высший средний (бизнес-класс)	4,6...4,9	более 1,7
F	Высший (представительский)	более 4,9	более 1,7

Указанная классификация охватывает категорию легковых автомобилей, выполненных в кузовах седан, хэтчбек, универсал, а также лимузин. Вне этой классификации остаются автомобили повышенной проходимости. Классификация не применяется к грузопассажирским автомобилям с кузовами фургон и пикап, к автомобилям со спортивными и открытыми кузовами, к автомобилям с однообъемными кузовами (минивэн).

Автомобили класса А. Предназначены преимущественно для городской езды, по дорогам с твердым и ровным покрытием. Комфорт водителя и пассажиров понижен для достижения компактности и экономичности. Российский аналог – автомобиль ВАЗ-1111 "Ока". Тип кузова – трех-дверный и реже пяти-дверный хэтчбек. Удобны лишь для двух человек и небольшого багажа, невысокие динамические и ходовые качества, малый расход топлива. Представители этого класса автомобили Daewoo Matiz, Peugeot 106.

Автомобили классов В и С. Для водителя и переднего пассажира обеспечено больше пространства и более высокий уровень комфорта, в то время как задние пассажиры находятся в несколько стесненных условиях. Предназначены для городских поездок и для пригородных маршрутов. Динамические и скоростные качества варьируются в широких пределах. Представители класса «В» – Skoda Felicia, Volkswagen Polo, Peugeot 206, класса «С» – Audi A3, Mitsubishi Lancer, Nissan Almera, Opel Astra, Peugeot 306, Renault 19, Toyota Corolla, Volkswagen Golf.

Автомобили класса D. Условия комфорта и просторности для водителя и всех пассажиров приблизительно равные. Представители этого класса автомобили Audi A4, BMW серии 3, Volvo S40/V40.

Автомобили классов E и F. В этих автомобилях достаточно свободное и удобное рабочее место водителя, но их основное назначение – перевозка с максимальным комфортом пассажиров на просторном заднем сиденье. Наиболее престижный представительский класс F обеспечивает наивысший уровень удобства, сервиса и безопасности. Представители класса «E» – Hyundai Sonata, Mitsubishi Galant, Nissan Maxima, Audi A6, BMW серии 5, Mercedes-Benz E-класса, Volvo S80/V70, класса «F» – BMW "седьмой серии", Jaguar XJ8, Mercedes-Benz S500/S600, Rolls-Royce.

В отдельный класс выделены автомобили повышенной проходимости, получившие в последнее время название «вседорожники», что наиболее полно отражает их назначение. В большинстве своем такие автомобили с точки зрения надежности не предназначены для постоянной эксплуатации в сложных дорожных условиях, что по смыслу подразумевается под термином «внедорожник». Вседорожники подразделяются на три размерные подгруппы: малые (Suzuki Jimny, Daihatsu Terios), средние (Honda CR-V), большие (Jeep Grand Cherokee).

Следующий класс – это минивэны и УПВ (универсалы повышенной вместимости). Предназначены для больших семей, могут использоваться для путешествий, в качестве развозных машин. Вместимость УПВ от 6 до 8 мест, а минивэнов до 9 мест, включая водителя. Большинство УПВ сконструировано на шасси легковых автомобилей классов D и E отличаются применением распашных дверей. По своим ходовым и скоростным качествам они близки к обычным легковым универсалам. Представители: Mazda MPV, Renault Espace, Volkswagen Sharan.

Минивэны унифицированы по кузову и шасси с грузопассажирскими легкими грузовиками, отличаются большей вместимостью, имеют сдвижные двери и внушительную высоту. Представители: Ford Windstar, Mitsubishi Space Gear, Volkswagen Multivan.

В отдельный класс выделены автомобили с откидной крышей кузова – кабриолеты, родстеры, спайдеры.

В основу классификации легковых автомобилей, принятой в США, положена величина полезного объема салона:

- мини (до 85 куб. футов), примерно соответствует европейским «А» и «В» классам,
- субкомпакты (85-99,9 куб. футов), примерно соответствует европейскому «С» классу,
- компакты (100—109,9 куб. футов), примерно соответствует европейскому «D» классу,
- среднеразмерные автомобили (110—119,9 куб. футов), примерно соответствует европейскому «Е» классу,
- полноразмерные автомобили (120 куб. футов и более), примерно соответствует европейскому «F» классу.

Для автомобилей с кузовом «универсал» выделяются отдельные категории по объему салона.

Аналогичная система классифицирования автомобилей принята в Канаде, но названия классов несколько отличаются, а объем салона устанавливается в литрах.

1.6 Единая общемировая система маркировки автомобилей

В настоящее время во многих странах мира производятся десятки миллионов автомобилей в год. Продажа автомобилей, как и их производство, носит межгосударственный

характер. К тому же автомобиль является не только источником повышенной опасности, но и объектом преступных посягательств. Для ужесточения контроля за огромным парком автомобилей введена единая общемировая система маркировки автомобилей с помощью идентификационного номера автомобиля, т.е. VIN-кода (Vehicle Identification Number).

Расшифровка смысла цифр VIN-кода обычно расписана в сервисной книжке на автомобиль. Номер VIN состоит из 17 знаков и имеет три составные части:

- позиции 1...3 –международный код изготовителя (WMI);
- позиции 4...9 – обозначение модели (модификации) автомобиля (описательная часть номера – VDS);
- позиции 10...17 – указательная часть номера (VIS), где указаны код года выпуска и номер данного автомобиля.

Пример построения VIN-кода показан на рис. 1.12.

VIN																
позиция																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
WMI			VDS					VIS								
J	M	B	S	N	E	5	5	A	P	Z	0	0	3	7	2	5
1	2	3	4	5	6		7	9		10	11					
1	Азия															
2	Япония															
3	MITSUBISHI															
	B — для Европы (левостороннее управление)															
	A — для Европы (правостороннее управление)															
4	Тип кузова:															
	S — 4-дверный седан; L — 4-дверный хэтчбек															
5	Тип трансмиссии:															
	N — 5-ступенчатая механическая, 5 передач															
	R — 4-ступенчатая АКП															
6	Тип двигателя:															
	E52 — 1800 - SOHC; E54 — 2000 - DOHC;															
	E55 — 2000 - SOHC; E57 — 2000 - Дизель;															
	E64 — 2000 - DOHC - 4WS; E75 — 2000 - SOHC - 4WD;															
	E88 — 2500 - DOHC - 4WD															
7	A — пассажирский автомобиль															
8	Модель автомобиля:															
	E55 — GALANT															
9	Модельный год:															
	P — 1993															
10	Завод															
11	Серийный (порядковый) номер — 3725															

Рисунок 1.12 - Пример построения VIN-кода

1.7 Свойства автомобиля, определяющие его качество

К конструкции автомобиля предъявляются различного рода требования. Они выдвигаются со стороны общества, владельца и изготовителя. Требования общества первичны и отражены в различного рода законодательных ограничениях.

1. Требования со стороны общества – снижение уровня повышенной опасности и уровня загрязнения окружающей среды.

2. Требования со стороны владельца – производительность автомобиля, безопасность, комфорт с учетом предполагаемых условий эксплуатации.
3. Требования со стороны изготовителя – снижение себестоимости, повышение конкурентоспособности, патентная чистота (с учетом требований общества и владельца, а также собственных возможностей).

Предъявляемые к автомобилю требования определяют качество автомобиля.

Качество характеризуется совокупностью его свойств (рис. 1.16):

- функциональные свойства,
- потребительские свойства,
- свойства безопасности.

Функциональные свойства – определяют способность и эффективность автомобиля выполнять основную функцию транспортного средства (перевозка грузов и пассажиров).

К ним относятся:

- тягово-скоростные свойства,
- топливная экономичность,
- управляемость, устойчивость, маневренность,
- проходимость,
- надежность,
- плавность хода.



Рисунок 1.16 - Совокупность свойств автомобиля

Потребительские свойства – характеризуют способность удовлетворять требованиям владельца, предъявляемые к автомобилю не только как к транспортному средству, а именно:

- уровень комфорта,
- внешний вид,
- престижность, соответствие моде,
- наличие дополнительных устройств (связь, сигнализация, возможность перевозки грузов вне салона, т.е. наличие багажника, прицепного устройства).

Свойства безопасности подразделяются на три составляющие.

1. Активная безопасность – свойства, направленные на снижение вероятности дорожно-транспортного происшествия (ДТП). Активная безопасность обеспечивается:

- тягово-скоростными и тормозными свойствами,

- управляемостью, устойчивостью и плавностью хода,
- обзорностью с места водителя,
- внешней информативностью (цвет, световая сигнализация),
- комфортабельностью места водителя,
- соответствием транспортного средства условиям эксплуатации.

2. Пассивная безопасность – свойства автомобиля снижать последствия ДТП, а именно:

- снижение уровня травматизма водителя и пассажиров (обеспечивается конструкцией кузова, наличием и конструкцией ремней и подушек безопасности, подголовников, материалом и конструкцией стекол, внутренней отделки и т.д.);
- снижение травматизма пешеходов (обеспечивается формой кузова, отсутствием, либо складывающейся конструкции, дополнительных травмирующих элементов – «кенгурятников», выступающих частей, зеркал, эмблем); пожаробезопасность (обеспечивается устройствами, предотвращающими вытекание горючих жидкостей, их воспламенения, а также составом отделочных и окрасочных материалов).

3. Экологическая безопасность – характеризует степень воздействия автомобиля на окружающую среду, водителя и пассажиров следующих факторов:

- вредных выбросов с отработавшими газами (в первую очередь это окись углерода, окислы азота, углеводороды, сажа);
- испарений эксплуатационных материалов;
- шума, вибрации;
- экологически вредных материалов, если таковые применяются в конструкции автомобиля (например, асбест);
- приспособленностью к утилизации автомобиля в целом, его составляющих и эксплуатационных материалов;
- влияние автомобиля на износ автомобильных дорог.

Лекция 2

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

2.1 Основные параметры двигателя

В общем случае двигателем называется преобразователь того или иного вида энергии в механическую работу.

Двигатели, у которых механическая работа получается в результате преобразования тепловой энергии, называются тепловыми двигателями.

Двигатели, в которых топливо сгорает непосредственно внутри рабочего цилиндра и получающаяся при этом энергия газов воспринимается движущимися в цилиндре поршнем, называются поршневыми двигателями внутреннего сгорания.

Двигатели этого типа являются основными для современных автомобилей. По способу осуществления рабочего процесса, поршневые ДВС разделяются на два типа: с внешним смесеобразованием и воспламенением рабочей смеси от электрической искры и внутренним смесеобразованием и воспламенением рабочей смеси от сжатия (дизели).

ДВС с внешним смесеобразованием по роду применяемого топлива разделяются на две группы: работающие на лёгком жидком топливе (в основном на бензине) и работающие на газе (природный газ и др.).

Рабочий процесс и конструкция этих ДВС в основном идентичен. В ДВС, работающих на бензине, горючая смесь, состоящая из паров топлива и воздуха, приготавливается в специальном приборе – карбюраторе или непосредственно во впускном тракте путём впрыскивания бензина в движущийся в цилиндры поток воздуха, а в газовых ДВС смесь газа с воздухом приготавливается в смесителе. И в том и в другом случае горючая смесь поступает в цилиндры ДВС, там смешивается с остатками отработавших газов и образовавшаяся таким образом рабочая смесь, зажигается от постороннего источника тепла (электрической искры вырабатываемой системой зажигания).

Двигатели, с воспламенением от сжатия – дизели, работают на тяжёлом жидком топливе – дизельном. В этих ДВС рабочая смесь приготавливается внутри рабочего цилиндра из воздуха и топлива, подаваемых в цилиндр отдельно.

Зажигание смеси происходит в результате повышения температуры воздуха при большей степени сжатия его, чем в ДВС с внешним смесеобразованием.

По ряду объективных и субъективных причин на большинстве отечественных легковых автомобилях в основном применяются ДВС с внешним смесеобразованием, а на грузовых дизели.

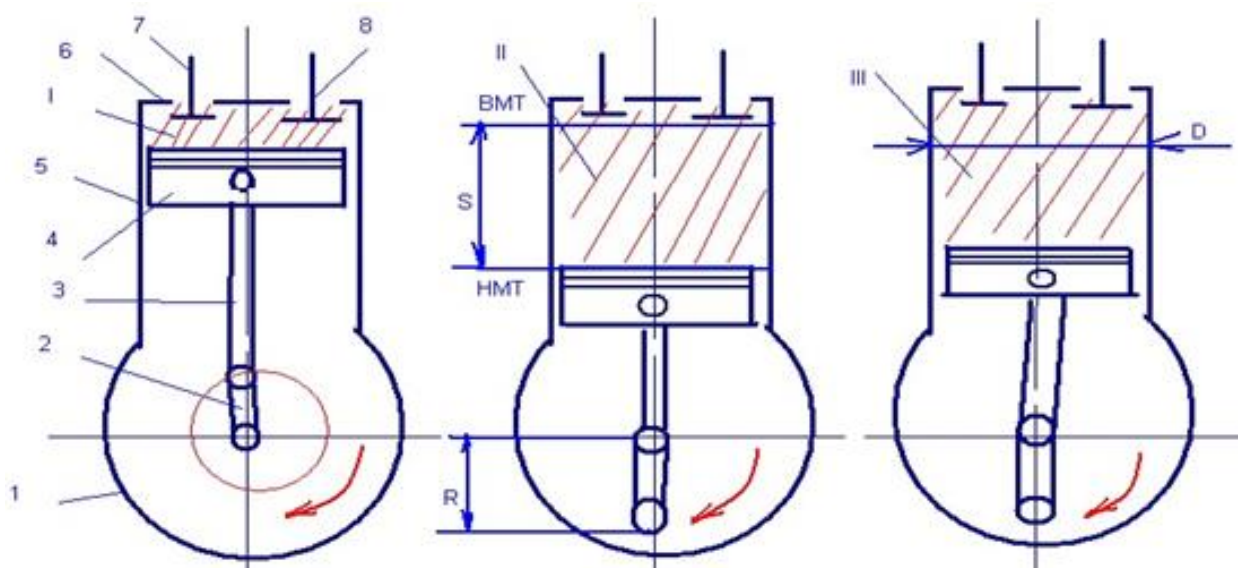
Во многих странах разрабатываются и испытываются многотопливные ДВС, конструкции которых позволяют использовать дизельное топливо, бензин и другие топлива. В них воспламенение рабочей смеси происходит так же, как и в дизелях, от сильно нагретого воздуха вследствие высокой степени сжатия.

Автомобильные двигатели классифицируются:

- по роду применяемого топлива (жидкое, газовое).
- по способу смесеобразования (внутреннее – дизели, внешнее – карбюраторы).
- по способу осуществления рабочего цикла (двух-, и четырёхтактные).
- по способу воспламенения (с самовоспламенением и с принудительным воспламенением).

- по способу наполнения цилиндров (с наддувом, без наддува).
- по числу цилиндров (одно-, двух- и многоцилиндровые);
- по расположению цилиндров (рядные, рядные с наклоном, V – образные, оппозитные);
- по способу охлаждения (жидкостная или воздушная системы);

Поршневой двигатель внутреннего сгорания состоит из двух основных механизмов: кривошипно-шатунного (КШМ) и газораспределительного (ГРМ) и четырёх систем: охлаждения, смазки, питания, пуска и зажигания (для двигателей с принудительным воспламенением). Основные элементы и параметры двигателя представлены на рисунке 2.1.



1 – остов двигателя; 2 – коленчатый вал; 3 – шатун; 4 – поршень; 5 – цилиндр; 6 – головка цилиндров; 7 – впускной клапан; 8 – выпускной клапан.

Рисунок 2.1 - Основные элементы и параметры двигателя

I – объём камеры сгорания; II – рабочей объём; III – полный объём; S – ход поршня; D – диаметр цилиндра; R – радиус кривошипа.
 ВМТ – верхняя мёртвая точка – максимальное удаление поршня от оси коленчатого вала.
 НМТ – нижняя мёртвая точка - минимальное удаление поршня от оси коленчатого вала.
 Радиус R кривошипа – расстояние от оси коленчатого вала до оси его шатунной шейки.
 Ход поршня S – путь, который проходит поршень от ВМТ к НМТ.

Ход поршня равен удвоенному радиусу кривошипа.

$$V_a = V_h + V_c, \text{ л,}$$

где, V_a - (полный объём цилиндра) - объём цилиндра, заключённый между днищем поршня и головкой при нахождении поршня в ВМТ,

V_c - (объём камеры сжатия) - объём цилиндра, заключённый между днищем поршня и головкой при нахождении поршня в НМТ,

V_h – (рабочий объём цилиндра) - объём заключённый между мёртвыми точками:

$$V_h = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S, \text{ л.}$$

Рабочий объём двигателя равен сумме рабочих объёмов всех цилиндров:

$$V_n = V_h \cdot i, \text{ л,}$$

где i – число цилиндров.

Степень сжатия (ε) – это отношение полного объема цилиндра к объёму камеры сжатия.

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

Степень сжатия показывает, во сколько раз сжимается заряд в цилиндре двигателя при перемещении поршня из НМТ в ВМТ. Для карбюраторных двигателей $\varepsilon = 6,5 \dots 12$; для дизельных $\varepsilon = 14 \dots 21$. С повышением степени сжатия повышается КПД двигателя, мощность и экономичность.

2.2 Рабочие циклы четырёх - и двухтактных двигателей

Рабочим циклом двигателя внутреннего сгорания (рисунок 2.2) называют совокупность процессов, повторяющихся в цилиндре в такой последовательности: впуск, сжатие, расширение или рабочий ход, выпуск. Часть рабочего цикла, приходящегося на один ход поршня, называется тактом при повороте коленчатого вала на 180 градусов.

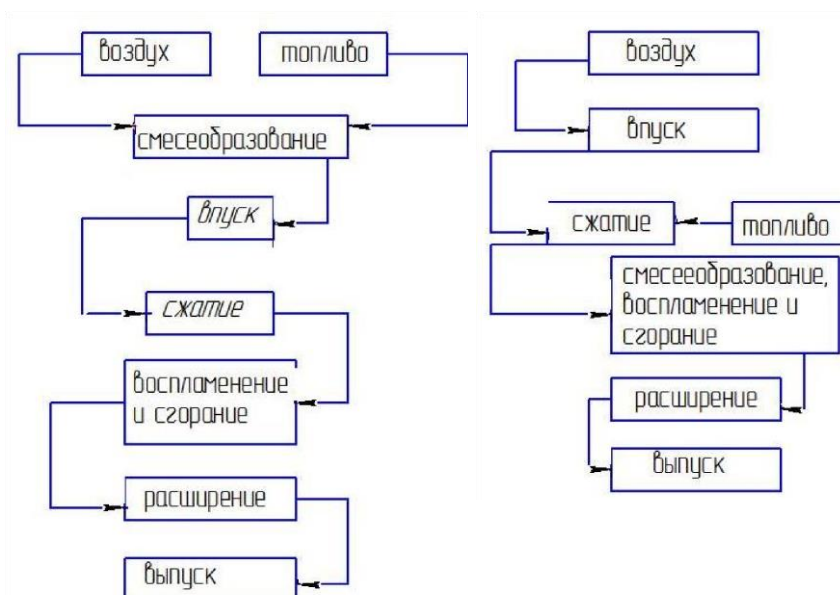


Рисунок 2.2 - Схема рабочего цикла двигателей:

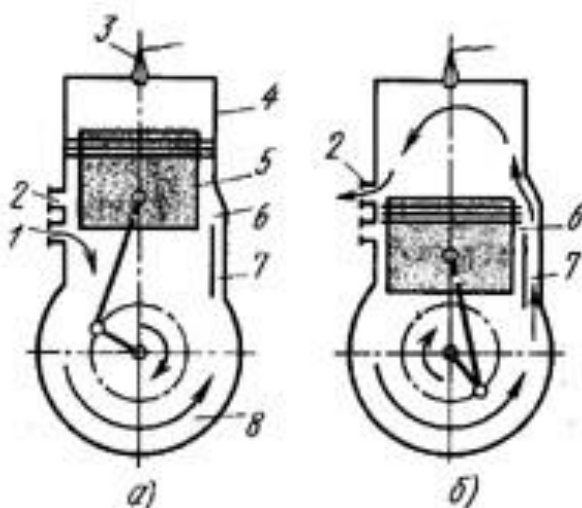
а) с внешним смесеобразованием; б) с внутренним смесеобразованием

2.3 Рабочий цикл двухтактного и четырехтактного бензинового двигателя

Мощность двухтактных двигателей перед четырехтактными выше в 1,5...1,7 раза при равномерном крутящем моменте, так как рабочий цикл протекает за один оборот коленчатого вала.

В этом двигателе нет специального механизма газораспределения. Вместо него цилиндр имеет окна. Впускное окно 1, соединяющее цилиндр с карбюратором; выпускное окно 2 и перепускное окно 6, соединяющее цилиндр с герметичным картером при помощи канала 7. Перемещающийся внутри цилиндра поршень в определенной последовательности открывает и закрывает окна, выполняя функции механизма газораспределения. В цилиндре двухтактного двигателя с кривошипнокамерной продувкой горячая смесь из карбюратора поступает через картер. Для подготовки двигателя к работе необходимо сделать

два подготовительных хода: первый — впуск горючей смеси в картер; второй — перепуск горючей смеси из картера в цилиндр.



1 — впускное окно; 2 — выпускное окно; 3 — свеча зажигания; 4 — цилиндр; 5 — поршень; 6 — перепускное окно; 7 — канал; 8 — герметичный картер.

Рисунок 2.3 - Схема работы двухтактного бензинового двигателя:

а — сжатие рабочей смеси и впуск горючей смеси в картер; б — рабочий ход, выпуск отработавших газов и перепуск смеси из картера в цилиндр.

Первый такт. Поршень 5 (рисунок 3а) перемещается снизу вверх к боковой поверхности сначала закрывая перепускное окно 6, а затем и выпускное 2. В цилиндре происходит сжатие рабочей смеси, а в картер вследствие разрежения из карбюратора поступает горючая смесь. При подходе поршня к ВМТ между электродами свечи зажигания появляется электрическая искра, в результате чего рабочая смесь в цилиндре воспламеняется и сгорает.

Второй такт. Образовавшиеся горячие газы расширяются и давят на поршень, вследствие чего он опускается вниз, совершая рабочий ход (рисунок 3 б). В конце рабочего хода поршень сначала открывает выпускное окно 2, и отработавшие газы из цилиндра через глушитель выходят в атмосферу. Опускаясь ниже, поршень открывает перепускное окно 6, и горючая смесь по каналу 7 поступает в цилиндр, заполняет его и вытесняет отработавшие газы. Незначительная часть горючей смеси вместе с отработавшими газами выходит в атмосферу и не принимает участия в рабочем цикле.

Для улучшения рабочего цикла двухтактного карбюраторного двигателя в цилиндре, как правило, делают по два окна для впуска горючей смеси, выпуска отработавших газов и перепуска смеси. Картер у такого двигателя сухой, т.е. масло в него не наливают. Масло, необходимое для смазывания двигателя, добавляют в топливо в определенной пропорции (1: 15 — для необкатанного или 1: 20 — для обкатанного двигателя), тщательно перемешивают, а затем маслянотопливную смесь заливают в топливный бак. Горючая смесь, поступающая из карбюратора в картер и затем в цилиндр, состоит из мелкораспушенного топлива, масла и чистого воздуха.

Такой двигатель проще по конструкции и компактнее. К недостаткам можно отнести малое время на газообмен, что ухудшает очистку цилиндра от отработавших газов, увеличивается количество несгоревшей смеси, что снижает экономичность работы. Рабо-

чий объём цилиндра меньше, вследствие наличия продувочных и выпускных окон. Это не позволяет на практике получить двукратного увеличения мощности.

Преимущества дизелей по сравнению с карбюраторными двигателями:

- высокая топливная экономичность (на 30...40%);
- большая величина крутящего момента (на 15...20%);
- высокая надёжность; - меньшая токсичность; Недостатки:
- большая масса и размеры при одинаковой с карбюраторным двигателем мощности;
- более трудный пуск, особенно в зимнее время; - высокая стоимость топливной аппаратуры; - меньшая литровая мощность.

Рабочий цикл карбюраторного четырёхтактного двигателя состоит из последовательно происходящих тактов впуска, сжатия, расширения и выпуска.

Такт впуска (рисунок 2.4 а). Поршень 6 движется от в.м.т. к н.м.т., создавая разрежение в полости цилиндра 3 над поршнем. Впускной клапан 1 открыт, и цилиндр через впускную трубу и карбюратор сообщается с атмосферой. Под действием разности давлений в атмосфере и цилиндре воздух, проходя через карбюратор, распыляет топливо и, смешиваясь с ним, образует горючую смесь. Цилиндр 3 заполняется горючей смесью после прихода поршня в н.м.т. К этому моменту времени впускной клапан закрывается.

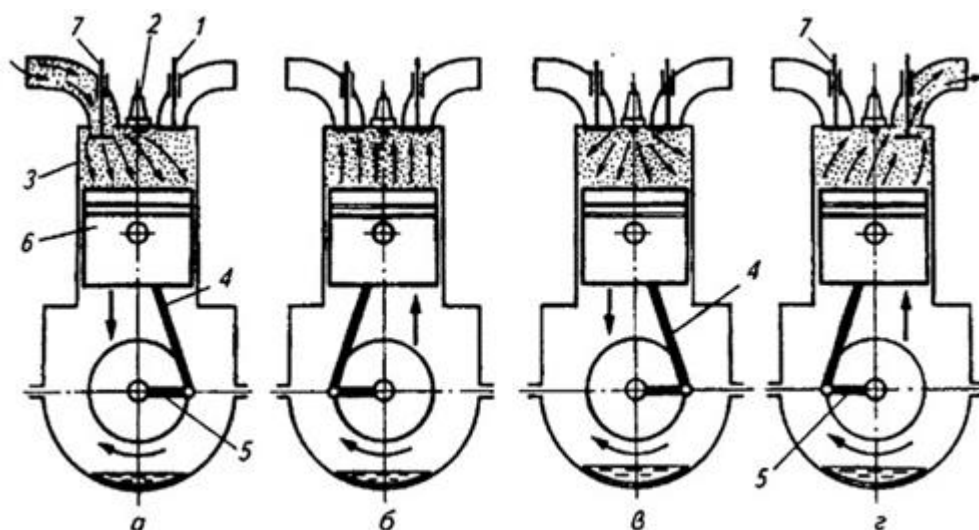
В начале такта впуска, когда поршень был в в.м.т., над поршнем в объеме камеры сжатия находились остаточные продукты сгорания от предыдущего цикла. Горючая смесь, заполняя цилиндр, перемешивается с остаточными газами и образует рабочую смесь. Давление в конце такта впуска 0,07...0,09 МПа, температура рабочей смеси 330...390 К.

Такт сжатия (рисунок 2.4 б). При дальнейшем повороте коленчатого вала 5 поршень движется от н.м.т. к в.м.т. При этом впускной 1 и выпускной 7 клапаны закрыты. Поршень в процессе движения сжимает находящуюся в цилиндре рабочую смесь. В такте сжатия составные части рабочей смеси хорошо перемешиваются и нагреваются. Давление в конце сжатия увеличивается до 0,9...1,2 МПа, а температура — до 500...700 К. В конце такта сжатия на электродах свечи 2 создается электрическая искра, от которой рабочая смесь воспламеняется. В процессе сгорания топлива выделяется большое количество теплоты, в результате чего температура газов повышается до 2700 К, а давление — до 3,0...4,5 МПа.

Такт расширения (рабочий ход) (рисунок 4 в). Оба клапана закрыты. Под давлением расширяющихся газов поршень движется от в.м.т. к н.м.т. и через шатун 4 приводит во вращение коленчатый вал 5, совершая полезную работу. К концу рабочего хода давление уменьшается до 0,3...0,4 МПа, а температура — до 1200... 1500 К.

Такт выпуска (рисунок 2.4 г). Когда поршень 6 подходит к н.м.т., открывается выпускной клапан 7 и отработавшие газы под действием избыточного давления начинают выходить из цилиндра в атмосферу через выпускную трубу. Далее поршень движется от н.м.т. к в.м.т. и выталкивает из цилиндра отработавшие газы. К концу такта выпуска давление в цилиндре составляет 0,11 ...0,12 МПа, а температура - 700... 1100 К.

Далее рабочий цикл повторяется.



1 — впускной клапан; 2 — искровая свеча зажигания; 3 — цилиндр; 4 — шатун; 5 — коленчатый вал; 6 — поршень; 7 — выпускной клапан.

Рисунок 2.4 - Рабочий цикл четырехтактного бензинового двигателя:

а — такт впуска; б — такт сжатия; в — такт расширения; г — такт выпуска.

2.4 Силы, действующие в одноцилиндровом двигателе (рисунок 2.5)

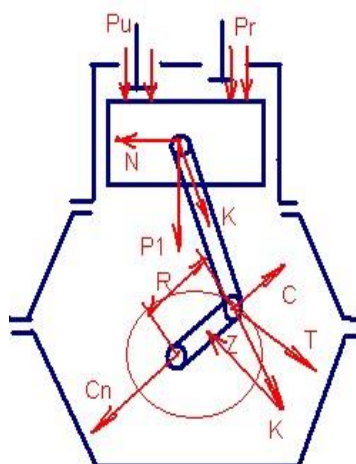


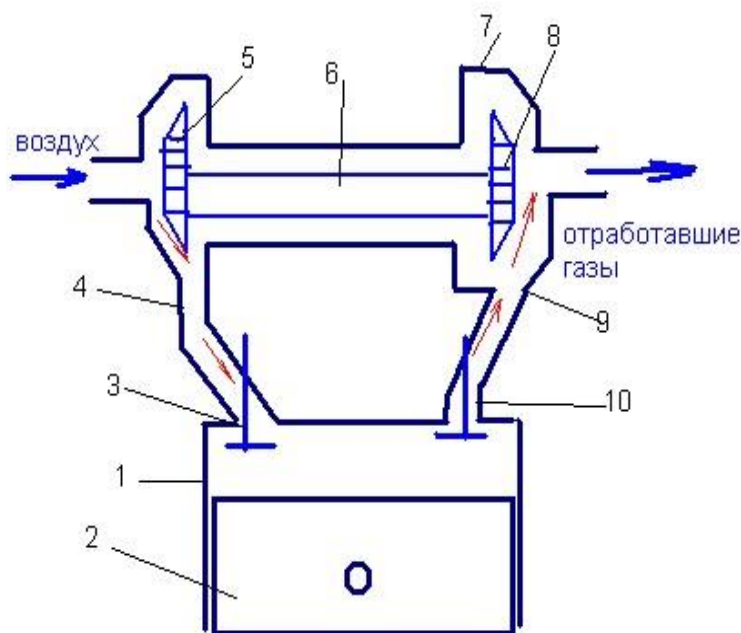
Рисунок 2.5 - Силы, действующие в одноцилиндровом двигателе:

P_r — сила давления газов; P_u — сила инерции; P_1 — суммарная сила; K — сила, действующая на шатун; N — нормальная сила; T — тангенциальная сила; Z — радиальная сила; C_n — сила действия противовесов; R — радиус кривошипа

2.5 Наддув

Одним из путей повышения литровой мощности двигателя является применение газотурбинного наддува. При этом может быть увеличено весовое наполнение цилиндра воздухом, так как воздух в цилиндр двигателя нагнетается турбиной под давлением 0,15...0,17 МПа. Появляется возможность увеличить количество подаваемого в цилиндр топлива и обеспечить его полное сгорание. Это позволяет, не увеличивая размеров цилиндра и не меняя частоту вращения коленчатого вала, повысить мощность двигателя на 20...40%.

Для осуществления наддува применяют турбокомпрессор (рисунок 2.6), который состоит из двух лопастных колёс – турбинного и компрессорного, установленных на общем валу.



1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – впускной клапан; 4 – впускной трубопровод; 5 – колесо центробежного компрессора; 6 – вал турбокомпрессора; 8 – колесо турбины; 9 – газотводящий патрубок; 10 – выпускной клапан

Рисунок 2.6 - Схема газотурбинного наддува

При применении турбонаддува мощность повышается на 25...40%. К недостаткам газотурбинного наддува следует отнести повышенную тепло напряжённость деталей двигателя в результате сгорания большей дозы топлива, поступающего в цилиндр.

2.6 Многоцилиндровые двигатели

Для уменьшения массы и габаритов, снижения неравномерности частоты вращения коленчатого вала и уменьшения необходимой массы маховика на тракторах и автомобилях применяют многоцилиндровые двигатели (рисунок 2.7).

Рядные двигатели: ВАЗ и другие имеют порядок работы 1-3-4-2; УАЗ, ГАЗ 24-10: 1-2-4-3.

$$\text{Угол чередования рабочих ходов: } \varphi = \frac{720}{i}$$

На отечественных автомобилях устанавливают рядные (четырёх- и шестицилиндровые); шести- и восьмицилиндровые V-образные (ЯМЗ-236М; ЯМЗ-238; КАМАЗ-740; ГАЗ-5312, ЗИЛ-130).

$$\text{Для V-образных двигателей } \varphi = \frac{720}{2i}.$$

2.7 Показатели работы автомобильного двигателя

Эффективная мощность двигателя:

$$N_e = \frac{(M_e \cdot n)}{9550},$$

где M_e - крутящий момент, Н·м; n – частота вращения коленчатого вала, об/мин.

Литровая мощность двигателя:

$$N_l = \frac{N_e}{(i \cdot V_h)},$$

где i – число цилиндров, V_h - рабочий объём одного цилиндра, л.

Удельный эффективный расход топлива – количество топлива в граммах, расходуемого двигателем на получение в течение одного часа единицы эффективной мощности.

$$g_e = \frac{G_t}{N_e} \cdot 10^3,$$

где g_e - удельный эффективный расход топлива, г/кВт·ч; G_t - часовой расход топлива, кг/ч.

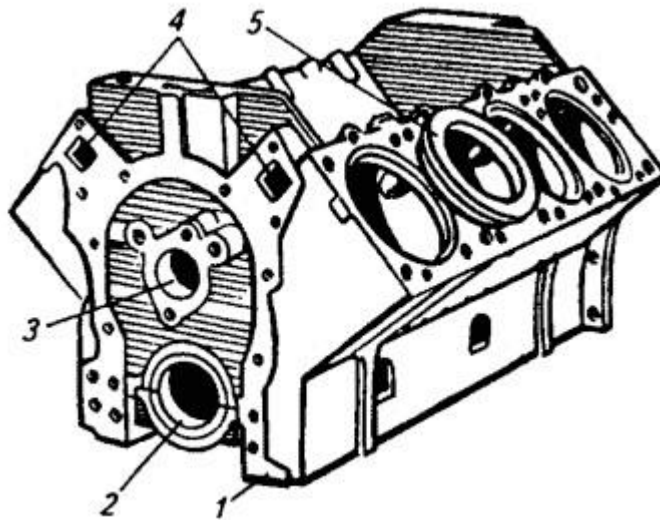
Лекция 3 МЕХАНИЗМЫ ДВИГАТЕЛЯ

3.1 Кривошипно-шатунный механизм

3.1.1 Неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) – основной рабочий механизм поршневого двигателя. Он участвует в совершении рабочего цикла двигателя и преобразует возвратно-поступательное движение поршня, воспринимающего силу давления расширяющихся газов, во вращательное движение коленчатого вала.

Элементы КШМ условно можно разделить на две группы: неподвижные и подвижные. К неподвижным элементам механизма относятся цилиндры, картер с подшипниками коленчатого вала и связующие детали. Всё это образует корпус двигателя. Блок-картер служит остовом двигателя. Он представляет собой сплошную отливку коробчатой формы, верхняя часть которой образует блок цилиндров, а нижняя – верхнюю половину картера. Увеличение жёсткости в блок-картере достигается использованием перегородок. У двигателей с числом цилиндров до четырёх цилиндры располагаются в один ряд, при числе цилиндров 6, 8 и более – в два ряда с наклоном одного к другому. Угол между осями цилиндров обоих рядов называют углом развала. Блок-картер чаще всего отливают из серых, мелкозернистых чугунов, обладающих высокими литейными и механическими свойствами.



1—корпус; 2— отверстие под коленчатый вал; 3 — отверстие под распределительный вал; 4— каналы для подвода охлаждающей жидкости; 5— гильзы

Рисунок 3.1 - Блок цилиндров V-образного двигателя

Уплотнение гильз в блоке осуществляется с помощью резиновых колец или прокладок. Тщательно обработанную поверхность гильз (или цилиндров) называют зеркалом. Для надёжной герметизации мест сопряжения блока, гильзы и головки применяют стале-асбестовую уплотняющую прокладку толщиной не менее 1,1 мм. Их устанавливают на карбюраторных двигателях и дизелях.

На современных многоцилиндровых двигателях значительное повышение надёжности головок и уплотнения газожидкостного стыка достигается применением индивидуальных головок на каждый цилиндр и комбинированных уплотнений, состоящих из стальных и алюминиевых пластин для уплотнения газового стыка и резиновых элементов для уплотнения жидкостного стыка. Преимущество индивидуальных головок – надёжность в эксплуатации.

3.1.2 Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма

К подвижным деталям КШМ относят: поршни с кольцами и поршневые пальцы, шатуны с подшипниками, коленчатый вал с маховиком и гасителем крутильных колебаний.

Поршень (рисунок 3.2) служит для восприятия давления газов и передачи его через поршневой палец и шатун на кривошип коленчатого вала. Он подвержен наибольшему воздействию механических и тепловых нагрузок. Одновременно поршень выполняет функции уплотняющего элемента КШМ и отводит тепло от находящихся в надпоршневом пространстве горячих газов. Поршень состоит из днища, уплотняющей части и направляющей части (юбки). На внутренней стороне юбки имеются два массивных прилива – бобышки. Они соединяются рёбрами с днищем, увеличивая тем самым прочность поршня.

Число колец, устанавливаемых на поршне, зависит от типа двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Чаще в карбюраторных двигателях и дизелях применяют укороченные поршни с двумя компрессионными и одним маслосъёмным кольцом, расположенных выше поршневого пальца. При уменьшении числа компрессионных колец с трёх до двух иногда вводят между ними промежуточную канавку на поршне. Поршневые кольца по назначению делятся на компрессионные и маслосъёмные.

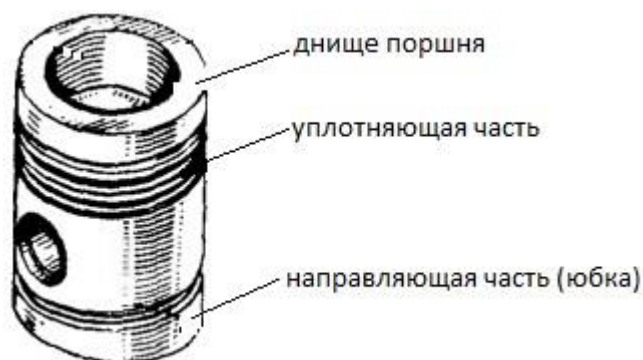


Рисунок 3.2 – Составные части поршня

Компрессионные кольца устанавливают для предотвращения прорыва газов в картер в процессе сжатия и расширения, также они служат для передачи тепла от поршня к цилиндру. Компрессионные кольца работают в тяжёлых условиях (особенно верхнее). В результате соприкосновения с горячими газами, а также ввиду большой работы и трения кольцо подвергается сильному нагреву, поэтому возникают трудности в создании надёжного смазывания, особенно при нахождении поршня в ВМТ. Чаще всего их изготавливают из чугуна.

Маслосъёмные кольца служат для удаления излишек масла с рабочей поверхности цилиндра и предотвращения попадания его в камеру сгорания. Маслосъёмные кольца ра-

ботають в менше тяжёлых условиях, чем компрессионные, так как подвергаются воздействию невысоких температур и давления и имеют лучшие условия для смазывания.

Поршневой палец (рисунок 3.3) служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. Представляет собой гладкий цилиндрический стержень.



Рисунок 3.3 – Поршневой палец

Шатун (рисунок 3.4) воспринимает от поршня и передаёт коленчатому валу силу давления газов при рабочем ходе, а также перемещает поршень при вспомогательных процессах. Элементы шатуна: верхняя (поршневая) головка, стержень, нижняя (кривошипная) головка.

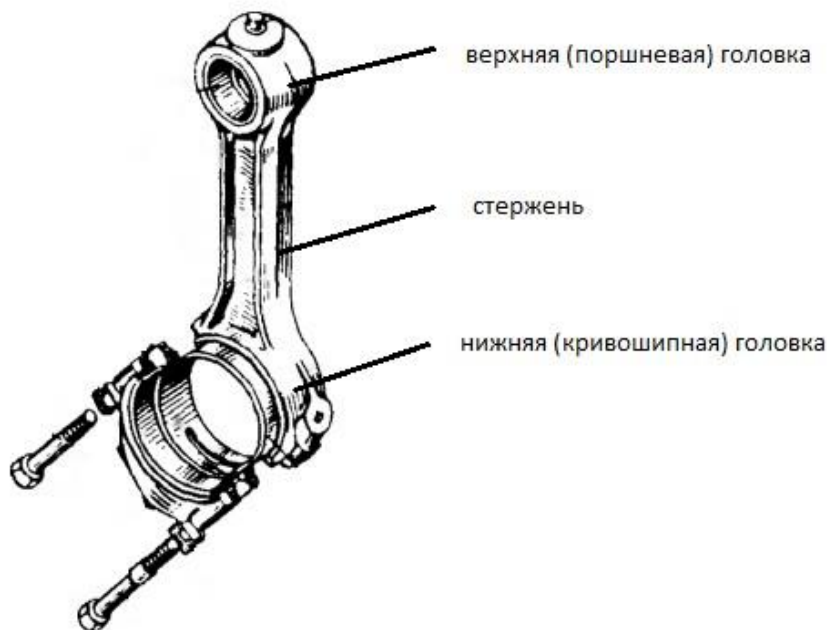


Рисунок 3.4 – Составные части шатуна

Коленчатый вал (рисунок 3.5) относится к наиболее нагруженным, напряжённым и дорогостоящим деталям двигателя. Газовые и инерционные силы создают скручивающие и изгибающие напряжения в коленчатом валу. Крутящие моменты вызывают его крутильные колебания. Форма коленчатого вала зависит от числа и расположения цилиндров, порядка работы и тактности двигателя.

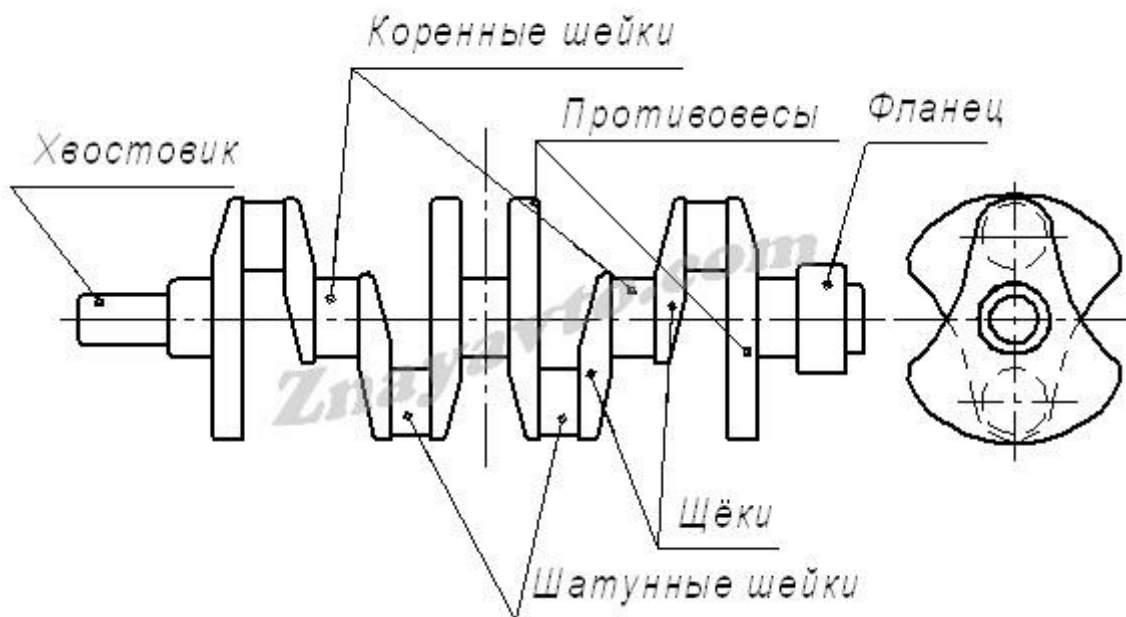


Рисунок 3.5 – Коленчатый вал рядного четырехцилиндрового двигателя

Маховик (рисунок 3.6) необходим для накопления кинетической энергии в течение рабочего хода и вращения коленчатого вала во время вспомогательных тактов, вывода поршня из мёртвых точек и уменьшении неравномерности вращения вала. Он обеспечивает устойчивую работу двигателя при трогании автомобиля, а также при кратковременных перегрузках.



Рисунок 3.6 - Маховик

Гаситель крутильных колебаний (демпфер) применяют в высокооборотных многоцилиндровых двигателях для гашения крутильных колебаний и частичного поглощения энергии, вносимой возбуждающими моментами в систему коленчатого вала при резонансе. Устанавливается на переднем конце коленчатого вала, где амплитуда колебаний достигает максимальных значений. Наибольшее распространение получили демпферы внутреннего и жидкостного трения.

Возможные неисправности:

Признак увеличенного износа деталей цилиндропоршневой группы или залегания поршневых колец – это повышенный расход картерного масла на угар, дымных выпуск и интенсивный выход газов и сапуна, а также падение мощности и повышения удельного расхода топлива.

При замене надо знать: гильзы по внутреннему диаметру и поршни по наружному диаметру сортируют на размерные группы. Обозначение наносится на верхний бурт гильзы и на днище поршня.

3.2 Механизм газораспределения

3.2.1 Виды механизмов газораспределения

Газораспределение или газообмен, являясь неотъемлемой частью действительного (рабочего) цикла ДВС, служит для управления процессами впуска в цилиндры двигателя свежего заряда (горючей смеси или воздуха) и выпуска отработавших газов в соответствии с принятым для двигателя порядком работы.

Для реализации процессов газообмена впускные и выпускные отверстия цилиндров должны открываться и закрываться, с заданной закономерностью, с помощью специальных запирающих элементов (клапаны, золотники), кинематически связанных с коленчатым валом.

Совокупность этих элементов, деталей передачи движения с ними, управления ими и привода образуют газораспределительный механизм (ГРМ).

Важные функции ГРМ состоят еще в том, чтобы надежно уплотнять впускные и выпускные отверстия цилиндров, а также способствовать лучшей очистке цилиндров и обеспечивать хорошее наполнение их свежим зарядом.

В зависимости от конструкции запирающих элементов ГРМ, в настоящее время, существует три способа газораспределения: клапанное, золотниковое и комбинированное.

В зависимости от расположения распределительного вала ГРМ подразделяют на механизмы с нижним или средним и верхним расположением распределительных валов. В зависимости от расположения клапанов относительно цилиндра различают: нижнеклапанные, верхнеклапанные и смешанные механизмы газораспределения, отдельные конструкции которых показаны на рис. 3.7.

Привод ГРМ может осуществляться тремя способами: зубчатой, цепной или ременной передачей.

К достоинствам зубчатой передачи можно отнести высокую эксплуатационную надежность, к недостаткам – сложность конструкции (особенно, при наличии промежуточных валов), необходимость тщательной регулировки зацеплений, необходимость смазки, повышенная шумность работы, энергоемкость (инерционность) и высокая стоимость.

К достоинствам цепной передачи следует отнести:

- Возможность передачи вращения при больших межцентровых расстояниях коленчатых и распределительных валов;
- сравнительно малую шумность работы;
- простота конструкции;
- снижение массы привода.

К недостаткам:

- вибрация цепи при резко изменяющихся нагрузках;

- износ и вытяжка цепи в процессе эксплуатации.

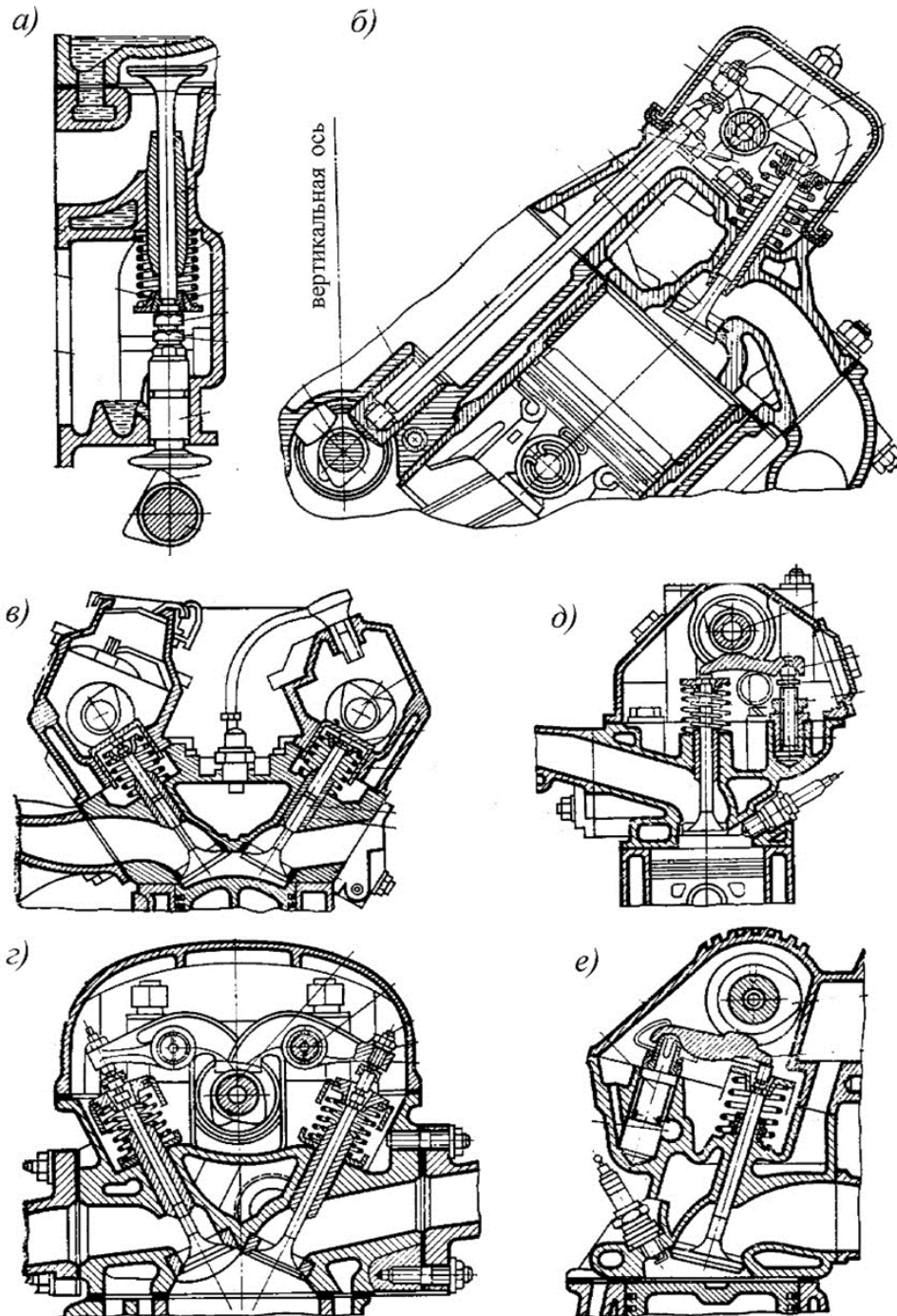


Рисунок 3.7 - Клапанные механизмы газораспределения:

а) с нижним расположением клапанов; б) с верхним расположением клапанов; в) с направляющим стаканом; г) передача через коромысла; д) с механической опорой у промежуточного рычага е) с гидравлической опорой у промежуточного рычага

К достоинствам ременной передачи можно отнести:

- отсутствие смазки;
- простота конструкции;
- достаточно высокая надежность
- небольшая стоимость;
- бесшумность работы.

К недостаткам:

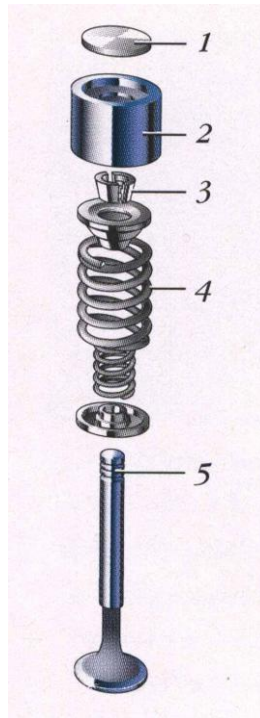
- износ и вытяжка ремня в процессе эксплуатации;
- выход из строя при попадании на поверхность масла.

Клапан (рисунок 3.8) состоит из стержня и головки (тарелки). Для уменьшения сопротивления при впуске и выпуске сделан плавный переход от стержня к головке клапана.

Сёдла – опоры для головок клапанов.

Клапанные пружины предназначены для плотной посадки клапанов в сёдла, а также постоянного беззазорного контакта передаточных деталей.

Механизм вращения клапанов применяют в некоторых двигателях (ЗИЛ-130, ЗИЛ-375) для повышения надёжности и долговечности впускных клапанов.



1 – регулировочная шайба; 2 – толкатель; 3 – сухари; 4 – наружная пружина; 5 – клапан

Рисунок 3.8 – Конструкция привода клапана в сборе

3.2.2 Детали механизма газораспределения

Фазы газораспределения – это периоды от момента открытия клапанов до момента их закрытия, выраженные в градусах поворота коленчатого вала. (Рисунок 3.8)

Моменты открытия и закрытия клапанов определяются профилем кулачков распределительного вала, установкой его по отношению к коленчатому валу и зазорами между клапанами и толкателями или коромыслами. Для двигателя каждой модели фазы газораспределения устанавливаются экспериментально.

Распределительный вал служит для управления клапанами. Он состоит из кулачков и опорных шеек. Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала через шестерённые передачи с промежуточными валами, через ремённые или цепные передачи. При верхнем расположении распределительного вала используют цепные передачи.

Наиболее перспективно применение зубчатых синтетических ремней, армированных стальной проволокой или стекловолокном. (Рисунок 3.9)



Рисунок 3.8 - Диаграмма фаз газораспределения дизеля А – 41

Распределительные шестерни – это детали, наиболее распространённого привода при нижнем расположении распределительного вала. Для установки фаз газораспределения при сборке двигателей на шестернях и звёздочках наносят метки, которые совмещают или устанавливают в определённом положении.

Толкатель – передаёт движение от кулачка распределительного вала к клапану непосредственно или через штангу и коромысло.

Штанги передают усилия от толкателя к коромыслу, поэтому обладают большей жёсткостью и меньшей массой.

Коромысло клапанов выполняют в виде одно- или двуплечих рычагов, которые предназначены для передачи усилий к клапану от кулачка через штангу. Для уменьшения хода толкателя и штанги и снижения сил инерции коромысла выполняют неравноплечими.

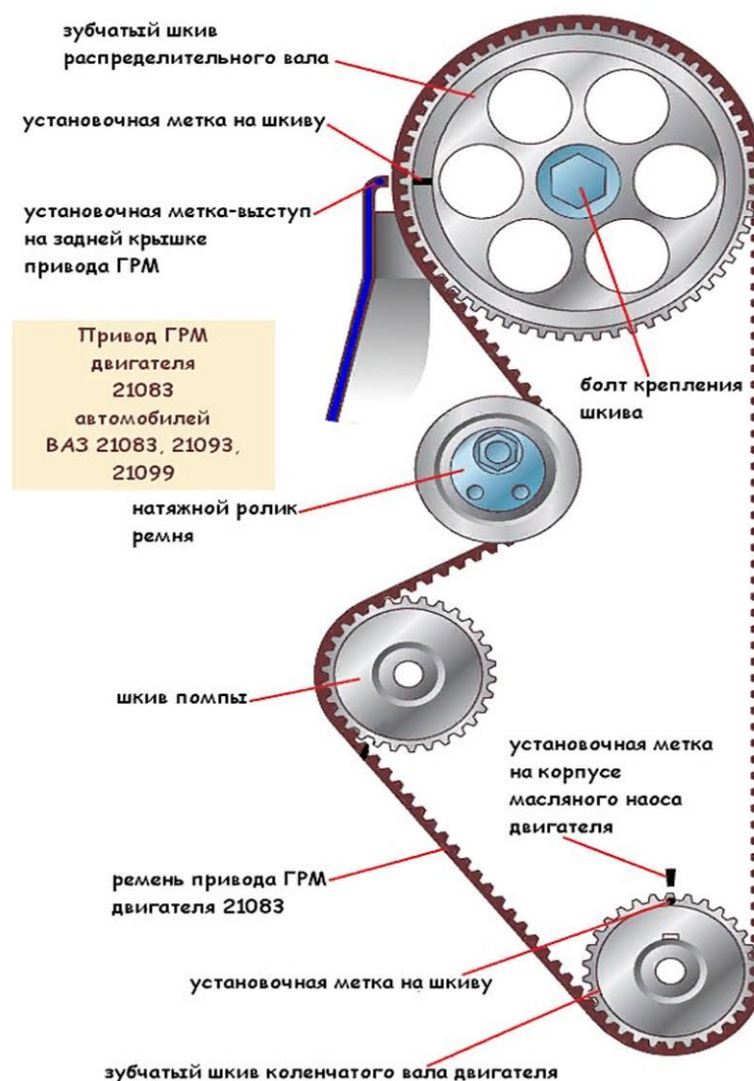


Рисунок 3.9 – Привод ГРМ двигателя ВАЗ 21083

3.2.3 Неисправности газораспределительного механизма

ГРМ работает в условиях ударных и тепловых нагрузок. Эти условия могут вызывать износ посадочных мест тарелки клапана и его седла, образованию на них нагара, износ рабочей поверхности кулачков распределительного вала и толкателей, рабочей поверхности штанг, коромысел, стержней клапанов и направляющих втулок; потере упругости клапанной пружины. По этим причинам в ГРМ снижается герметичность клапанов. При увеличении зазора сверх допустимого клапан открывается не полностью, что ухудшает очистку цилиндра от отработавших газов, приводит к падению мощности и экономичности.

При уменьшении зазора клапан садится в седло неплотно, что вызывает утечку раскалённых газов и обгорание клапана и седла, что приводит к падению компрессии, мощности и экономичности двигателя.

Лекция 4

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

4.1 Общие сведения

Система охлаждения предназначена для поддержания оптимального теплового режима, путём отвода части теплоты от нагретых деталей двигателя и передачи этой теплоты окружающей среде. Теплота в двигателе отводится двумя способами: жидкостью – жидкостная система или воздухом – воздушная система. Эти системы отводят 25..35% теплоты, выделяющейся при сгорании топлива. Температура в течение рабочего цикла изменяется от 353К до 2500К. Температура охлаждающей жидкости в головке цилиндров 358...368К.

Система охлаждения двигателя выполняет целый ряд важных функций:

- **Отвод тепла от двигателя** — температура в цилиндрах двигателя достигает 2000 °С, при отсутствии отвода тепла стенки камер сгорания нагревались бы до нескольких сот градусов, что привело бы к сгоранию и испарению моторного масла, потере прочности материалов из которых изготовлен двигатель и преждевременному выходу двигателя из строя.
- **Охлаждение масла в системе смазки** — система охлаждения двигателя может использоваться для охлаждения моторного масла с помощью масляного радиатора встроенного в систему охлаждения двигателя для предотвращения потери маслом смазывающих свойств.
- **Нагрев воздуха в системе отопления, вентиляции и кондиционирования** — осуществляется с помощью радиатора отопителя салона, обеспечивает комфортную температуру в салоне автомобиля.
- **Охлаждение отработанных газов в системе рециркуляции отработавших газов (EGR)** — система охлаждения двигателя может использоваться для уменьшения температуры отработавших газов перед подачей их в цилиндры.
- **Охлаждает воздух в системе турбонадува** — система охлаждения двигателя может использоваться для снижения температуры сжатого компрессором воздуха перед подачей его в цилиндры.
- **Охлаждает рабочую жидкость в АКПП** — система охлаждения двигателя может использоваться для снижения температуры рабочей жидкости в автоматических коробках передач.

4.2 Типы систем охлаждения

Воздушная. Это самый простой вариант охлаждения — потоком воздуха. Внешнюю поверхность блока цилиндров двигателя с воздушной системой охлаждения делают специальной формы — с ребрами. Так увеличивают площадь поверхности, с которой отводится тепло. Двигатель охлаждается за счет естественной конвекции — потока воздуха, который нагревается при контакте с ребрами и поднимается вверх, уступая место холодному, или за счет набегающего потока воздуха при движении.

Иногда в такие системы ставят еще и вентилятор. Он создает искусственный поток воздуха, обдувающий ребра для лучшего охлаждения.

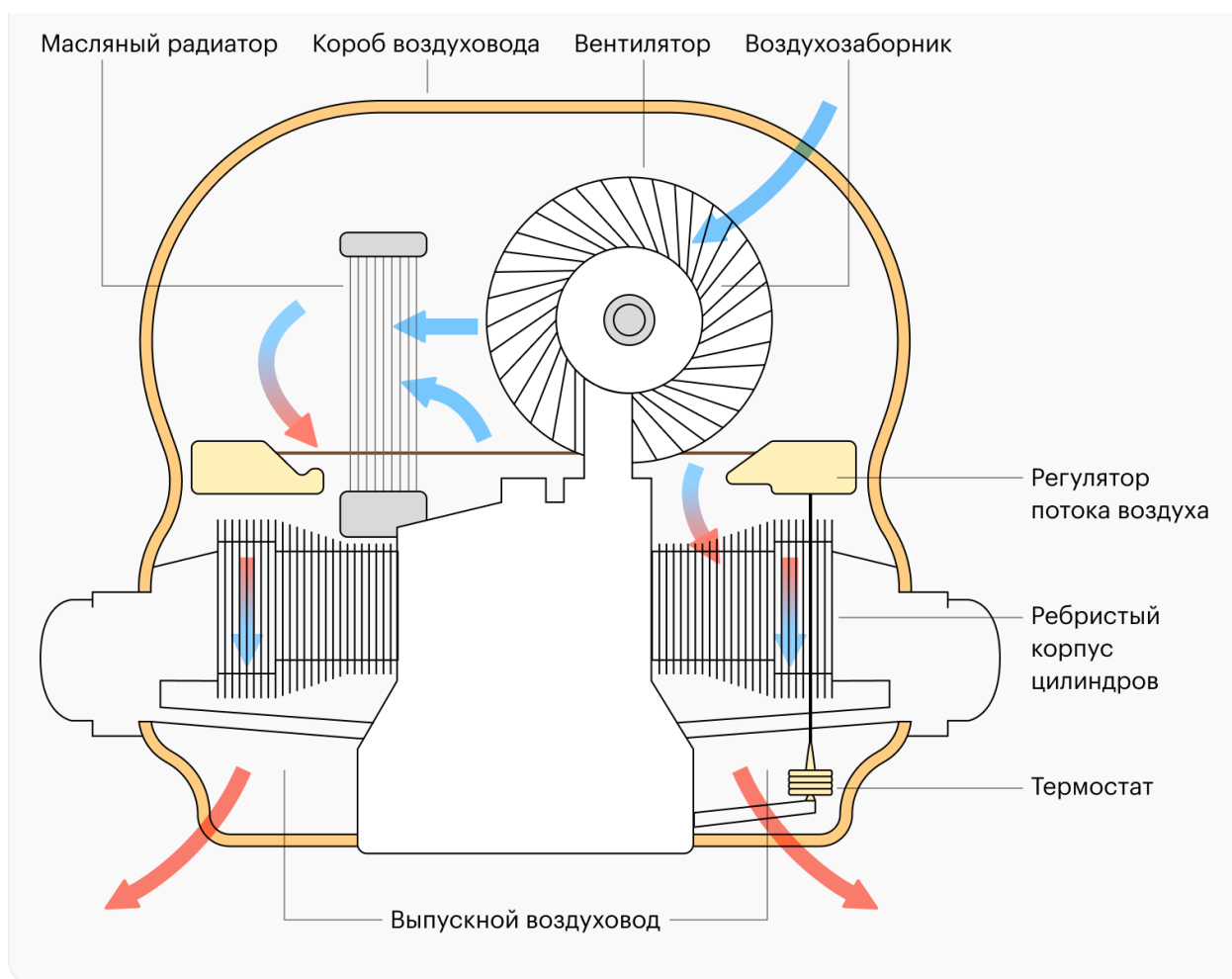


Рисунок 4.1 – Воздушная система охлаждения Volkswagen Beetle

Машины с моторами воздушного охлаждения давно не выпускают. Но в середине 20 века они были популярны: это был Volkswagen Beetle — он же «Жук», ЗАЗ 968, Fiat 500 и некоторые модели Citroen. Последний Porsche 911 с воздушным охлаждением представили в 1993 году, хотя все автопроизводители уже использовали системы жидкостного охлаждения.

Сейчас бензиновые двигатели с воздушным охлаждением ставят на мопеды, садовую технику и электрогенераторы. Там важно, чтобы механизмы были простыми, недорогими и легкими. При этом от них не требуют максимальной отдачи.

Жидкостная система охлаждения у всех современных автомобилей с ДВС. В блоке двигателя и головке блока цилиндров есть специальные каналы для охлаждающей жидкости. Через систему патрубков жидкость из двигателя попадает в радиатор, там охлаждается и возвращается в двигатель. Она циркулирует по системе благодаря специальному насосу — в машинах его обычно называют помпой.

На радиатор ставят вентилятор: с ним жидкость охлаждается лучше, особенно на низких скоростях движения, когда набегающий поток воздуха не слишком силен. А еще через специальные патрубки жидкость отводится в отдельный радиатор для отопления салона — «печку». Она отдает тепло системе вентиляции, чтобы в салон автомобиля поступал теплый воздух. Также в системе есть термостатический клапан, или термостат, расширительный бачок и датчик температуры.

Инженеры проектируют современные двигатели под высокие рабочие температуры. Это позволяет снизить расход топлива и количество вредных выбросов. Например, средняя рабочая температура двигателя BMW 520i 1995 года выпуска — 95 °С, а у такой же BMW 2018 года — 110 °С. Поэтому у современных автомобилей система охлаждения устроена значительно сложнее: в ней может быть несколько радиаторов, разные помпы и термостат с электронным управлением.

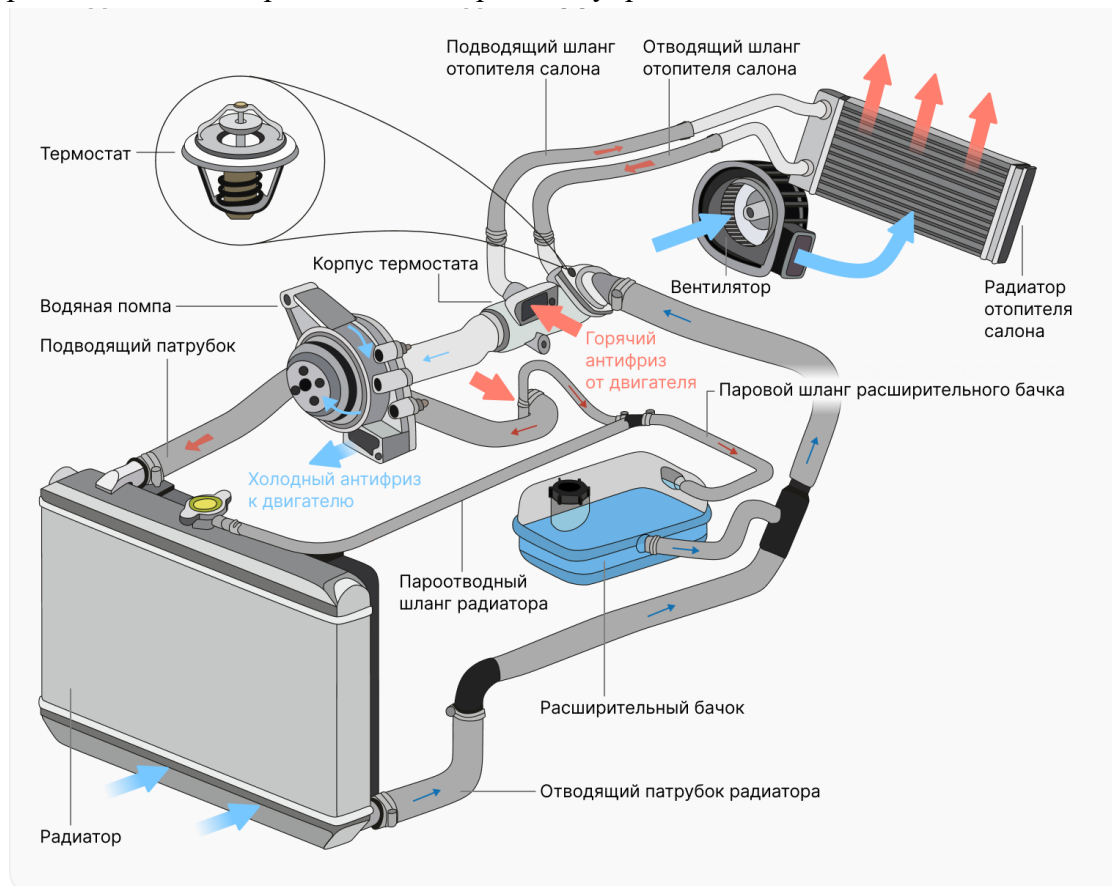


Рисунок 4.2 – Жидкостная система охлаждения ДВС и ее компоненты

4.3 Элементы жидкостной системы охлаждения двигателя

Радиатор. У абсолютного большинства автомобилей он расположен в передней части моторного отсека. Это массивная металлическая панель с мелкими ячейками.

Радиатор охлаждения двигателя легко перепутать с конденсатором кондиционера или интеркулером, то есть теплообменником для охлаждения воздуха в системах турбонаддува. Внешне эти детали очень похожи. Но радиатор охлаждения двигателя обычно самый большой из них. Он помогает отвести тепло от охлаждающей жидкости. Через патрубки она поступает в баки по краям радиатора. Далее жидкость проходит через ядро радиатора — конструкцию из очень мелких трубок и пластинок. При этом она отдает тепло окружающему воздуху, температура которого намного ниже. Трубки и пластинки позволяют увеличить площадь поверхности и сделать радиатор эффективнее.

В старых машинах на радиаторах ставили краны для слива охлаждающей жидкости, например, на зиму, но в современных автомобилях такое встречается редко. Иногда в верхней части радиатора бывает пробка с клапаном, через который стравливают лишнее давление в системе, но чаще ее устанавливают только на расширительном бачке.

Насос охлаждающей жидкости (помпа). Система охлаждения не может работать, если в ней не циркулирует жидкость. Она нагревается в одном месте — в двигателе, а охлаждается в другом — в радиаторе, поэтому должна постоянно перемещаться по всей системе. Насос (рисунок 4.3) обеспечивает циркуляцию охлаждающей жидкости в системе охлаждения. Насос приводится во вращение ремнем ГРМ или ремнем привода вспомогательных агрегатов. В двигателях современных автомобилей все чаще используются электрические насосы охлаждающей жидкости.



Рисунок 4.3 – Насос охлаждающей жидкости

Термостат (рисунок 4.4) предназначен для поддержания рабочей температуры двигателя. Термостат является автоматическим клапаном управляемым термoeлементом, в зависимости от температуры охлаждающей жидкости термостат открывает или закрывает путь антифризу к радиатору охлаждения.

При запуске двигателя, пока температура охлаждающей жидкости не достигла рабочей температуры двигателя, термостат закрыт и пускает охлаждающую жидкость по малому кругу (насос — рубашка двигателя — термостат — насос).

При достижении охлаждающей жидкости рабочей температуры двигателя термостат открывается и пускает охлаждающую жидкость по большому кругу, через радиатор охлаждения.



Рисунок 4.4 - Термостат с твердым наполнителем

Расширительный бачок предназначен для компенсации расширения охлаждающей жидкости при нагреве. Расширительный бачок изготавливают из полупрозрачной пластмассы, на его стенке размещают отметки MIN/MAX для контроля уровня охлаждающей жидкости в системе.

Расширительный бачок закрывается пробкой, в которую встроены паровой (выпускной) клапан и воздушный (впускной) клапан. Клапаны в пробке расширительного бачка поддерживают повышенное давление (1,1–1,3 бара) охлаждающей жидкости в системе, что позволяет повысить температуру кипения охлаждающей жидкости.

Вентилятор охлаждения радиатора предназначен для усиления потока воздуха проходящего через радиатор для его принудительного охлаждения, когда естественного обдува вентилятора недостаточно.

Привод вентилятора может быть механическим или электрическим. При механическом приводе вентилятор может быть закреплен на одной оси с насосом охлаждающей жидкости и работать постоянно, либо может быть соединен с приводом через электромагнитная, фрикционная, гидравлическая, вязкостная муфту и тогда он будет включаться при необходимости.

В большинстве современных автомобилей используются электрические вентиляторы, которые включаются при необходимости в дополнительном обдуве вентилятора. Электрические вентиляторы позволяют автоматически регулировать моменты включения и выключения вентилятора и изменять частоту вращения вентилятора.

Датчики температуры охлаждающей жидкости предназначены для измерения и контроля температуры антифриза. Чаще всего один датчик ввернут в верхний бачок радиатора, а другой ввернут в рубашку охлаждения головки блока цилиндров. Показания датчиков температуры охлаждающей жидкости поступают в блок управления двигателем и отображаются указателем температуры охлаждающей жидкости и сигнальной лампой перегрева двигателя, которые расположены на приборной панели автомобиля.

Охлаждающая жидкость. В качестве охлаждающей жидкости используется антифризы с низкой температурой замерзания (-40°C или -65°C) и высокой температурой кипения ($+120^{\circ}\text{C}$).

В качестве антифризов используются водные растворы этиленгликоля или пропиленгликоля.

Для получения нужных свойств в состав антифриза входят до полутора десятка присадок: противокоррозионных, антивспенивающих, стабилизирующих. Именно комплект присадок определяет качество и область применения антифриза.

Антифризы выпускаются либо в концентратах, либо в виде готовых к применению растворов. Концентраты перед использованием разбавляют в определенной пропорции дистиллированной водой.

Производители окрашивают антифризы с помощью красителей в разные цвета. Яркий цвет антифриза облегчает контроль его уровня и напоминает о его токсичности. Совпадение цвета двух разных антифризов не является свидетельством их совместимости.

4.4 Принцип работы системы охлаждения двигателя

Охлаждающая жидкость нагревается за счет тепла выделяемого в цилиндрах двигателя, поступает в радиатор, охлаждается в нем и возвращается в рубашку охлаждения двигателя.

Циркуляция охлаждающей жидкости осуществляется принудительно с помощью насоса охлаждающей жидкости.

Усиленное охлаждение охлаждающей жидкости осуществляется за счет интенсивного обдува воздухом радиатора вентилятором.

В системе охлаждения двигателя существуют два круга циркуляции охлаждающей жидкости: малый и большой. Малый круг циркуляции: рубашка охлаждения двигателя — водяной насос — термостат — рубашка охлаждения двигателя. Большой круг циркуляции: рубашка охлаждения двигателя — водяной насос — термостат — радиатор — рубашка охлаждения двигателя. Радиатор отопителя салона может входить в малый или в большой круг циркуляции в зависимости от автомобиля.

При запуске двигателя, пока температура охлаждающей жидкости не достигла рабочей температуры двигателя, термостат закрыт и пускает охлаждающую жидкость по малому кругу (насос — рубашка двигателя — термостат — насос).

При достижении охлаждающей жидкости рабочей температуры двигателя термостат открывается и пускает охлаждающую жидкость по большому кругу, через радиатор охлаждения.

Малый круг циркуляции предназначен для быстрого вывода двигателя на эффективный рабочий температурный режим. При малом круге циркуляции антифриз не проходит через радиатор и фактически не охлаждается.

Большой круг циркуляции предназначен для охлаждения антифриза когда двигатель уже достиг рабочего температурного режима.

Чем сильнее нагревается охлаждающаяся жидкость, тем сильнее открывается термостат и тем больший объем охлаждающей жидкости пропускается через радиатор и охлаждается там.

Принцип переключения между малым и большим кругом циркуляции позволяет максимально быстро вывести холодный двигатель в эффективный рабочий температурный режим.

В наиболее современных экологических двигателях могут иметься два контура системы охлаждения, отдельный контур для блока цилиндров и другой отдельно для головки блока цилиндров (ГБЦ). Циркуляция жидкости в каждом из контуров регулируется отдельным термостатом. При запуске холодного двигателя охлаждающая жидкость в контуре блока цилиндров не перекачивается и нагревается быстрее. Охлаждающая жидкость в головке блока цилиндров (ГБЦ) начинает циркулировать сразу и забрав тепло поступает в радиатор отопителя. По мере прогрева двигателя включается циркуляция в контуре блока цилиндров. Во время работы обоих контуров, в контуре охлаждения головки блока цилиндров (ГБЦ), поддерживается температура на 15-20 градусов ниже, чем в контуре блока цилиндров, что позволяет улучшить наполнение камер сгорания и процесс смесеобразования, а также снизить риск возникновения детонации.

Охлаждающую жидкость в систему охлаждения заливают через горловину расширительного бачка. Объем системы охлаждения легкового автомобиля указывается в руководстве по эксплуатации на автомобиль и обычно составляет от 6 до 12 литров.

4.5 Неисправности системы охлаждения

Наиболее частыми неисправностями системы охлаждения двигателя являются:

- **Перегрев двигателя** — перегрев двигателя возможен из-за следующих причин: низкий уровень охлаждающей жидкости, слабое натяжение или обрыв ремня насоса охлаждающей жидкости, неисправность насоса охлаждающей жидкости, невключение муфты или электродвигателя вентилятора, заедание термостата в закрытом положении, отложение большого количества накипи в системе охлаждения, сильное загрязнение наружной поверхности радиатора, неисправность клапана пробки радиатора или расширительного бачка.

- **Падение уровня охлаждающей жидкости** — может произойти в результате утечки или выкипания. При понижении уровня охлаждающей жидкости в результате выкипания следует долить в расширительный бачок дистиллированной воды. При понижении уровня охлаждающей жидкости в результате утечки следует долить в расширительный бачок антифриз.

- **Протечки в патрубках, шлангах и местах их присоединения** — патрубки и шланги системы охлаждения двигателя подвержены переменному воздействию низких и высоких температур, что приводит к появлению в них трещин и последующим протечкам. Протечки также возможны в местах присоединения патрубков и шлангов из-за ослабления винтовых и пружинных хомутов.

- **Течь радиатора** — возникает из-за коррозии и механических воздействий на радиатор, краткосрочно решить проблему можно с помощью специального герметика, но в дальнейшем радиатор придется в любом случае заменить.

- **Течь сальника насоса охлаждающей жидкости** — ведет к снижению уровня антифриза и выходу из строя подшипника насоса из-за вымываемой смазки.

- **Выход из строя термостата** — заедание клапана термостата в одном из крайних или промежуточных положений ведет к постоянному непрогреву или перегреву двигателя, увеличенному расходу топлива, усиленному износу двигателя.

- **Выход из строя клапана в крышке расширительного бачка или радиатора** — залипание клапана в открытом положении ведет к невозможности создания повышенного давления в системе охлаждения и закипанию антифриза при более низкой температуре. При залипании клапана в закрытом положении приведет во время работы двигателя к созданию чрезмерного давления, что может привести к протечкам антифриза или даже разрыву патрубков или расширительного бачка. При остывании двигателя в системе охлаждения создается сильное разрежение, что может вызвать подсос воздуха в систему охлаждения через прокладки и соединения, а возникающие при этом паровоздушные пробки приведут к нарушению циркуляции антифриза и последующему перегреву двигателя.

Лекция 5 СИСТЕМА СМАЗКИ

5.1 Общее устройство системы смазки

Смазочная система служит для подвода масла к трущимся поверхностям деталей двигателя с целью уменьшения потерь на трение, охлаждения их, очистки от продуктов изнашивания, замедления изнашивания деталей и предохранения от коррозии. Она включает в себя: масляный поддон; масляный насос с редукционным клапаном и маслоприёмником; масляный фильтр; маслоприводы (каналы в головке и блоке цилиндров, коленчатом и распределительном валах); заливную горловину; указатель уровня масла, а также систему вентиляции картера.

В современных двигателях смазка к трущимся поверхностям деталей может подводиться: под давлением с непрерывной подачей масла, под давлением с периодической подачей (пульсирующий способ) и разбрызгиванием.

В зависимости от способа подвода смазки к трущимся поверхностям деталей смазочные системы подразделяются на три группы: разбрызгиванием, под давлением и комбинированная.

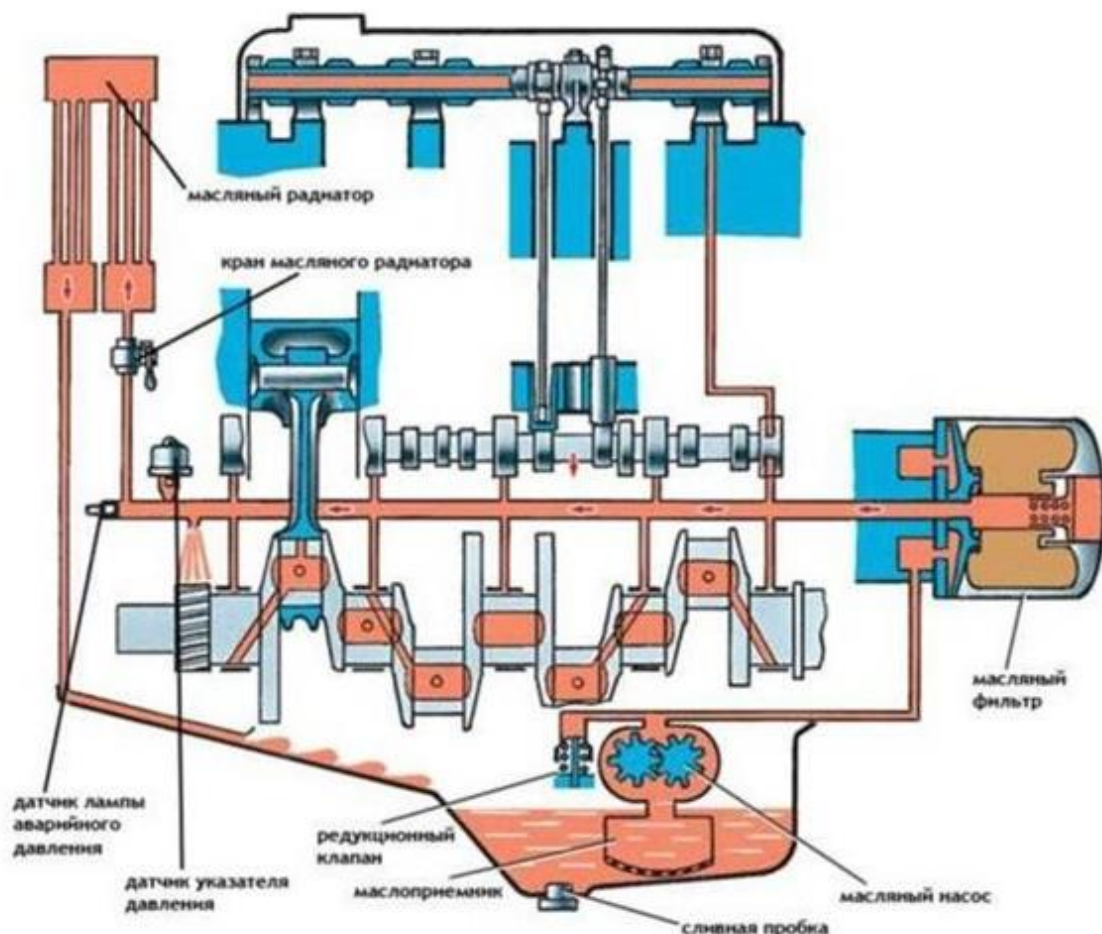


Рисунок 5.1 – Элементы системы смазки

Основные элементы смазочной системы двигателя автомобиля:

1. Заливная горловина, предназначенная для заливки масла в систему.
2. Поддон картера находится в нижней части корпуса двигателя, и он представляет собой открытый резервуар. Именно по уровню жидкости в поддоне определяется, достаточно ли в системе масла – это можно проверить вручную с помощью шупа, а в современных машинах есть датчики, отслеживающие объем смазочной жидкости. В самом низу поддона расположено сливное отверстие, через которое масло естественным образом выходит при его замене.
3. Маслозаборник, конструкция которого состоит из патрубка, соединяющего поддон с насосом, и фильтра грубой очистки.
4. Масляный насос – через маслозаборник он всасывает смазочную жидкость из поддона и подает ее под давлением в рабочую систему. Этот агрегат включается одновременно с мотором, и выход его из строя чреват поломками двигателя. Приводом служит коленвал, распредвал или вспомогательный приводной вал. В различных автомобилях используются разные типы насосов: шестеренчатые, двухступенчатые, роторные.
5. Масляный фильтр – сквозь него проходит все масло, находящееся в системе. Задача фильтра – очищать смазочную жидкость от нагара, металлических частиц и других инородных тел. Эти устройства бывают неразборные (фильтр меняется целиком) либо разборные, когда есть заменяемый фильтрующий элемент.
6. Масляный радиатор предназначен для охлаждения рабочей жидкости в системе смазки. Сам же он охлаждается благодаря пластинам и теплоотводящим трубкам, на которые попадает воздушный поток.
7. Магистрали и каналы соединяют между собой отдельные элементы смазочной системы.
8. Масляные форсунки необходимы для подачи масла внутрь цилиндров.
9. Различные датчики. К числу основных приборов смазочной системы двигателя относятся датчики давления, температуры и уровня масла. Они передают данные в электронный блок управления автомобилем и сигнализируют о выходе параметров за допустимые пределы.
10. Перепускные и редукционные клапаны обеспечивают автоматизацию процесса движения масла внутри системы, в том числе контролируют рабочее давление. Монтируются они на входе-выходе ведущих элементов системы – насос, фильтр и пр.

5.2 Принцип работы и виды систем смазки

Все смазочные системы разделяют на две основные группы: с «сухим» и с «мокрым» картером. Последняя более популярна, благодаря простоте реализации. С другой стороны конструкции с «мокрым» картером склонны к таким проблемам, как вспенивание и распыливание моторного масла, приводящее к перепадам уровня. В этом случае его подача в систему может быть нестабильной.

Отличительной чертой «сухих» систем является наличие отдельного бака, в котором хранится моторное масло. Моторное масло после поступления в двигатель стекает в поддон, но не накапливается в нем, а перекачивается назад в бак дополнительным насосом. Картер в таком случае всегда остается сухим.

Эта конструкция сложнее и дороже в изготовлении, однако, позволяет уменьшить высоту двигателя и обеспечивает надежную смазку при движении автомобиля по наклон-

ным поверхностям. Это определило сферу применения систем с «сухим» картером – преимущественно в автомобилях высокой проходимости и спецтехнике.

Принципиально масло может подаваться к основным узлам двигателя тремя способами:

- Под давлением. Масло подается принудительно ко всем узлам двигателя при помощи насоса.

- Разбрызгиванием или самотеком. Подача выполняется под действием центробежной силы вращающихся деталей двигателя. При этом масло разделяется на мелкие частички, внешне похожие на масляный туман. Благодаря этому смазка заполняет все пространство между деталями мотора и оседает на их поверхности.

- Частично под давлением и частично самотеком (комбинированный метод). В этом случае масло к наиболее важным узлам осуществляется под давлением, а для всей остальной конструкции разбрызгиванием.

В современном автомобилестроении практически всегда применяют комбинированный способ, поскольку он позволяет более экономно расходовать смазочные материалы и при этом гарантирует своевременную смазку основных деталей.

Процесс смазки двигателя представляет собой повторяющийся цикл. Он состоит из следующих этапов:

- В момент запуска двигателя приводится в действие масляный насос.
- Маслозаборник начинает всасывать масло из поддона картера, выполняя грубую очистку.

- На входе в насос масло проходит через масляный фильтр, где выполняется тонкая очистка.

- Из насоса по магистралям масло подается на такие узлы двигателя как подшипники (вкладыши) коленвала, опоры распредвала, поршневые кольца, а также на рабочую поверхность цилиндров. Для этого в системе могут быть установлены специальные форсунки или просто выполнены отверстия в блоке.

- Излишки масла, подаваемой на основные узлы, стекают через специальные зазоры на кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы. Их движущиеся элементы выполняют разбрызгивание рабочей жидкости, что обеспечивает ее попадание на остальные детали двигателя.

- Масло стекает обратно в поддон картера, смывая с деталей мотора металлическую стружку, нагар и другие загрязнения.

- После этого цикл повторяется.

Давление масла в системе может находиться в пределах от 0,2 МПа до 1,6 МПа.

Для разных типов двигателей требуется различный объем масла в системе. В конструкциях с «мокрым» картером минимальное и максимальное значение уровня рабочей жидкости определяется при помощи специального щупа, который расположен на блоке цилиндров. Он имеет две метки «min» и «max».

Проверку уровня масла в системе выполняют на заглушенном двигателе после того, как он проработал некоторое время. В этом случае оно достаточно прогревается и стекает в поддон. Щуп вытаскивают, протирают тряпкой (ветошью) и погружают обратно в поддон. Далее достают повторно и проверяют уровень. Если масло, попавшее при этом на щуп, выходит за пределы максимального или минимального значения необходима доливка или слив масла. Также этот способ позволяет определить состояние и степень загрязнения.

В зависимости от вида и мощности мотора объем масла в системе смазки может быть от 3,5 до 7,5 литров.

Особых конструктивных различий в смазочных системах бензинового и дизельного моторов нет. Однако, поскольку работа дизельного двигателя связана с более высокими температурами, основным отличием является используемое моторное масло. Базовая основа дизельного масла аналогична используемой в бензиновых моторных маслах, но имеет другой пакет присадок, которые позволяют обеспечить ей следующие функции:

- 1) Высокую моющую способность – дизельные двигатели склонны к обильному образованию сажи, а потому требуют интенсивной очистки.
- 2) Устойчивость к окислению – из-за высокой степени сжатия, в картер дизеля могут проникать отработавшие газы, что приводит к окислению моторного масла и более быстрой выработке его ресурса.

Масло, используемое в смазочной системе, может быть синтетическим, минеральным или полусинтетическим. В зависимости от того, какой тип используется, определяют сроки его замены.

Максимально долго служат синтетическое и полусинтетическое масло, которые при нормальных условиях эксплуатации не требуют обновления до 10-15 тысяч километров пробега.

Минеральные масла служат около 5 тысяч километров пробега.

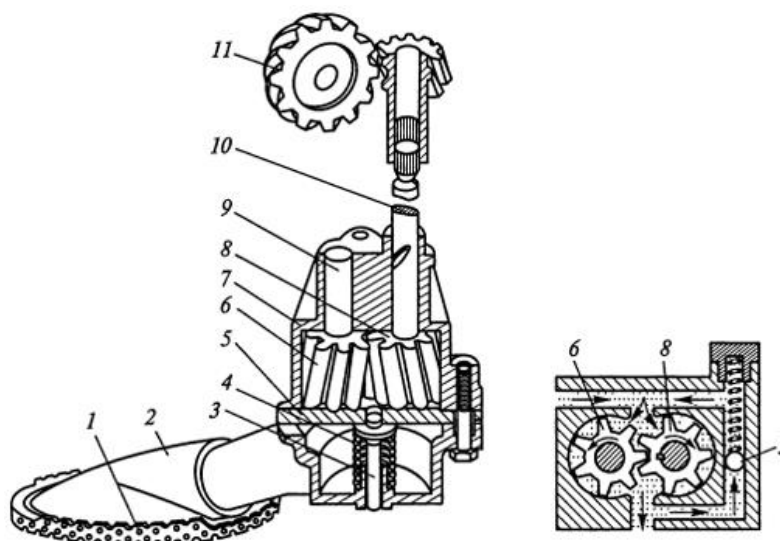
Масляный поддон является резервуаром для масла. Он закрывает двигатель снизу, и в нем масло охлаждается. Масляный поддон – стальной, штампованный. Внутри поддона имеется специальная перегородка, уменьшающая колебания масла при движении автомобиля. Поддон крепится к нижнему торцу блока цилиндров (к картеру) через уплотнительную прокладку, изготовленную из пробкорезиновой смеси. Он имеет резьбовое отверстие с пробкой, предназначенное для слива масла.

5.3 Масляные насосы – назначение и типы

Масляный насос подает масло под давлением к трущимся поверхностям деталей двигателя. На двигателях применяют масляные насосы шестеренного типа с установленным в насосе редукционным клапаном, отрегулированным на давление 0,45 МПа и не подлежащим регулировке в процессе эксплуатации.

Масляный насос двигателя с шестернями наружного зацепления (рисунок 5.2) имеет две шестерни наружного зацепления. К корпусу 7 насоса через крышку 5 прикреплен маслоприемный патрубок 2 с фильтрующей сеткой 1 и редукционным клапаном 3. Ведущая шестерня 8 напрессована на ведущем валу 10 насоса. Ведомая шестерня 6 свободно вращается на оси 9, запрессованной в корпусе насоса. При вращении шестерен создается разрежение, масло через фильтрующую сетку и патрубок поступает под крышку 5 насоса и через отверстие в крышке – в полость разрежения корпуса насоса. Масло, заполняющее впадины между зубьями шестерен, переносится в полость нагнетания, а оттуда поступает в приемный канал блока цилиндров двигателя. При повышении давления масла в смазочной системе более допустимого редукционный клапан 3 открывается, перепуская при этом часть масла из полости нагнетания в маслоприемный патрубок 2, и давление в системе не повышается. Давление открытия редукционного клапана не регулируется. Оно обеспечивается его пружиной 4. Ведущему валу 10 насоса вращение передается с помощью шестерни 11 вала привода масляного насоса, который приводится цепной передачей

от коленчатого вала двигателя. Масляный насос установлен внутри масляного поддона и прикреплен двумя болтами к блоку цилиндров.



1 – сетка; 2 – патрубок; 3 – клапан; 4 – пружина; 5 – крышка; 6, 8, 11 – шестерни; 7 – корпус; 9 – ось; 10 – вал

Рисунок 5.2 – Масляный насос с шестернями наружного зацепления

Масляный насос с шестернями внутреннего зацепления (рисунок 5.3) состоит из корпуса 1, крышки 7, ведущей 3 и ведомой 2 шестерен, маслоприемника 8 и редукционного клапана 4. Корпус насоса отлит из чугуна. Он имеет две полости (всасывания и нагнетания), которые разделены между собой выступом 9. Ведущая и ведомая шестерни изготовлены из спеченного материала и размещены внутри корпуса. Ведущая шестерня 3 установлена на переднем конце коленчатого вала 10, который уплотняется в крышке насоса манжетой 6. К корпусу прикреплены маслоприемник с фильтрующей сеткой и крышка. Крышка 7 насоса отлита из алюминиевого сплава. В ней размещен редукционный клапан 4, давление срабатывания которого обеспечивается пружиной 5.

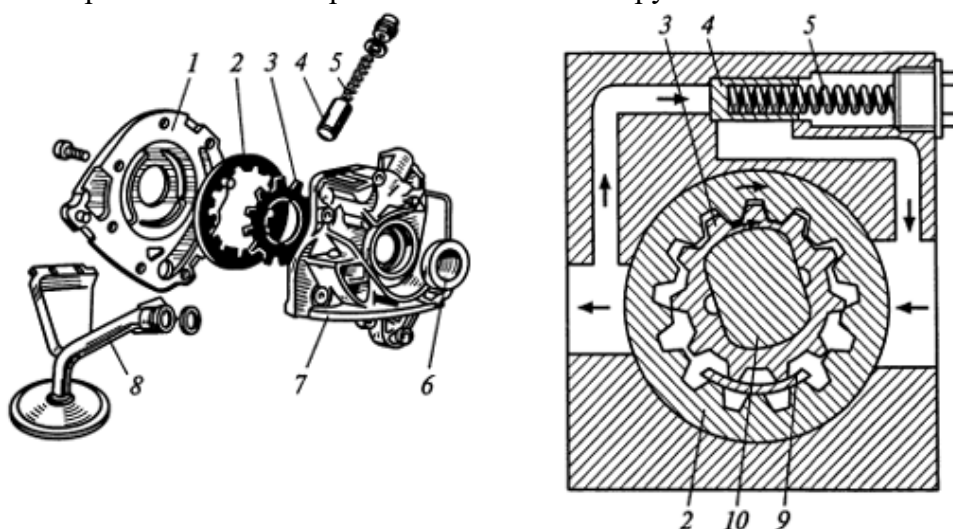


Рисунок 5.3 – Масляный насос с шестернями внутреннего зацепления

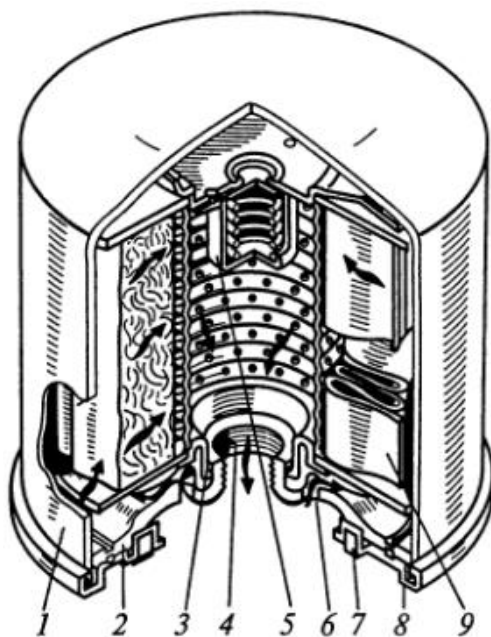
1 – корпус; 2, 3 – шестерни; 4 – клапан; 5 – пружина; 6 – манжета; 7 – крышка; 8 – маслоприемник; 9 – выступ; 10 – вал

При вращении шестерен масло через маслоприемник поступает во всасывающую полость насоса. Оно заполняет впадины между зубьями шестерен, переносится в полость

нагнетания и под давлением направляется в приемный канал блока цилиндров. Редукционный клапан срабатывает при возрастании давления выше допустимого и перепускает часть масла из нагнетательной полости насоса во всасывающую. Подача насоса равна 34 л/мин при частоте вращения ведущей шестерни 6000 мин^{-1} , а создаваемое давление - 0,5 МПа.

5.4 Масляный фильтр

Масляный фильтр очищает масло от твердых частиц (продуктов износа трущихся деталей, нагара и т.п.), так как они вызывают повышенное изнашивание деталей и засоряют масляные магистрали. На легковых автомобилях применяется масляный фильтр полнопоточный (пропускает все нагнетаемое масло), неразборный, с перепускным и противодренажным клапанами.



1 – корпус; 2 – днище; 3, 5 – клапаны; 4, 6 – отверстия; 7 – кольцо; 8 – крышка; 9 – фильтрующий элемент

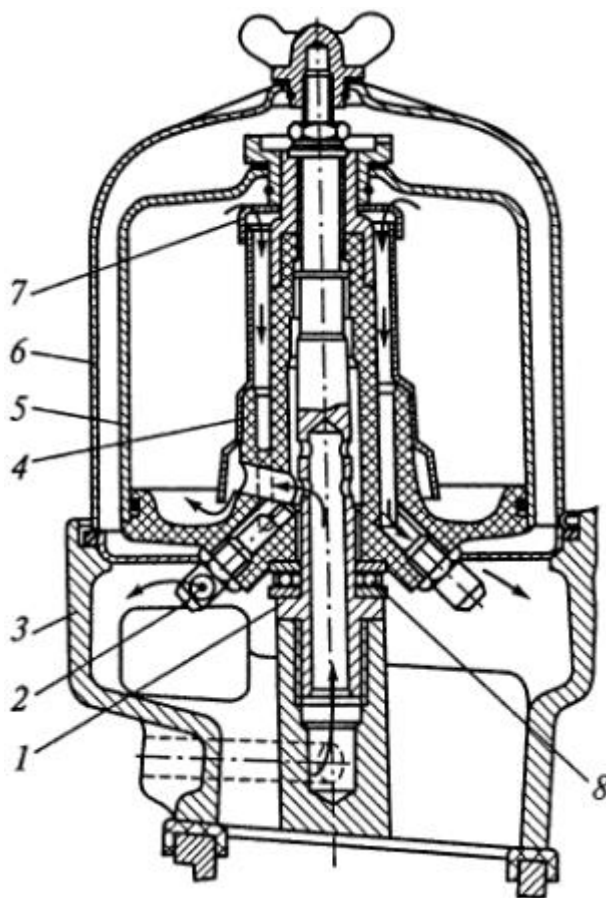
Рисунок 5,4 – Масляный фильтр

В корпусе 1 фильтра ([рисунок 5.4](#)) находится бумажный фильтрующий элемент 9 со специальной вставкой из вискозного волокна. Нагнетаемое насосом масло поступает через отверстия 6 в днище 2 в наружную полость фильтра, проходит через поры фильтрующего элемента 9, очищается в нем и выходит в масляную магистраль блока цилиндров из центральной части фильтра через отверстие 4. Вставка фильтрующего элемента очищает масло при пуске холодного двигателя, когда оно не может пройти через поры бумажного фильтрующего элемента. При сильном загрязнении фильтра, а также при повышенной вязкости масла (при низких температурах) открывается перепускной клапан 5 масляного фильтра, имеющий пружину, и неочищенное масло из фильтра поступает в масляную магистраль. Противодренажный клапан 3, выполненный в виде манжеты из специальной маслостойкой резины, пропуская масло в фильтр, предотвращает вытекание его из смазочной системы в масляный поддон при неработающем двигателе. Это позволяет ускорить подачу масла к трущимся поверхностям деталей двигателя после его пуска.

Масляный фильтр крепится к блоку цилиндров на специальном резьбовом штуцере, для чего в днище фильтра имеется резьбовое отверстие 4. Резиновое кольцо 7, надетое на крышку 8, обеспечивает герметичность установки фильтра на блоке цилиндров двигателя. Для эффективной очистки масла фильтр заменяют при смене масла в двигателе.

На автомобилях широкое применение также имеют **фильтры центробежной очистки масла**, или **центрифуги**. В центрифуге очистка масла производится за счет центробежных сил, которые отбрасывают механические примеси к стенкам вращающегося ротора.

В корпусе 3 (рисунок 5.5) фильтра с крышкой 6 неподвижно закреплена ось 1 с внутренним каналом и выходными отверстиями. На оси на радиально-упорном подшипнике 8 и двух втулках установлен ротор 4 с колпаком 5, фильтрующей сеткой 7 и жиклерами 2, выходные отверстия которых направлены в противоположные стороны.



1 - ось; 2 - жиклер; 3 - корпус; 4 - ротор; 5 - колпак; 6 - крышка; 7 - сетка; 8 – подшипник

Рисунок 5.5 - Фильтр центробежной очистки масла

При работе двигателя масло поступает внутрь оси 1, проходит через выходные отверстия и направляется во внутреннюю полость ротора. Затем проходит через фильтрующую сетку 7, идет вниз и выпрыскивается под давлением из жиклеров 2 в корпус фильтра. Под воздействием струй масла, направленных в противоположные стороны, создается реактивный момент, который вращает ротор, заполненный маслом. При этом под действием центробежных сил механические примеси, находящиеся в масле, оседают плотным слоем на стенках колпака 5 ротора.

Очищенное масло, выпрыскиваемое жиклерами, стекает в масляный поддон двигателя. Частота вращения ротора фильтра достигает $5000...7000 \text{ мин}^{-1}$, что обеспечивает качественную очистку масла.

5.5 Моторные масла

1. Все масло для двигателя выделяется в три основных группы по основе:

- **синтетическое.** Такое масло для двигателя на банке (коробке) обозначается надписью «Fully Synthetic». Основу составляют химические вещества, синтезирующиеся посредством химических процессов. Хорошо сочетается с различными присадками, улучшающими состав продукта. Обладает свойствами защиты/очистки ДВС. Синтетическое масло для двигателя не густеет при низких температурных режимах (в пределах указанных). Сохраняет рабочие свойства даже при воздействии высоких температур;

- **полусинтетическое («Semi-Synthetic»).** Некий компромисс между «минералкой» и синтетикой. Однако основа – минеральная, с большим количеством присадок. Такой состав имеет сходства с синтетическим, отсюда – похожие эксплуатационные показатели при более низкой цене;

- **минеральное («Mineral»).** Минеральная основа – это продукт, получающийся в процессе перегонки нефти. Технические и эксплуатационные характеристики уступают синтетике. Работа при высоких температурах неустойчивая в связи с наличием в своем составе природных компонентов. При отрицательной температуре густеет. Взаимодействует с воздухом в ходе химических реакций, из-за чего на двигателе образуются шлаки при вскипании;

2. Моторное масло делится и классифицируется по типам силовых агрегатов:

- бензиновые моторы;
- дизельные;
- турбированные.

3. Вязкостно-температурное свойство.

Классификация по области применения, изложенная выше имеет 3 типа (дизельные, бензиновые, турбированные).

Однако тенденция последнего времени привела к появлению подгруппы собственных типов масел. Это связано с массовым производством двигателей с турбонаддувом (бензин, дизель).

Данная классификация масла для двигателей различает между собой составы, у которых применены различные присадки. Они создают условия для эффективной работы масла на моторах с определенным типом топлива. Эти присадки предотвращают загустение и вспенивание масляного состава в турбо-моторах. Соответствующий показатель указан в регламенте международного стандарта API (разработка 1947 года американским нефтяным институтом).

Две буквы на латинице после названия стандарта указывают на масло для определенного типа мотора:

буква S («Service») – бензиновые моторы;

C («Commercial») – дизельные.

Вторая после данных буква отвечает за наличие турбины, а также указывает на период времени производства силовых агрегатов — для них и предназначено масло.

Еще в дизельных маслах присутствует цифра 2 либо 4, обозначающая двух/четырехтактный мотор.

Универсальное моторное масло применяется на бензине, и дизеле – классификация при таком раскладе имеет двойной стандарт. Пример: SF/CC, SG/CD и так далее.

На данный момент широко используется международный стандарт типа SAE для большинства масляных составов. SAE регламентирует вязкость масла.

Масло для двигателя, в основном, имеет универсальные качества: летняя и зимняя эксплуатации. Данный тип масел (стандарт SAE) имеет обозначение: цифра-латинская буква-цифра.

Пример: масляный состав 10W-40

W – адаптация к низким температурам (зима).

10 – предельная отрицательная температура, при которой гарантировано сохранение маслом все своих свойств в исходном виде.

40 – максимальная положительная температура, гарантирующая сохранение полезных свойств масляного состава.

Эти цифры являются показателями вязкости: низкий/высокий температурный режим.

В случае предназначения масла эксплуатации летом, присутствует маркировка «SAE 30». Цифра является обозначением максимально допустимого температурного режима, при котором существует гарантия сохранения свойств.

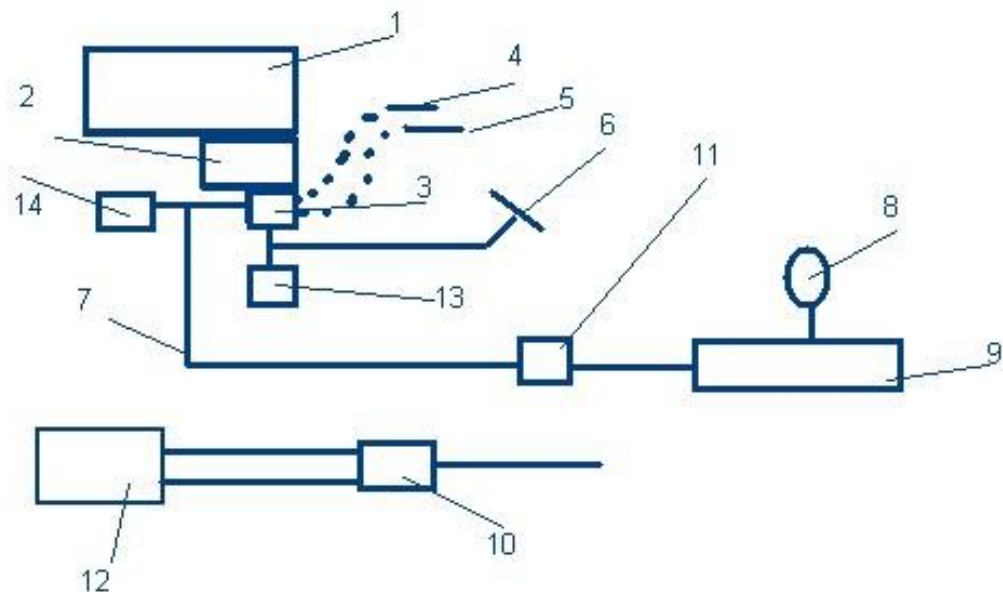
Лекция 6

СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

6.1 Общее устройство системы питания

Система питания (рисунок 6.1) предназначена для приготовления горючей смеси из паров топлива и воздуха, составленной в определённой пропорции, подачи её в цилиндры двигателя и отвода из них отработавших газов.

В качестве топлива в карбюраторных двигателях обычно используют бензины, реже альтернативные топлива.



1 – канал подвода воздуха; 2 – воздухоочиститель; 3 – карбюратор; 4,5 – рукоятки управления воздушной и дроссельной заслонками; 6 – педаль подачи топлива; 7 – топливопровод; 8 – указатель уровня топлива; 9 – топливный бак; 10 – глушитель; 11 – фильтр-отстойник грубой очистки; 12 – выпускной трубопровод; 13 – фильтр тонкой очистки; 14 – топливный насос

Рисунок 6.1 - Схема системы питания двигателя ЗИЛ-508.10.

Коэффициент избытка воздуха α – это отношение действительной массы воздуха, подаваемого для сгорания 1 кг топлива (L_D), к теоретически необходимому (L_T).

$$\alpha = L_D / L_T.$$

В зависимости от горючая смесь может быть:

- нормальной ($\alpha = 1$);
- обогащенной ($\alpha = 0,85 \dots 0,9$)
- богатой ($\alpha = 0,6 \dots 0,8$)
- обедненной ($\alpha = 1,05 \dots 1,15$)
- бедной ($\alpha = 1,15 \dots 1,25$)

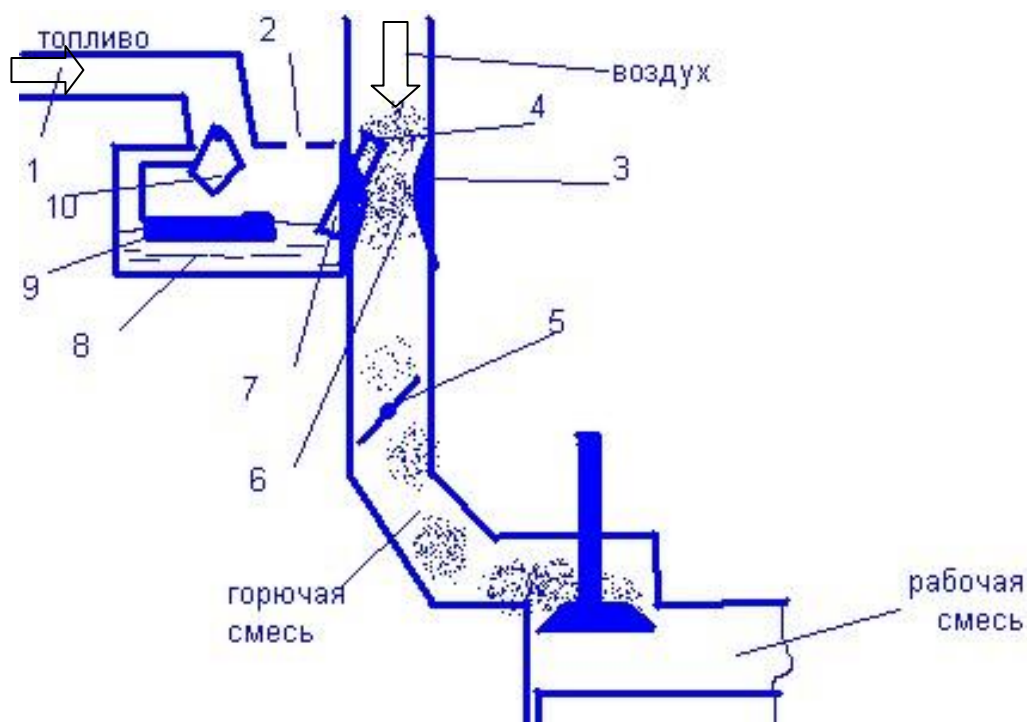
Наибольшую мощность двигатель развивает при $\alpha = 0,85 \dots 0,90$

Горючая смесь в карбюраторном двигателе – это приготовленная в карбюраторе смесь паров мелкораспылённого бензина и воздуха.

В цилиндрах двигателя горючая смесь смешивается с оставшимися там от предыдущего цикла продуктами сгорания и превращается в рабочую смесь.

6.2 Общее устройство простейшего карбюратора

Карбюратор (рисунок 6.2) служит для распыливания, частичного испарения и смешивания топлива и воздуха, регулирования состава топливовоздушной смеси в соответствии с режимами работы двигателя и изменения, в соответствии с нагрузкой количества смеси, поступающей в цилиндры двигателя.



- 1 – трубопровод; 2 – отверстие в поплавковой камере; 3 – диффузор;
4 – распылитель; 5 – дроссельная заслонка; 6 – смесительная камера; 7 – жиклёр; 8 – поплавковая камера; 9 – поплавок; 10 – игольчатый клапан

Рисунок 6.2 - Схема простейшего карбюратора

Карбюрацией называется процесс приготовления горючей смеси.

Карбюратор современного автомобильного двигателя должен обеспечивать:

- равномерное распределение топлива в воздушном потоке на всех режимах работы двигателя.
- надёжный пуск двигателя в разных температурных условиях и его устойчивую работу при малой частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу.
- наибольшая мощность, наилучшая экономичность и наименьшая токсичность отработавших газов на всех режимах работы двигателя.

6.3 Режимы работы карбюратора

Режим холостого хода характеризуется работой двигателя на малой частоте вращения, при этом разрежение из впускного трубопровода передаётся по каналам системы холостого хода к каналам главной дозирующей системы. $\alpha = 0,7 \dots 0,9$.

На режиме частичных нагрузок при нажатии на педаль управления дроссельной заслонкой с увеличением открытия дроссельных заслонок увеличивается количество воздуха, проходящего через диффузор, и разрежение в малых диффузорах достигает такой величины, при которой вступает в работу главная дозирующая система карбюратора.

$$\alpha = 1,05 \dots 1,10$$

Режим средних и полных нагрузок после частичных нагрузок обеспечивается дальнейшим открытием дроссельных заслонок, в результате чего увеличивается скорость воздушного потока через систему диффузоров. Это вызывает увеличение расхода топлива. Требуемое обогащение смеси до $\alpha = 0,85 \dots 0,90$. Для двигателей городского транспорта

$$\alpha = 1.$$

Режим ускорения требует обогащения смеси, необходимого для быстрого трогания с места и разгона, а также для разгона с установившейся скоростью. Обогащение происходит при резком открытии дроссельных заслонок с помощью ускорительного насоса.

6.4 Системы карбюратора

Главная дозирующая система представляет собой смесеобразующее устройство простейшего устройства карбюратора с дополнительными корректирующими приспособлениями. Она исправляет характеристику простейшего карбюратора до требуемой на средних нагрузках. Для этого в состав главного дозирующего устройства включается система компенсации смеси при переходе от малых нагрузок к средним.

Совместно с экономайзером или эконостатом главное дозирующее устройство работает при полной мощности двигателя с максимальным открытием дроссельной заслонки. При малых нагрузках оно через главный жиклер подаёт топливо в дозирующую систему холостого хода, то есть это устройство обеспечивает работу двигателя практически на всех режимах. Через главное дозирующее устройство расходуется наибольшее количество топлива.

В современных карбюраторах состав горючей смеси, приготовляемой главным дозирующим устройством, регулируется преимущественно пневматическим торможением топлива. Этот способ широко применяется из-за высокого качества распыления топлива в воздушном потоке и простоты исполнения системы компенсации смеси. Для улучшения процесса смесеобразования главное дозирующее устройство может быть с двумя или тремя диффузорами.

Система холостого хода обеспечивает работу двигателя без нагрузки на холостом ходу, например при остановке автомобиля. Чтобы перевести двигатель на холостой ход, дроссельную заслонку закрывают и уменьшают количество рабочей смеси, которая поступает в цилиндры. При этом разрежение в диффузоре и у устья распылителя падает, что приводит к прекращению работы главного дозирующего устройства.

Система компенсации предотвращает обогащение горючей смеси с увеличением открытия дроссельной заслонки. В карбюраторах применяют следующие способы компенсации смеси: регулирование разрежения в диффузоре, установка двух жиклеров – главного и компенсационного, пневматическое торможение истечения топлива.

6.5 Вспомогательные устройства карбюраторов

Пусковое устройство предназначено для пуска непрогретого двигателя, который затруднён тем, что слабая испаряемость топлива приводит к его конденсации и появлению топливной плёнки на стенках впускной системы, поэтому в цилиндры двигателя попадает недостаточное количество пусковых фракций. Для компенсации этого недостатка смесь искусственно обогащают до $\alpha = 0,3 \dots 0,5$, изменяя положение воздушной заслонки специальной тягой, которой управляют из кабины.

Экономайзер подаёт дополнительное топливо, обогащая смесь при переходе от режима, при котором достигается наилучшие экономические показатели, к режиму полной нагрузки. Привод экономайзера может быть пневматическим или механическим.

Ускорительный насос обогащает смесь при резком открытии дроссельной заслонки во время разгона автомобиля, вследствие чего улучшаются его динамические свойства. Ускорительный насос может быть установлен отдельно либо вместе с экономайзером.

Эконостат выполняет такие же функции, как и экономайзер, то есть обогащает смесь при полной нагрузке двигателя. От экономайзера он отличается простотой устройства. Особенность эконостата – это то, что он вступает в работу только при значительном разрежении вблизи устья распылителя.

Поплавковая камера. Если поплачковая камера сообщается с окружающей средой, то при изменении сопротивления воздухоочистителя возрастает разрежение в диффузоре, и горючая смесь значительно обогащается. Такую поплачковую камеру называют несбалансированной. При эксплуатации двигателя имеющего карбюратор с несбалансированной камерой, необходимо внимательно следить за состоянием воздухоочистителя.

Для нормальной работы карбюратора со сбалансированной камерой (уравновешенной) необходимо следить за её герметичностью и чистотой балансировочного канала.

Карбюраторы двигателей грузовых автомобилей состоят из верхней, нижней и средней частей. В верхней части расположены крышка поплавковой камеры, воздушный патрубок, и воздушная заслонка. В средней – поплачковая и смесительная камеры, главные и вспомогательные дозирующие устройства. Нижняя часть представляет собой патрубок с дроссельными заслонками и исполнительными механизмами ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала.

6.6 Ограничители максимальной частоты вращения коленчатого вала

Если автомобиль работает без нагрузки, то коленчатый вал двигателя может превысить максимальную частоту вращения и сообщить автомобилю большую скорость, на которую он не рассчитан. Чтобы предотвратить это, а также уменьшить износ деталей и повысить экономичность, применяют ограничители максимальной частоты вращения коленчатого вала. Ограничитель уменьшает количество горючей смеси, подаваемой в цилиндры двигателя; ограничитель начинает работать при частоте вращения коленчатого вала, превышающей допустимое значение для данного двигателя.

По принципу действия ограничители максимальной частоты подразделяют:

-Пневматические – относятся к наиболее простым однорежимным регуляторам, работа которого основана на использовании скоростного потока горючей смеси. Недостаток

– малая чувствительность при небольших расходах воздуха, то есть при работе с малыми нагрузками.

-Центробежно-вакуумные – широко применяют на карбюраторных двигателях современных грузовых автомобилей. Ограничитель работает надежно, независимо от того, при каком положении дроссельной заслонки достигается максимальная частота вращения коленчатого вала.

-Центробежные механические ограничители служат для предохранения двигателя от работы вразнос при внезапном снятии нагрузки. Ограничитель однорежимный, и служит для ограничения максимальной частоты вращения коленчатого вала.

6.7 Узлы системы питания карбюраторного двигателя

К приборам системы подачи топлива карбюраторных двигателей, кроме карбюратора, относятся топливный бак, фильтры и насос.

Топливный бак служит для хранения запаса топлива. На автомобиле устанавливают один или несколько топливных баков, с расчётом, чтобы обеспечить пробег автомобиля без заправки 300...600 км. Топливный бак состоит из двух сварных частей, отштампованных из освинцованной стали. Топливный бак располагается у грузовых автомобилей на раме, у легковых автомобилей – в багажном отделении. Крепят баки стальными лентами хомутами или болтами. Форма топливного бака определяется местом его размещения на автомобиле.

Топливные фильтры предназначены для задержания различных механических примесей и воды, содержащихся в топливе. Для отделения от топлива воды и крупных механических примесей применяют отстойники, а для очистки топлива от мелких механических примесей – фильтры тонкой очистки.

Топливоподкачивающий насос необходим для принудительной подачи топлива из бака к карбюратору. Чаще всего применяют диафрагменные топливные насосы с приводом от распределительного вала и рычагом для ручной подкачки топлива.

Приборы системы подачи воздуха, горючей смеси и отвода отработавших газов

Воздухоочиститель (воздушный фильтр) – служит для задержания частиц пыли в воздушном потоке перед карбюратором. Также фильтр снижает шум воздушного потока на впуске в двигатель. Наиболее распространенные – масляно-инерционные с сухим (бумажным) фильтрующим элементом.

Впускные трубопроводы предназначены для подвода горючей смеси от карбюратора к цилиндрам двигателя. Изготовлены из алюминия.

Выпускные трубопроводы служат для отвода отработавших газов из цилиндров двигателя. Изготовлены из чугуна.

Глушитель служит для снижения шума отработавших газов, которые выходят из двигателя под давлением 0,3...0,5 МПа и скоростью 400...600 м/с.

По принципу действия глушители делятся:

-активные – звуковая энергия превращается в тепловую при прохождении газов через сетки;

-реактивные – представляют собой расширительную камеру и ряд резонансных камер. Происходит уменьшение амплитуды колебаний потока газа вследствие его расширения.

Токсичными называются вещества, оказывающие вредное влияние на организм человека. При работе автомобильных двигателей выделяются токсичные вещества: оксиды азота NO, углеводороды СН, альдегиды, канцерогенные вещества, соединения серы и свинца.

Уменьшить токсичность можно следующими способами:

- совершенствование процессов смесеобразования и сгорания;
- организацией рециркуляции отработавших газов;
- применением топлива улучшенного качества и альтернативных видов топлива;
- нейтрализацией отработавших газов.

Автомобильные бензины в зависимости от количества легкоиспаряющихся пусковых фракций подразделяются на зимние и летние.

Октановое число определяется двумя способами: моторным и исследовательским. При определении октанового числа исследовательским методом в маркировке бензина добавляется буква «И».

Работа двигателя с детонацией недопустима, так как связана с перегревом двигателя, приводит к падению мощности, ухудшению экономичности, появлению металлических стуков в цилиндре и сажи в выпускных газах.

В зависимости от массовой доли серы и октанового числа, определенного исследовательским методом, установлены следующие марки бензина экологических классов К2. К3. К4 и К5: - Нормаль-80-К5(К2. К3. К4) — октановое число — не менее 80; - Регуляр-92-К5(К2, К3. К4) — октановое число — не менее 92.

На территории стран — участниц Евразийского экономического союза (далее — Союза) осуществляются выпуск в обращение и обращение бензинов только экологического класса К5. Бензины экологических классов К2. К3 и К4 предназначены для поставок на экспорт за пределы единой таможенной территории Союза; для государственного оборонного заказа (для Министерства обороны РФ); для хранения в организациях, обеспечивающих сохранность государственного материального резерва (для Росрезерва), а также для нужд собственного потребления на нефтяных промыслах и буровых платформах. Обозначение бензина, кроме марки, должно включать в соответствии с техническим регламентом следующие группы знаков, расположенные в определенной последовательности и оформленные через дефис:

- первая группа: буквы АИ. обозначающие автомобильный бензин;
- - вторая группа: цифровое обозначение октанового числа бензина (80. 92. 93. 95. 96. 98 и др.), определенного исследовательским методом;
- - третья группа: символы К2. К3. К4. К5, обозначающие экологический класс бензина. Условное обозначение продукции при заказе и в технической документации должно содержать марку и экологический класс бензина.

Пример условного обозначения автомобильного неэтилированного бензина марки Нормаль-80 (Регуляр-92): ***АИ-80 (92. 93. 95. 96. 98 и др.)-К5 (К4. К3. К2)***
по ГОСТ Р 51105—2020

Лекция 7

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ОТ ГАЗОБАЛЛОННОЙ УСТАНОВКИ

7.1 Общее устройство и работа газобаллонных установок для сжатых и сжиженных газов

Газовое топливо по сравнению с жидким имеет следующие преимущества:

- высокое октановое число (двигатель экономичнее);
- меньшая токсичность;
- более высокий срок службы двигателя;
- увеличенный срок службы свечей зажигания и глушителя.

Газобаллонные автомобили, работающие на сжиженных газах (рисунок 29) по сравнению с автомобилями, работающими на сжатых газах (рисунок 28), имеют преимущества:

- больше грузоподъемность автомобиля (меньше баллонов);
- ниже рабочее давление; выше теплота сгорания смеси;
- проще перевозка сжиженных газов различными видами транспорта.

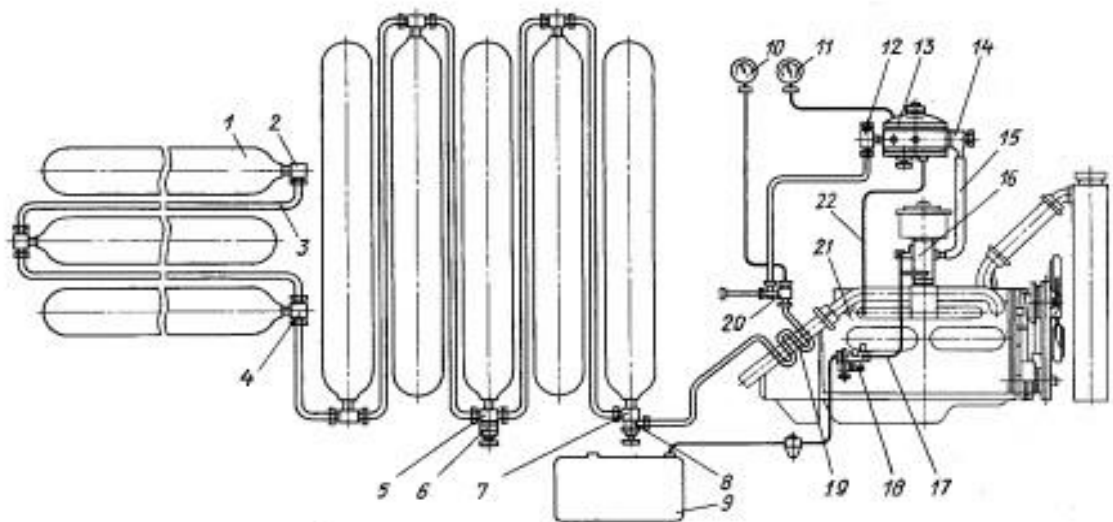


Рисунок 7.1 - Схема автомобильной газобаллонной установки для сжатого газа:

1 - баллон; 2 - угольник баллона; 3 - газопровод высокого давления; 4 - тройник баллона; 5 - крестовина наполнительного вентиля; 6 - наполнительный вентиль; 7 - угольник вентиля; 8 - расходный вентиль; 9 - топливный бак; 10 и 11 - манометры соответственно высокого и низкого давления; 12 - газовый фильтр; 13 - двухступенчатый газовый редуктор; 14 – дозирующее устройство газового редуктора; 15 - газопровод низкого давления; 16 - карбюратор-смеситель; 17 - топливopровод; 18 - топливный насос; 19 - подогреватель сжатого газа; 20 - магистральный вентиль; 21 - двигатель; 22 – трубка

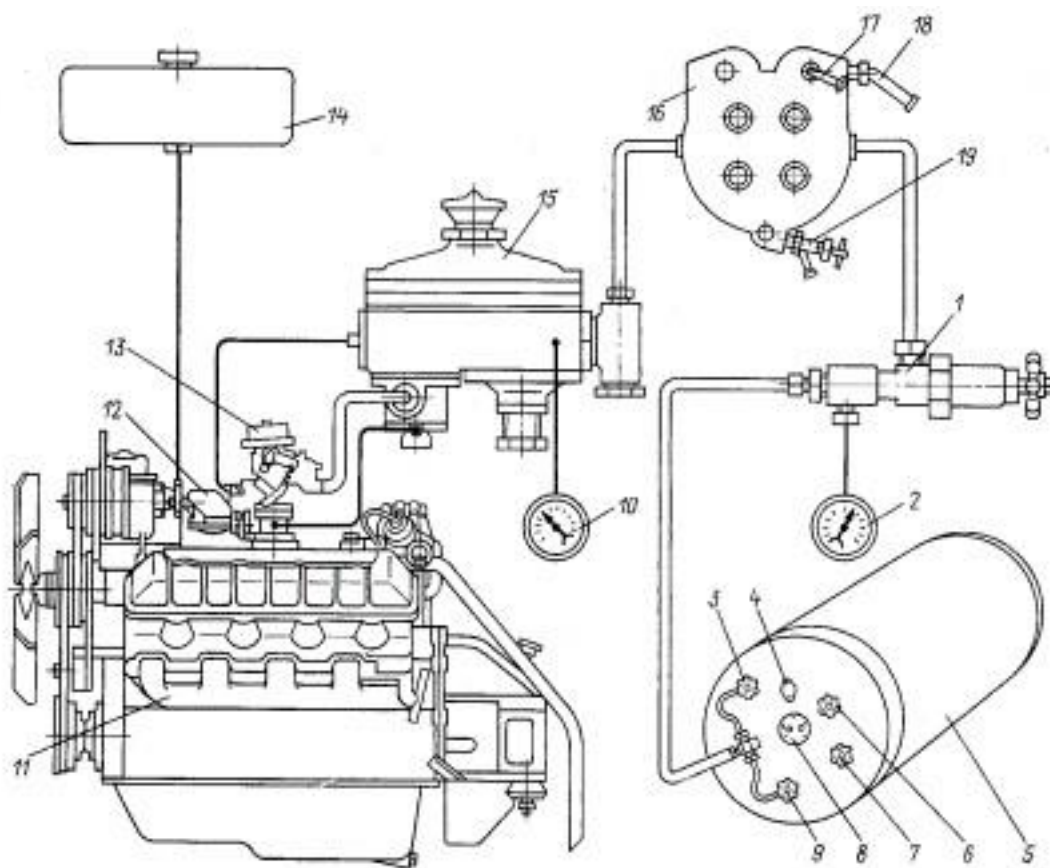


Рисунок 7.2 - Схема газобаллонной установки для сжиженного газа:

1 - магистральный вентиль; 2 - манометр баллона; 3 -паровой вентиль;4 - предохранительный клапан; 5 - баллон для сжиженного газа;6 - контрольный вентиль; 7 - наполнительный вентиль баллона; 8 - указатель уровня сжиженного газа; 9 - жидкостный вентиль; 10 - манометр редуктора; 11 - двигатель; 12 - карбюратор;13 - смеситель газа; 14 - бак для бензина; 15 - газовый редуктор; 16 - испаритель сжиженного газа; 17 - штуцер для подвода горячей воды; 18 - штуцер для отвода воды; 19 - кран для слива воды

Для всех газобаллонных автомобилей: меньший износ двигателя; более полное сгорание топлива, но очень сложная эксплуатация, так как требует правил техники безопасности.

7.2 Узлы системы питания двигателей, работающих на газе

Баллоны служат резервуарами для сжатого или сжиженного газа. Баллоны изготавливают из бесшовных труб из легированной стали. Все баллоны соединены газопроводами высокого давления.

Наполнительный и контрольный ventили служат: наполнительный – для заправки баллона; контрольный – для контроля за максимальным наполнением баллона жидкостью.

Предохранительный клапан – предотвращает повышение давления газа в баллоне выше 1,6 МПа.

Расходный вентиль используют для подачи газа из жидкостной или паровой фазы. На баллоне установлено два одинаковых расходных ventиля: паровой и жидкостный.

Датчик уровня сжиженного газа – для определения в кабине автомобиля фиксируется уровень сжиженного газа в баллоне.

Электромагнитные запорные клапаны – первый служит для отключения подачи газа при работе двигателя на бензине, второй – для отключения подачи бензина при работе на газе (выполняет функции магистральных вентилей).

Газовый редуктор предназначен для уменьшения давления, автоматического изменения количества газа, поступающего к карбюратору-смесителю и быстрого отключения подачи газа при любой остановке двигателя. В корпусе редуктора ввёрнут сетчатый фильтр, очищающий аппаратуру от пыли, окалина и других примесей.

Карбюратор-смеситель предназначен для образования газозвдушной смеси.

7.3 Пуск двигателя, работающего на газе

1. Осмотреть газовую аппаратуру и убедиться в исправности.
2. Открыть паровой вентиль при холодном двигателе, жидкостный вентиль – при прогревом.
3. Проверить наличие газа по манометру.
4. Вытащить дроссельную заслонку на половину её хода.
5. Включают зажигание не более чем на 5 секунд с интервалами 10...15 секунд.
6. После пуска прогревают на малой частоте вращения.
7. При достижении температуры охлаждающей жидкости 337 К открывают жидкостный вентиль и закрывают расходный паровой.
8. Недопустима длительная работа на паровой фазе – происходит испарение сжиженного газа.
9. После прогрева дроссельную заслонку (кнопку) утапливают в щиток.
10. При пуске нельзя прикрывать воздушную заслонку (это приводит к переобогащению смеси).

Значительные утечки газа обнаруживают на слух или по обмерзанию соединения. Небольшие утечки обнаруживают при помощи мыльного раствора или машинного масла. Попадание сжиженного газа на кожу может вызвать обморожение, поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности.

Лекция 8

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

8.1 Общее устройство и работа системы питания дизельного двигателя

В качестве топлива в дизелях используют топливо широкого фракционного состава. Эти топлива состоят из бензиновых фракции, выкипающих при температуре 333...363 К, и дизельных фракций, конец кипения которых ограничивается в зависимости от кинематических условий и времени года применения топлива.

Согласно ГОСТ 32511 - 2013 дизельное топливо выпускают трёх марок: Л (летнее), З (зимнее), А (арктическое).

По содержанию серы дизельные топлива подразделяются на 2 типа: не более 0,2%, не более 0,5% (для топлива марки А – не более 0,4%).

Важнейшим показателем топлива для дизеля является воспламенение. Наибольшей склонностью к воспламенению обладает цетан, наименьшей – альфаметилнафталин.

Цетановое число дизельных топлив лежит в пределах 40...55.

В условном обозначении при заказе и в нормативных документах указывают марку дизельного топлива (включающую наименование, сорт/класс, экологический класс топлива), обозначение (указывают в скобках) и обозначение настоящего стандарта. Обозначение дизельного топлива включает следующие группы знаков, расположенных через дефис: - ДТ— дизельное топливо; - Л (Е, З, А) — условия применения; - К2, К3, К4, К6 — экологический класс топлива.

Примеры условных обозначений:

Топливо дизельное ЕВРО, летнее, сорта А(В, С, D), экологического класса К3 (К4, К6) по ГОСТ 32511—2013:

ДТ-Л-К3 (К4, К6) по ГОСТ 32511—2013

Топливо дизельное ЕВРО, межсезонное, сорта А(В, С, D), экологического класса К3 (К4, К6) по ГОСТ 32511—2013:

ДТ-Е-К3 (К4, К6) по ГОСТ 32511—2013

Топливо дизельное ЕВРО, зимнее, класса 0 (1, 2, 3), экологического класса К3 (К4, К6) по ГОСТ 32511—2013:

ДТ-З-К3 (К4, К6) по ГОСТ 32511—2013

Система питания дизеля (рисунок 8.1) состоит из устройств, механизмов и деталей, обеспечивающих необходимый запас топлива, очистку и подачу топлива и воздуха в цилиндры, удаление отработавших газов, а также изменения количества подаваемого топлива. Дизельное топливо заливают в бак через горловину, имеющий сетчатый фильтр для очистки топлива. В нижней части бака установлены два крана: запорный – для перекрытия подвода топлива и сливной – для удаления отстоя.

При открытом запорном клапане, топливо из бака проходит по топливопроводу к фильтру грубой очистки. Затем по топливопроводу топливо подходит к подкачивающему насосу, который нагнетает его под давление 0,12 МПа в фильтр тонкой очистки.

Отфильтрованное топливо подаётся по топливопроводу к насосу высокого давления, от которого оно подаётся под давлением 17,5 МПа в форсунки и впрыскивается в камеру сгорания во время такта сжатия. Распылённое топливо хорошо смешивается с горячим воздухом, самовоспламеняясь, сгорает. Продукты сгорания топлива после открытия выпускного клапана отводятся в атмосферу через выпускной трубопровод и глушитель.

Избыточное топливо, подаваемое подкачивающим насосом к топливному насосу высокого давления, отводится обратно к подкачивающему насосу.

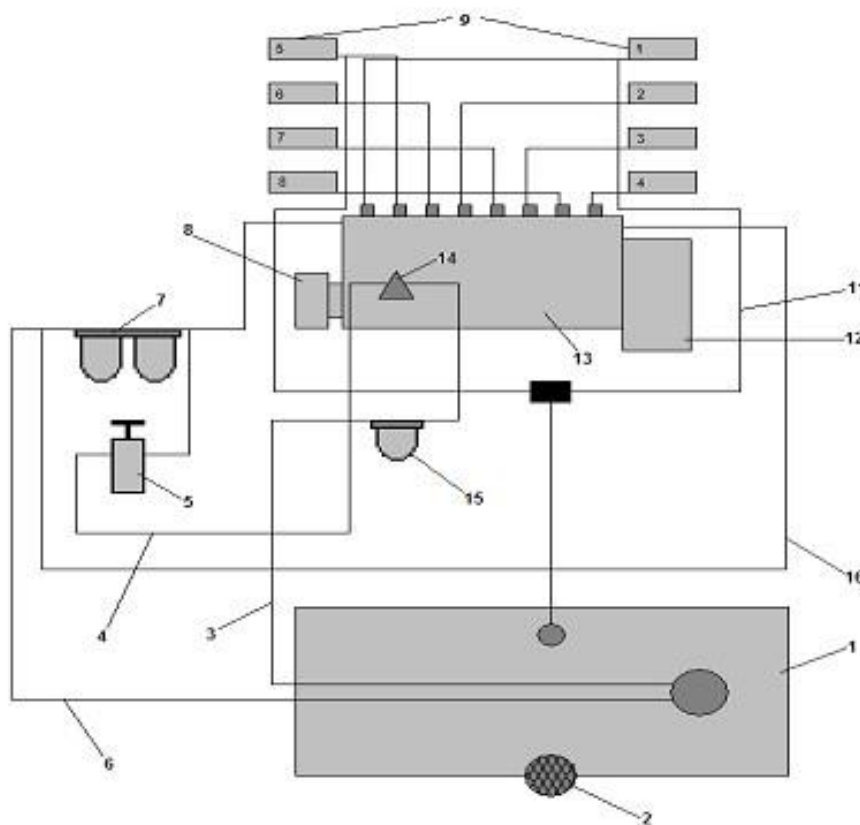


Рисунок 8.1 - Схема системы питания дизельного двигателя:

1- Топливный бак; 2- Пробка заливной горловины; 3 - Топливопровод низкого давления; 4 - Топливопровод низкого давления; 5 - Насос ручной подачи топлива; 6 - Сливной топливопровод; 7 - Фильтр тонкой очистки; 8 - Муфта опережения впрыскивания топлива; 9 - Форсунка; 10 - Топливопроводы высокого давления; 11 - Сливной топливопровод; 12 - Регулятор частоты вращения; 13 - Топливный насос высокого давления; 14 - Топливopодкачивающий насос; 15 - Фильтр грубой очистки топлива; 16 - Сливной топливопровод

Топливо, просочившееся через зазоры форсунок, стекает в фильтр тонкой очистки по трубопроводам.

Дизельному двигателю для сгорания 1 кг топлива в дизеле необходимо 18 – 20 кг воздуха.

На 100 кг сгоревшего воздуха используют 2 т атмосферного воздуха.

8.2 Смесеобразование в дизельных двигателях

Процесс смесеобразования происходит в течение короткого промежутка времени внутри цилиндра, когда поршень находится вблизи ВМТ. К началу подачи топлива в конце такта сжатия давление в цилиндре составляет примерно 3,0...3,5 МПа, а температура 700...900К смесеобразования представляет собой процесс испарения мелко распыленного топлива и перемешивания его паров с воздухом.

Для приготовления рабочей смеси в дизеле отводится очень короткий промежуток времени, так как сразу после начала впрыскивания начинается сгорание, и остаток топлива подаётся уже в горящую среду.

Для повышения экономичности цикла необходимо, чтобы всё топливо сгорело при нахождении поршня вблизи ВМТ, так как в этом случае объём цилиндра минимальный и площадь теплоотдачи также минимальна, следовательно, большую долю теплоты можно перевести в полезную работу.

Для улучшения смесеобразования дизели работают с коэффициентом избытка воздуха в пределах $\alpha=1,4\dots1,7$ (большее значение – турбонаддув).

Равномерное распределения топлива осуществляется за счёт кинетических энергий топлива и воздуха. Воспламенение топлива при всех способах смесеобразования происходит на нагнетательной фазе впрыскивания и продолжается в течение всего периода впрыскивания.

В современных дизелях находят применение объёмное, объёмноплёночное, плёночное, вихрекамерное и предкамерное смесеобразование. Способ смесеобразования обусловлен формой камеры сгорания, которая в сочетании с топливоподающей аппаратурой определяет условия смесеобразования и сгорания в дизеле.

Двигатель с непосредственным впрыскиванием обеспечивает наиболее экономичное протекание цикла и хорошие пусковые свойства. На таких двигателях устанавливают многоструйные форсунки с давлением $P = 18,5\dots20$ МПа. В двухтактных дизелях давление впрыскивания может достигать $50\dots100$ МПа.

Раздельные камеры обычно состоят из двух полостей: полость над поршнем (основная камера) и дополнительная полость в головке (вихревая камера или предкамера). Двигатели, имеющие такие камеры, называют вихрекамерными или предкамерными (в них мягкая работа двигателя, но он менее экономичен). Форсунки одноструйные рассчитаны на давление $12,5\dots15$ МПа.

В отличие от карбюраторных двигателей, в цилиндры которых поступает готовая горючая смесь из карбюратора, горючая смесь у дизелей образуется непосредственно в цилиндрах, куда топливо и воздух подаются раздельно.

8.3 Устройство узлов системы питания дизельных двигателей

Топливо в дизельных двигателях фильтруется дважды: в фильтрах грубой очистки и фильтрах тонкой очистки. Фильтры грубой очистки очищают топливо от грубых механических примесей и воды, разделяя топливо и примеси по массе и размерам частиц, то есть работает как отстойник.

Фильтр грубой очистки топлива (рисунок 8.2) на двигателе ЯМЗ236М имеет сменный фильтрующий элемент, вставленный в корпус, закрытый крышкой. Фильтрующий элемент состоит из хлопчатобумажной пряжи, намотанной на каркас. Фильтрующий элемент изготовлен в виде трубки с большим количеством отверстий.

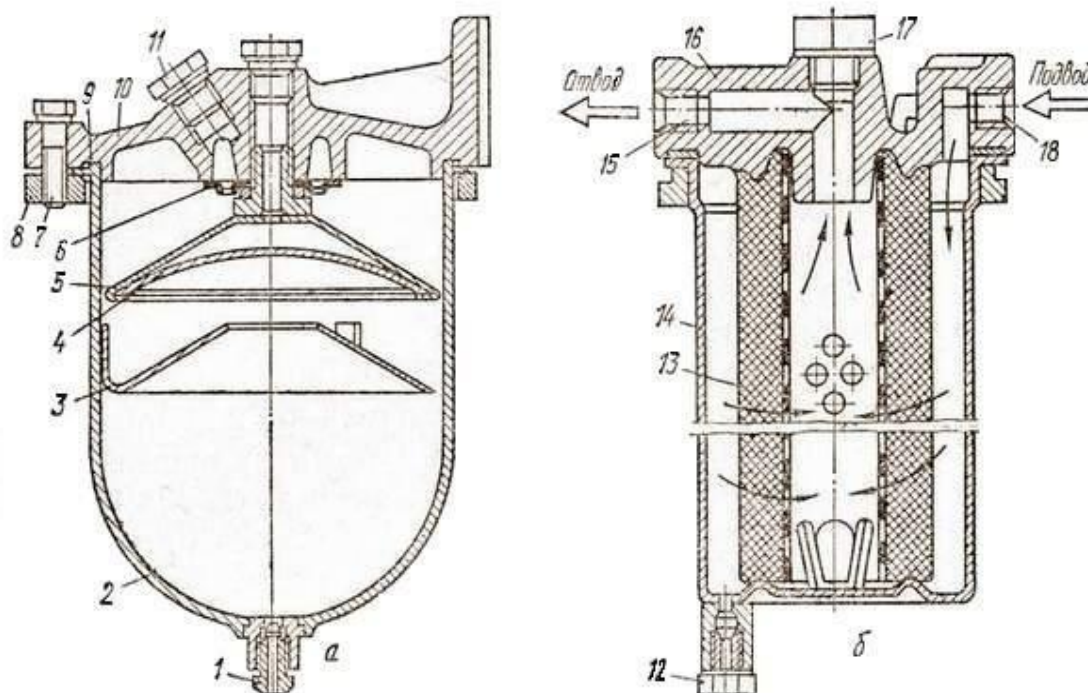


Рисунок 8.2 - Фильтр грубой очистки топлива:

а – автомобиля КамАЗ-5320; б – двигателя ЯМЗ-236: 1 – сливная пробка; 2 – стакан-отстойник; 3 – успокоитель; 4 – сетчатый фильтрующий элемент; 5 – отражатель; 6 – распределитель; 7 – болт; 8 – фланец; 9 – уплотнительная прокладка; 10 – корпус; 11 – штуцер

Фильтр тонкой очистки топлива двигателя ЯМЗ-236М имеет сменный фильтрующий элемент, надетый на стержень, приваренный к корпусу. Корпус фильтра закрыт крышкой, удерживаемой болтом, ввёрнутым в стержень. Фильтрующий элемент представляет собой перфорированный металлический каркас, обмотанный ситцевой тканью. На каркасе сформирована фильтрующая масса из древесной муки, пропитанной пульвербокелитом.

Топливоподкачивающий насос применяют для подачи топлива из топливного бака через фильтры к насосу высокого давления. На двигателе КамАЗ -740.10 и ЯМЗ-236М установлены топливоподкачивающие насосы поршневого типа. Насос установлен между фильтрами грубой и тонкой очистки топлива. Топливоподкачивающий насос (рисунок 8.4) имеет два привода: ручной и механический. Ручным приводом пользуются для заполнения топливом фильтров, топливопроводов и удаления из топливной системы воздуха. При работе двигателя действует механический привод топливоподкачивающего насоса.

Топливный насос высокого давления подаёт через форсунки в камеру сгорания топливо в строго определённые моменты и в определённом количестве, в зависимости от режима работы двигателя. Топливный насос высокого давления дизельных двигателей ЯМЗ-236М и КамАЗ 740.10 расположен между рядами цилиндров и приводится в действие от зубчатых колёс распределительного вала

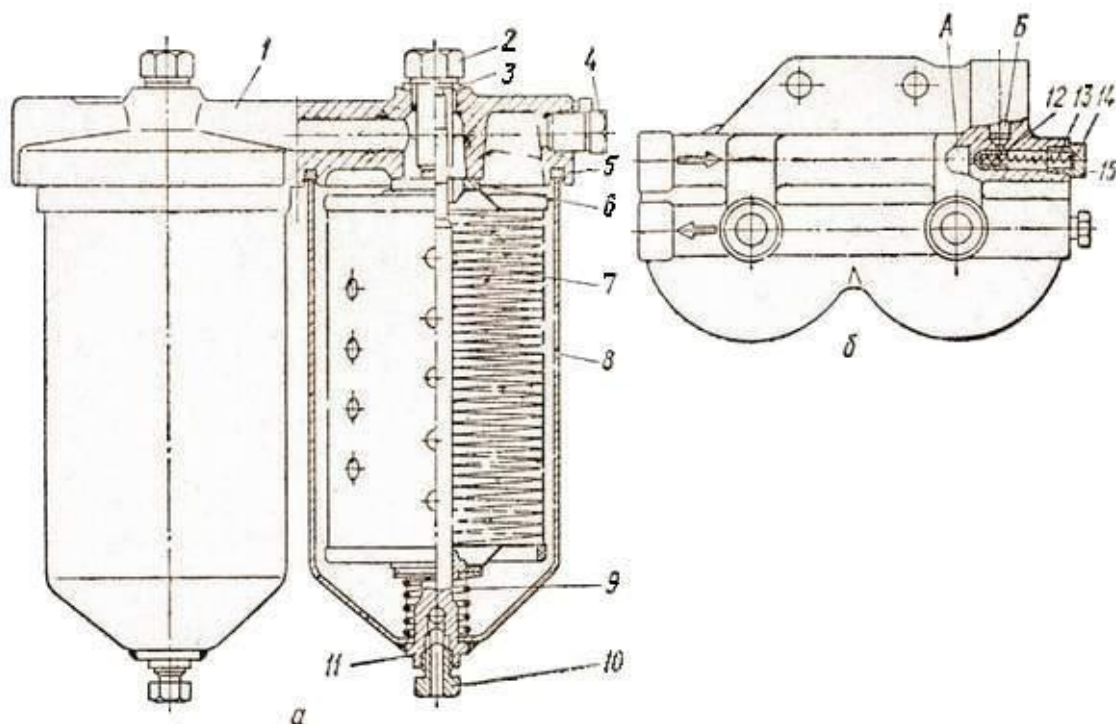


Рисунок.8.3 - Фильтр тонкой очистки топлива автомобиля КамАЗ-5320:

а – общий вид; б – клапан-жиклер: 1 – корпус; 2 – болт; 3 – уплотнительная шайба; 4 – штуцер; 5, 6 – прокладки; 7 – сменный бумажный фильтрующий элемент; 8 – стакан; 9 – пружина; 10 – сливная пробка; 11 – стержень; 12 – клапан-жиклер; 13 – пружина; 14 – уплотнительная шайба; 15 – пробка

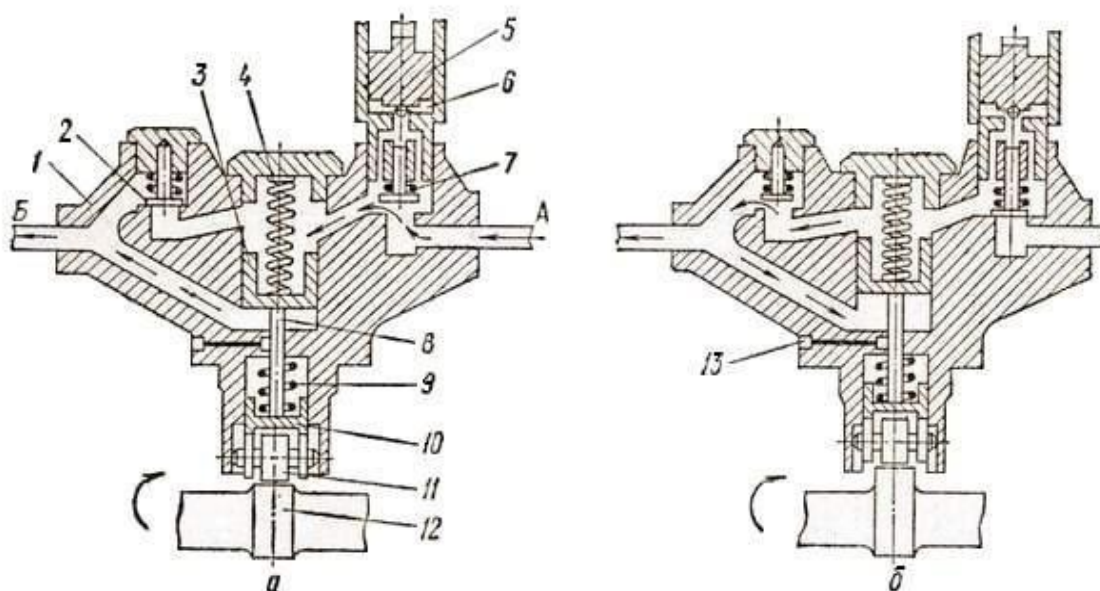


Рисунок 8.4 - Топливоподкачивающий насос:

а – выпуск и нагнетание; б – перепуск и нагнетание: 1 – корпус; 2 – нагнетательный клапан; 3 – поршень; 4 – пружина; 5 – поршень; 6 – цилиндр; 7 – впускной клапан; 8 – шток; 9 – пружина; 10 – направляющая роликового толкателя; 11 – роликовый толкатель; 12 – эксцентрик; 13 – дренажный канал

Форсунка обеспечивает впрыскивание топлива под определённым давлением, регулирование топлива и чёткую отсечку подачи в конце впрыскивания. На дизелях применяют форсунки нескольких типов: открытые и закрытые, с распылителями, имеющими одно отверстие (сопло) или несколько. Закрытые форсунки могут быть штифтовые или бесштифтовые. На дизелях ЯМЗ-236М, КамАЗ-740.10, ЗИЛ-645 применяют закрытые бесштифтовые форсунки. Форсунку называют закрытой, так как сопла в распылителе закрыты иглой и только в момент впрыскивания топлива сообщаются с камерой сгорания. Для входа топлива распылитель имеет четыре сопла диаметром 0,34 мм.

Регулятор частоты вращения коленчатого вала изменяет подачу топлива в зависимости от нагрузки двигателя, поддерживая заданную частоту вращения коленчатого вала. Регулятор называют всережимным, так как он может поддерживать любую заданную водителем частоту вращения коленчатого вала и ограничивать максимальную. Ограничение максимальной частоты вращения вызвано необходимостью предохранить детали дизеля от быстрого изнашивания и чрезмерных нагрузок, а ограничение малой частоты вращения – ухудшением подачи топлива и смесеобразования.

Для поддержания заданного скоростного режима дизеля топливные насосы снабжают специальным прибором – регулятором. На дизелях отечественного производства применяют механические центробежные регуляторы. По принципу работы регуляторы могут быть одно-, двух- и всережимные.

Однорежимный регулятор настроен на ограничение максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя. Двухрежимный работает при минимальных и максимальных частотах, а всережимный – при любой частоте вращения. На тракторных и автобусных дизелях применяют всережимные регуляторы.

Все регуляторы, помимо основных функций, обеспечивают увеличение подачи топлива при перегрузке дизеля (коррекцию) и резкое увеличение подачи топлива при пуске (обогащение).

Увеличение подачи при перегрузке выполняется корректором. Наличие этого устройства обеспечивает такое увеличение на 15...20% по сравнению с подачей при номинальной мощности двигателя. Пусковой обогатитель увеличивает подачу топлива примерно вдвое.

Регулятор, с одной стороны, должен быть достаточно чувствительный к изменению частоты вращения, а с другой - не должен непрерывно дергать рейку. Уменьшенная чувствительность регулятора приводит к увеличению максимальной частоты вращения, дополнительному износу двигателя и перерасходу топлива.

Повышенная чувствительность сопровождается износом регулирующего механизма и связанных с ним деталей.

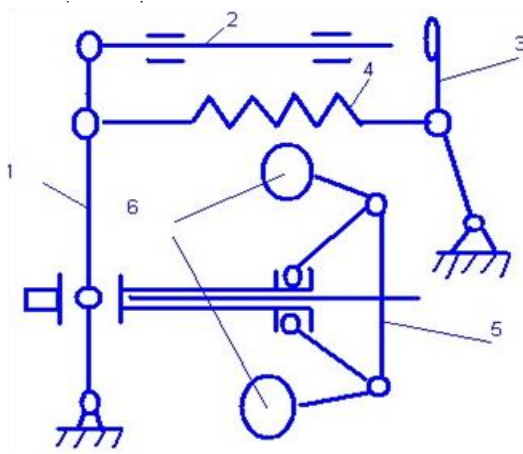


Рисунок 8.5 - Принципиальная схема всережимного регулятора:
1 – рычаг регулятора; 2 – рейка топливного насоса; 3 – рычаг настройки регулятора; 4 – пружина регулятора; 5 – крестовина регулятора; 6 – грузы регулятора.

Муфта опережения впрыска топлива представлена на рисунке 8.6.

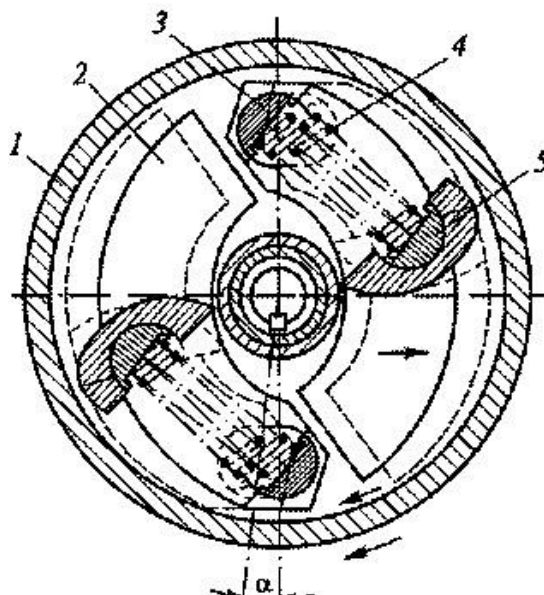


Рисунок 8.6 - Муфта опережения впрыска топлива:
1 — корпус; 2 — груз; 3 — ось; 4 — пружина; 5 — проставка; а — угол опережения впрыска топлива

Мощность и экономичность двигателя зависят от угла впрыскивания. Каждый двигатель на любом нагрузочном и скоростном режиме имеет оптимальный угол опережения впрыскивания. Поэтому в процессе работы его необходимо менять. Для изменения угла опережения впрыскивания меняют положение кулачкового вала относительно коленчатого. Если кулачковый вал повернут вперед по ходу вращения, то кулачок набегит раньше на толкатель, подача топлива плунжером, а следовательно, и впрыск его форсункой начнется раньше. Относительный поворот кулачкового вала производится двумя спосо-

бами: с установкой постоянного и переменного угла опережения впрыскивания. В первом случае находят оптимальный угол опережения впрыскивания на номинальном скоростном режиме и жёстко соединяют валы. Во втором случае в приводе насоса устанавливают муфту опережения впрыска топлива, которая в зависимости от частоты вращения двигателя меняет взаимное положение кулачкового и коленчатого валов. Это обеспечивает работу двигателя в широком диапазоне частот вращения. В основу работы муфты опережения впрыскивания положен принцип использования центробежных сил грузов. При вращении ведущей полумуфты её опорные пальцы давят на криволинейные вырезы грузов, которые передают усилие осям ведомой полумуфты, и образуется пара сил, вращающая кулачковый вал насоса высокого давления. Максимальный угол опережения впрыска топлива, который обеспечивается муфтой, составляет 6...8 градусов по углу поворота кулачкового вала относительно приводного вала и 10...14 градусов относительно угла поворота коленчатого вала.

Лекция 9 ТРАНСМИССИЯ

9.1. Классификация трансмиссий

Трансмиссии подразделяются по ряду признаков, рис. 9.1. Конкретной конструкции могут быть присущи несколько признаков.

1. *Классификация по характеру изменения крутящего момента:* – ступенчатая, изменение крутящего момента – см. рис. 9.1а, – бесступенчатая, изменение крутящего момента – см. рис. 9.1б, – комбинированная.

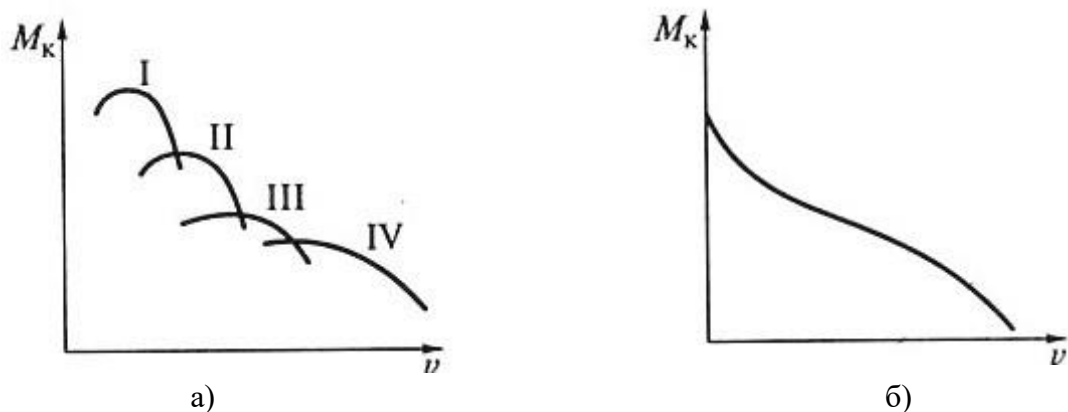


Рисунок 9.1 - Графики изменения крутящего момента в трансмиссиях: а – ступенчатая трансмиссия, б – бесступенчатая трансмиссия

2. *Классификация по конструкции:*

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

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).

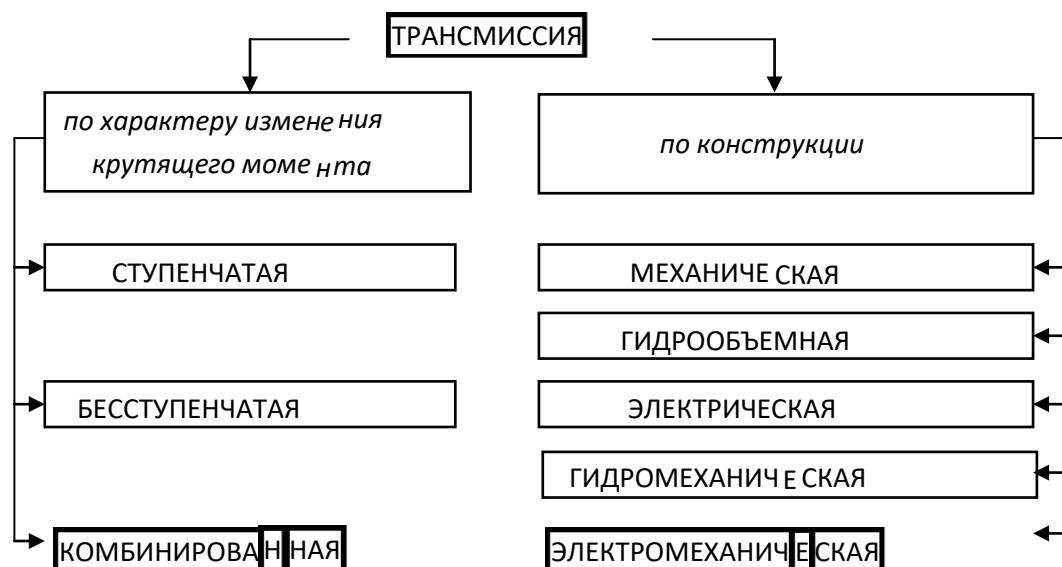


Рисунок 9.2. Типы трансмиссий автомобилей

Открытая клиноременная передача использовалась в автомобилях малого класса VOLVO-DAF (Голландия), VOLVO-343, рис. 9.3. 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.

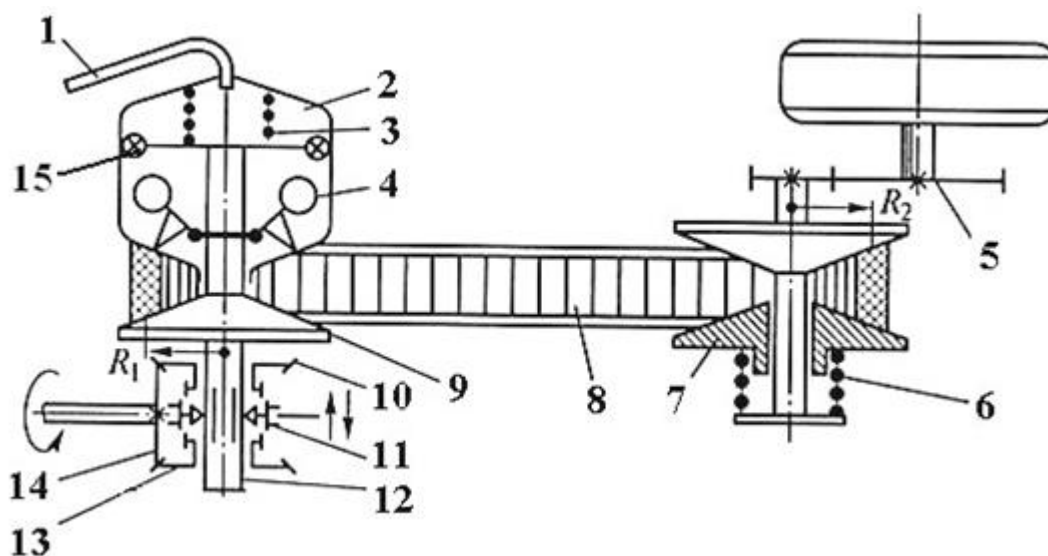


Рисунок 9.3 - Схема открытой клиноременной передачи:

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

Принцип действия закрытой передачи с металлическим клиновидным ремнем аналогичен. Срок службы ремня увеличивается 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. 3.4. Усилие в ремне передается через давление между башмачками, лента не несет тягового усилия и является лишь направляющей.



Рисунок 9.4 - Конструкция металлического клиновидного ремня

Общий вид фрикционной закрытой передачи показан на рис. 9.5, общий вид коробки передач с клиноременным вариатором – на рис. 9.6.



Рисунок 9.5 - Фрикционная ременная закрытая передача

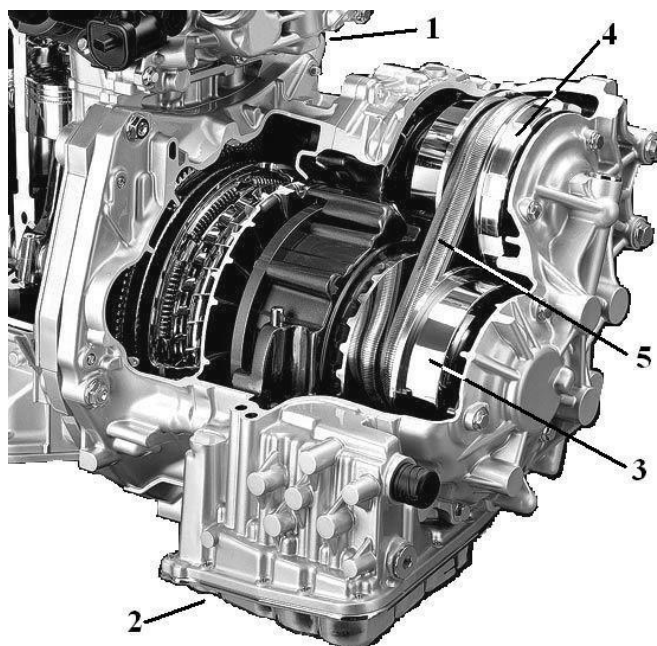


Рисунок 9.6 - Коробка передач с клиноременным вариатором:

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

Гидрообъемная трансмиссия.

На легковых автомобилях не применяется из-за больших габаритов и массы, высокой стоимости и низкого к.п.д. Применяется на спецмашинах и тракторах. Может применяться для обеспечения активного привода прицепов. Преимуществом данного типа трансмиссии является передача крутящего момента на значительное расстояние и через гибкие и легкоъемные связи. Кроме того, передача бесступенчатая, легко регулируется и адаптируется с электронным управлением. Принципиальная упрощенная схема представлена на рис. 3.7.

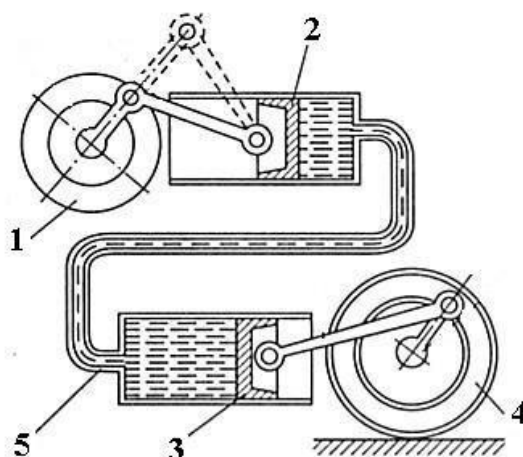


Рисунок 9.7 - Схема гидрообъемной передачи: 1 – двигатель, 2 – гидронасос, 3 – гидромотор, 4 – ведущие колеса, 5 – трубопровод

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

Электрическая трансмиссия.

Принципиальная схема представлена на рис. 9.8а. Ведущие колеса со встроенными в них электродвигателями и колесным редуктором (как правило, планетарным) называются электромотор колесами, рис. 9.8б.

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.

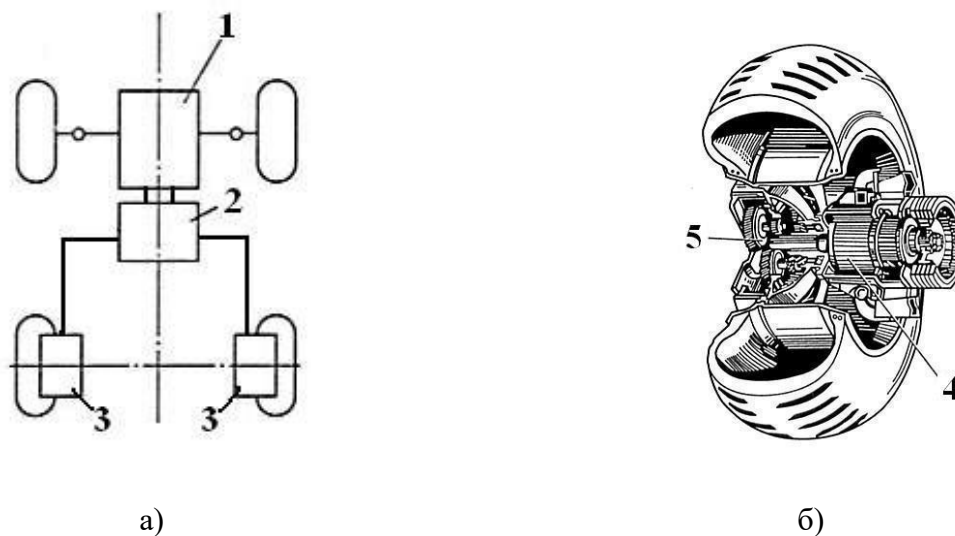


Рисунок 9.8 - Электрическая трансмиссия: а – принципиальная схема, б – электромотор колеса; 1 – двигатель, 2 – электрогенератор, 3 – электромотор колеса, 4 – электродвигатель, 5 – редуктор

2.4 Гидромеханическая трансмиссия.

Это комбинированная трансмиссия, состоящая из механизмов механической и гидравлической трансмиссии. В состав гидромеханической трансмиссии, рис. 9.9, 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 трогание 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, снижается вероятность остановки двигателя при резком увеличении нагрузки. Гидромеханическая трансмиссия облегчает управление автомобилем, особенно в городских условиях, что снижает вероятность дорожно-транспортного происшествия.

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

2.5. Электромеханическая трансмиссия.

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 колеса. В трансмиссии отсутствуют сцепление и коробка передач.

Преимущество электромеханической трансмиссии – облегчение управления автомобилем в городских условиях, характеризуемых 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).

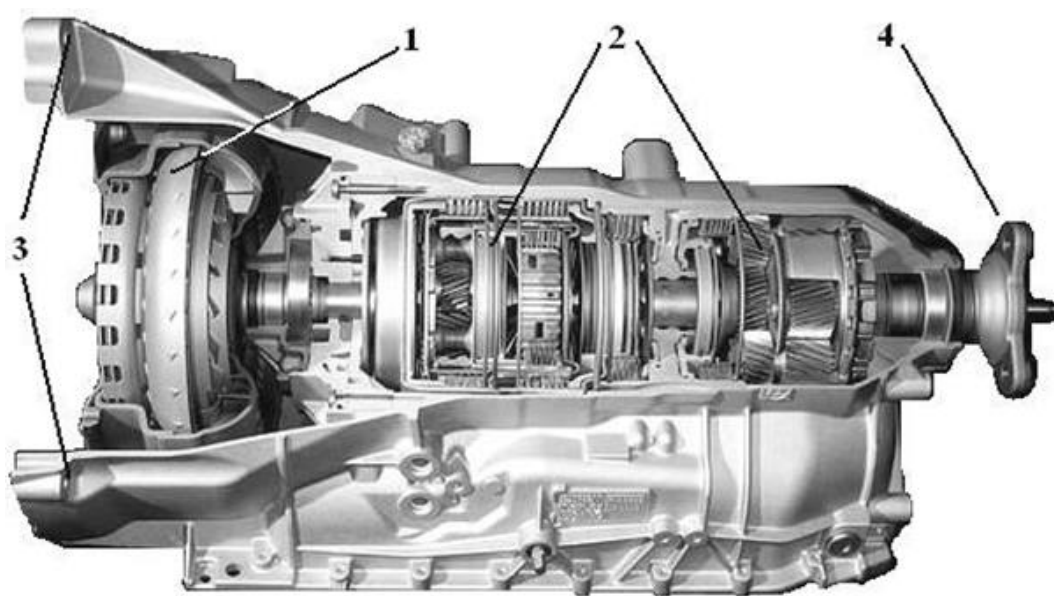


Рисунок 9.9 - Гидромеханическая коробка передач заднеприводного автомобиля:

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

9.2 Ступенчатая механическая трансмиссия

Конструкция данного типа трансмиссий определяется:

- 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. 9.10.

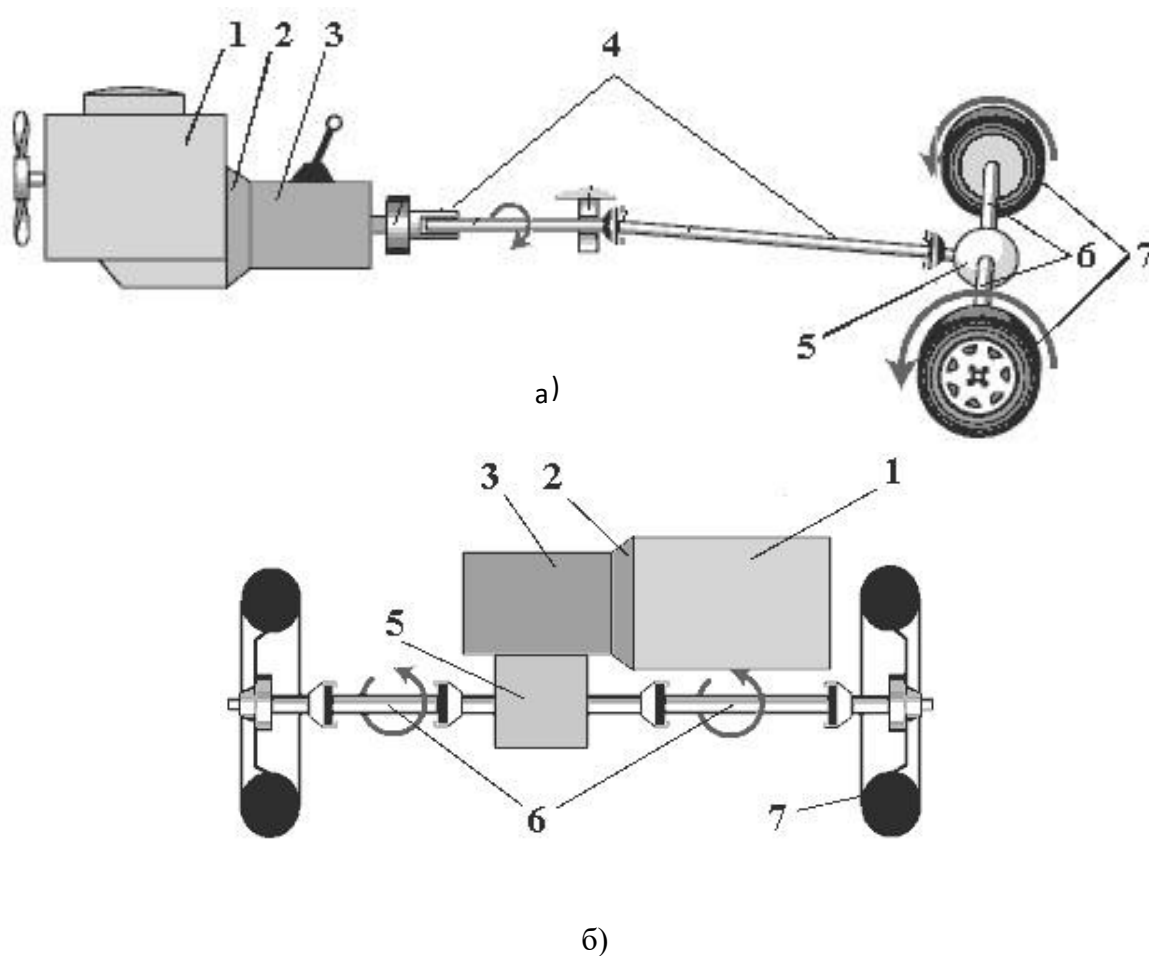


Рис. 3.10. Состав ступенчатой механической трансмиссии: а – заднеприводного автомобиля с расположением двигателя спереди, б – переднеприводного автомобиля с поперечным расположением двигателя; 1 – двигатель, 2 – сцепление, 3 – коробка передач, 4 – карданная передача, 5 – главная передача и дифференциал, 6 – приводные оси, 7 – ведущие колеса (относятся к ходовой части автомобиля)

Схемы трансмиссии при продольном расположении двигателя показаны на рис. 9.11 и 9.12.

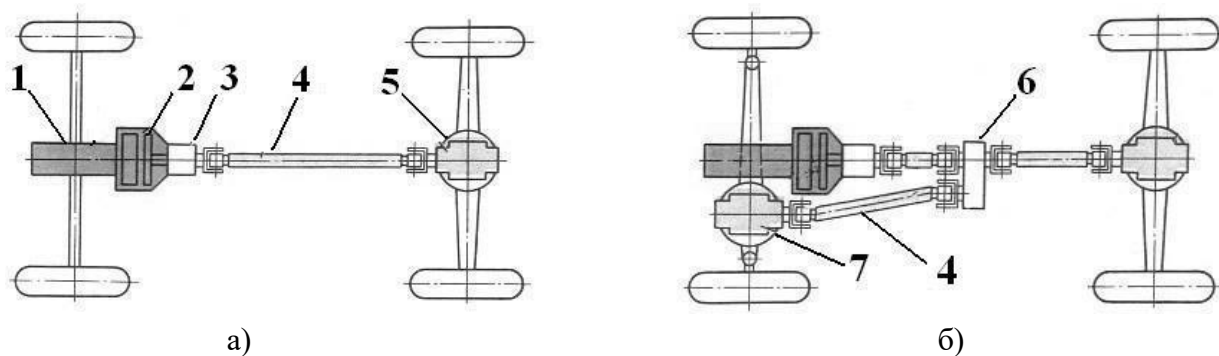


Рисунок 9.11 - Схемы трансмиссии двухосных автомобилей:

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

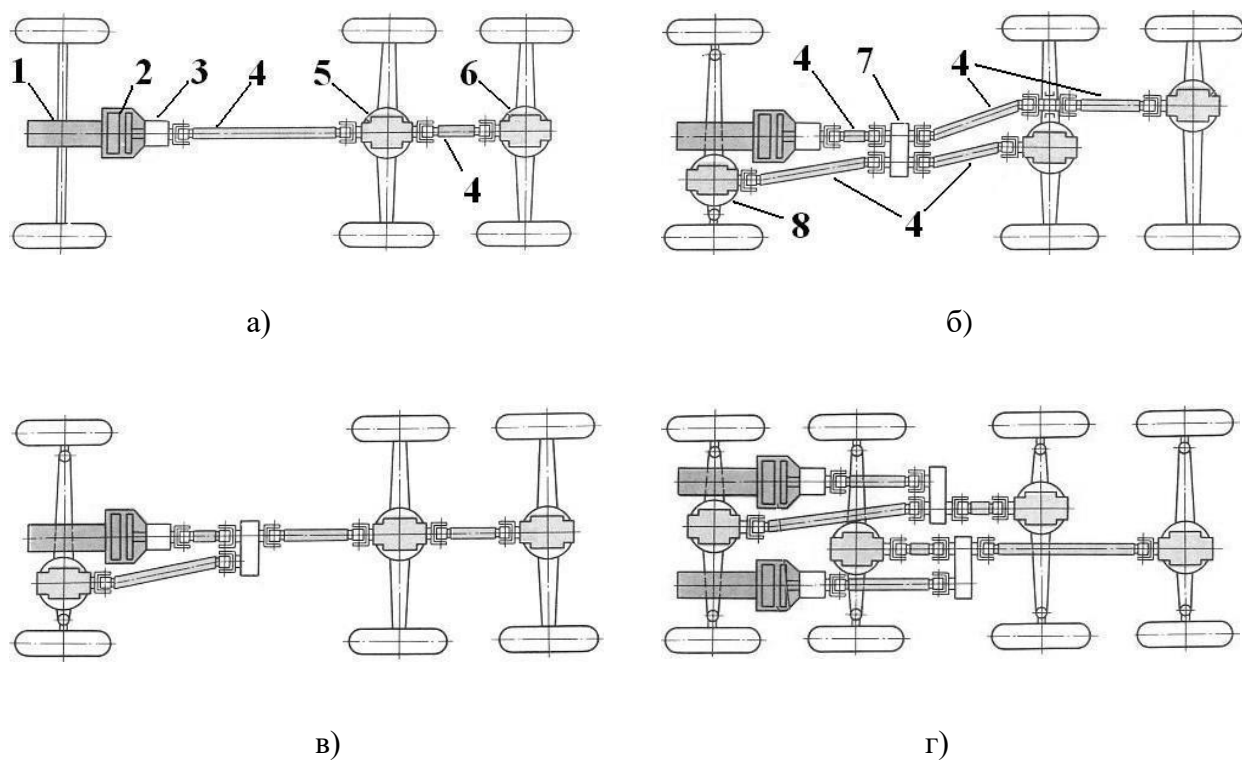


Рисунок 9.12 - Схемы трансмиссии многоосных автомобилей:

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

1. 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 трансмиссии. Другая немаловажная функция сцепления – предохранение двигателя и остальных элементов трансмиссии от динамиче-

ских нагрузок, которые возникают как результат быстро изменяющихся дорожных условий.

2. 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.

Конструкция коробок перемены передач обеспечивает:

- ступенчатое изменение крутящего момента по величине, т.е. переключение передач,
- изменение крутящего момента по направлению, т.е. обеспечивается движения задним ходом,
- облегчение процесса переключения передач во время движения автомобиля,
- долговременное разъединение двигателя и ведущих колес автомобиля, т.е. обеспечивается режим отсутствия движения.

3. 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:

$i = 3,5 \dots 4,5$ - легковые автомобили;

$i = 5 \dots 7$ – автобусы, грузовые автомобили с одинарной главной передачей;

$i = 6 \dots 9$ - грузовые автомобили с двойной главной передачей;

$i \leq 20$ - грузовые автомобили с разнесенной главной передачей.

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

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

7. 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).

9.3 Сцепление

В принципе в качестве сцепления может быть использована любая управляемая муфта, позволяющая соединять и разъединять коленчатый вал двигателя с остальными агрегатами трансмиссии, т.е. при необходимости прерывать или восстанавливать поток мощности от двигателя к ведущим колесам. Однако при выборе конкретной конструкции сцепления учитывается ее соответствие комплексу следующих требований.

Специальные требования, предъявляемые к автомобильному сцеплению:

- надежная передача крутящего момента от двигателя к коробке перемены передач,
- плавность и полнота включения,
- чистота выключения,
- минимальный момент инерции ведомых элементов,
- хороший теплоотвод от поверхностей трения (для фрикционного сцепления),
- предохранение трансмиссии от динамических нагрузок (возможность пробуксовки при пиковых нагрузках, гашение крутильных колебаний),
- поддержание заданного нажимного усилия в процессе эксплуатации (для фрикционного сцепления),
- минимальные затраты усилий на управление, – хорошая уравновешенность.

Общие требования, предъявляемые не только к автомобильному сцеплению, но и к другим узлам и агрегатам автомобиля:

- минимально возможные размеры и масса,
- простота устройства и обслуживания,
- технологичность,
- надежность,
- ремонтпригодность,
- низкий уровень шума.

Любое сцепление состоит из ведущих, то есть связанных с двигателем элементов и ведомых, то есть связанных с трансмиссией элементов, а также может иметь механизм выключения и его привод.

Включенное сцепление – двигатель и КПП соединены. Выключенное сцепление – двигатель и КПП разъединены.

Классификация сцеплений.

Конструкции сцеплений во всем своем многообразии, зависящем от типа транспортного средства, подразделяются по следующим признакам:

1. По характеру работы:

- постоянно замкнутое, т.е. включенное,
- постоянно разомкнутое, т.е. выключенное.

2. По характеру связи между ведущими и ведомыми элементами:

- гидравлическое,
- электромагнитное (порошковое),
- фрикционное.

3. По типу привода:

- с механическим приводом,
- с гидравлическим приводом,
- с комбинированными приводами, в которых в качестве рабочего тела и исполнительных сил применяются в различном сочетании воздух (пневматические и вакуумные), электромагнитное поле (электроприводы).

4. По способу управления:

- неавтоматическое,
- автоматическое.

9.3.1. Сцепление гидравлического типа – гидромуфта (ГМ)

Корпус гидромуфты, рис. 9.13, пустотелый, торообразной формы, на 80...85% заполненный жидким турбинным маслом или другой подобной рабочей жидкостью. Корпус гидромуфты прикручен к носку коленчатого вала двигателя и выполняет также функцию маховика.

Изнутри к корпусу прикреплены радиальные лопатки (рис.9.14), в результате чего образуется ведущее лопаточное колесо, поз. 1 на рис. 9.13. При вращении корпуса вместе с коленчатым валом двигателя лопатки создают скоростной напор рабочей жидкости, образующийся под действием центробежных сил. Жидкость переносится на лопатки ведомого колеса 2. Ведомое колесо свободно вращается на подшипниках вала ведущего колеса и соединено с первичным валом коробки передач. Под действием напора жидкости ведомое колесо 2 вращается, поэтому носит название турбинного колеса. Ведущее колесо называется насосным. Общий вид лопаточных колес показан на рис. 9.14.

Передача мощности возможна только при отставании турбинного колеса от насосного, т.е. при так называемом «проскальзывании» гидромуфты. На проскальзывание теряется 1...3% мощности, следовательно, снижается к.п.д. трансмиссии в целом. Проскальзывание вызывает нагрев рабочей жидкости. Для охлаждения рабочей жидкости организуется ее циркуляция из гидромуфты в отдельный теплообменник.

Гидромуфта обеспечивает плавную передачу крутящего момента, снижает динамические нагрузки. Применялась на автомобилях в сочетании с дисковым фрикционным

сцеплением, рис. 9.13а, т.к. для остановки турбинного колеса, что необходимо для остановки связанного с ним первичного вала КПП при переключении передач, требуется опорожнение гидромукты.

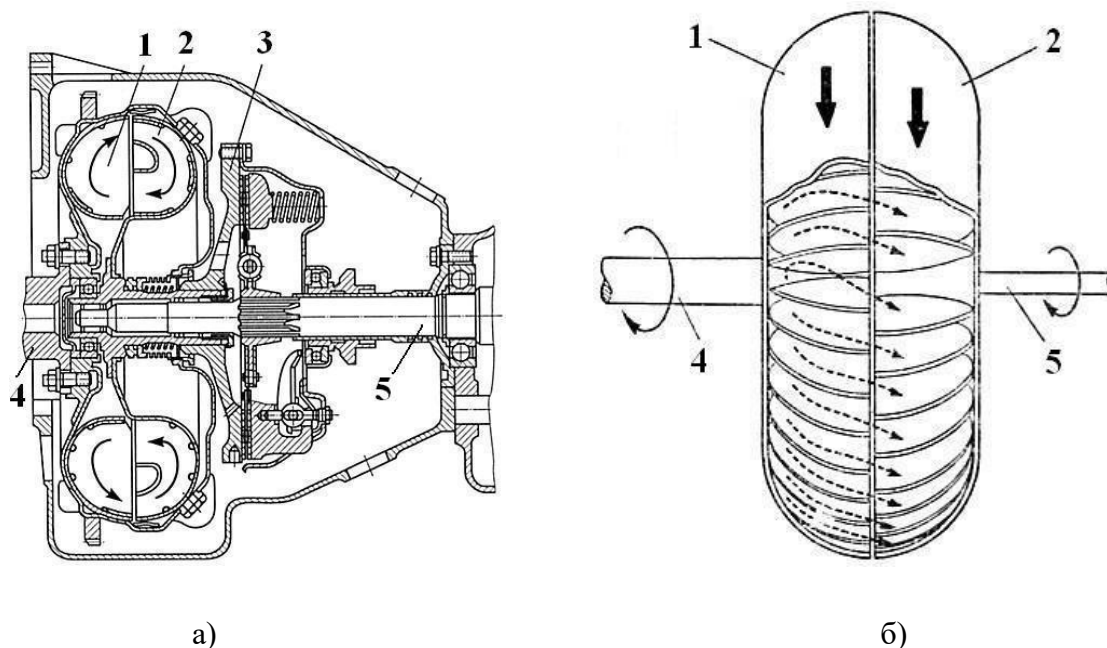


Рисунок 9.13 - Гидромукта

а – установленная на автомобиле перед однодисковым фрикционным сцеплением, б – схема гидромукты; 1 – насосное колесо, 2 – турбинное колесо, 3 – ведущий диск фрикционного сцепления, 4 – коленчатый вал, 5 – первичный вал коробки передач



Рисунок 9.14 - Насосное колесо (а) и турбинное колесо (б)

9.3.2 Сцепления фрикционного типа

Применяются с момента возникновения автомобиля, отличаются широким многообразием конструкции. Кроме перечисленных признаков, по которым классифицируются сцепления механических транспортных средств, фрикционные сцепления имеют ряд собственных признаков по способу создания нажимного усилия и форме элементов трения, рис. 9.15. Принцип работы фрикционного сцепления проиллюстрирован на рис. 9.16.

На первых конструкциях автомобилей применялись фрикционные постоянно выключенные сцепления типа лента-барабан. Впоследствии на автомобилях нашли применение постоянно включенные сцепления конусного типа, рис. 9.17.

Ведущим элементом в данной конструкции является ведущий диск 2 (он же маховик двигателя) с внутренней конусной поверхностью обода. Маховик закреплен к фланцу коленчатого вала 1 болтами. Ведомым элементом является конус сцепления 9, который центральной пружиной 8 поджимается через фрикционные накладки 10 к маховику 2.

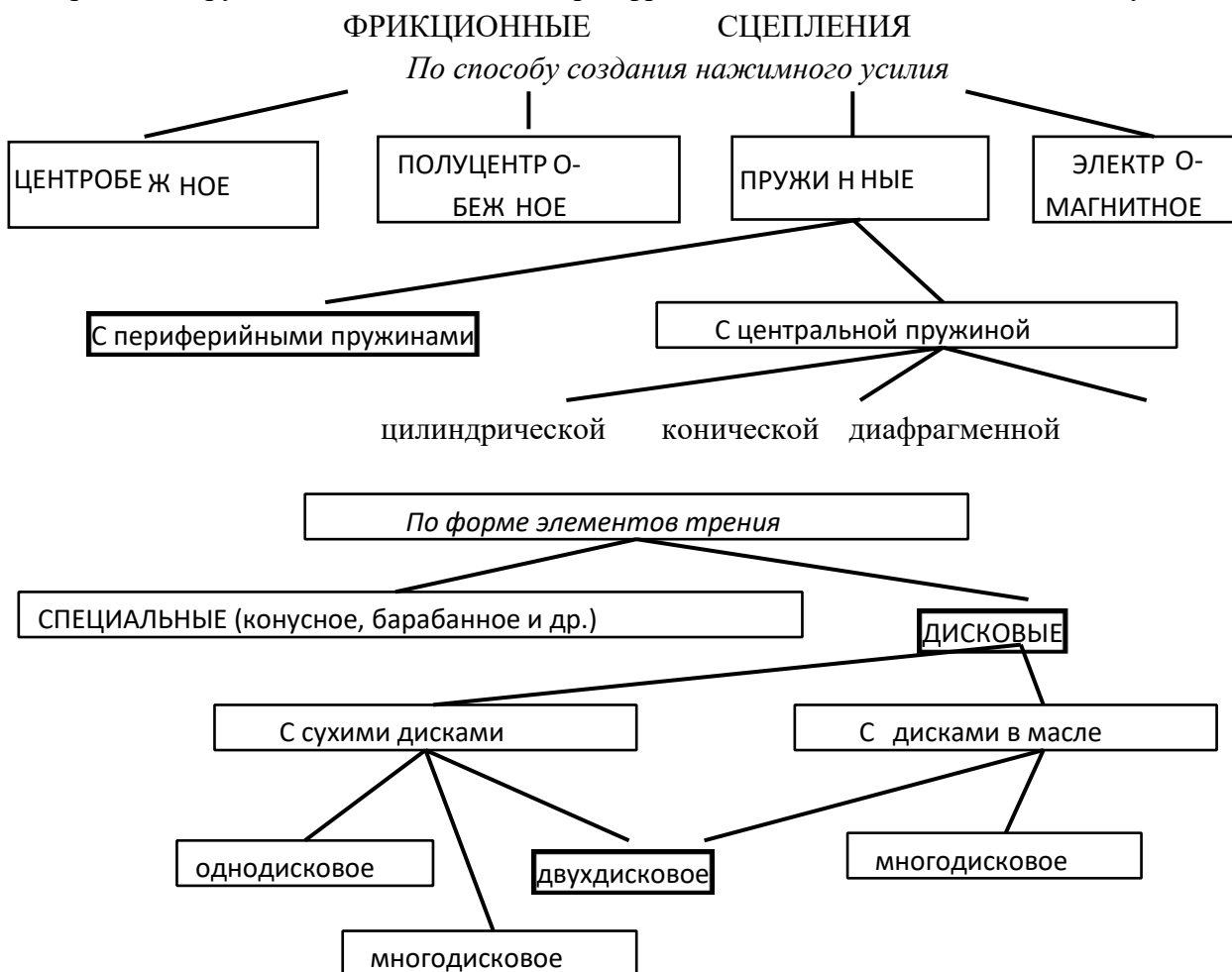


Рисунок 9.15 - Типы фрикционных сцеплений

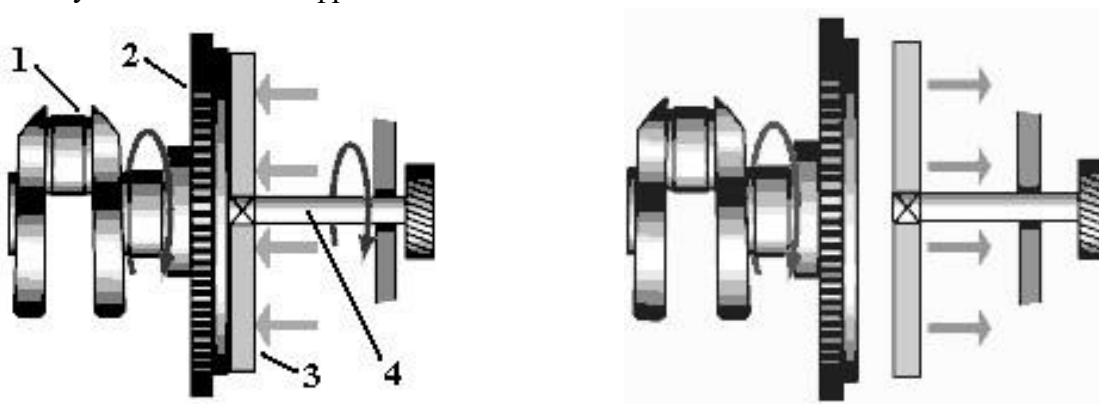


Рисунок 9.16 - Принцип работы сцепления фрикционного типа:

а – сцепление включено, б – сцепление выключено; 1 – коленчатый вал двигателя, 2 – маховик (ведущий диск), 3 – ведомый диск, 4 – первичный вал коробки передач

9.4. Фрикционные дисковые пружинные сцепления

Сцепления этого типа представляют собой дисковую муфту, передающую крутящий момент за счет силы сухого трения. Получили самое широкое распространение на автомобилях со ступенчатыми механическими трансмиссиями.

9.4.1. Однодисковое фрикционное пружинное постоянно включенное сцепление

Такие сцепления широко применяются в легковых и в ряде грузовых автомобилей благодаря простоте конструкции, надежности, чистоте выключения и плавности включения, удобству при эксплуатации и ремонте.

В состав сцепления входят (рис. 9.17):

- ведущие части, т.е. связанные с коленчатым валом двигателя (маховик двигателя 3, кожух 1, нажимной диск 2);
- ведомые части, т.е. связанные с первичным валом коробки перемены передач (ведомый диск 4);
- нажимной механизм, который можно также назвать механизмом включения (пружины 6);
- механизм выключения (рычаги 12, муфта выключения с подшипником 7, вилка 11);
- привод механизма выключения (педаль 8, тяга 10).

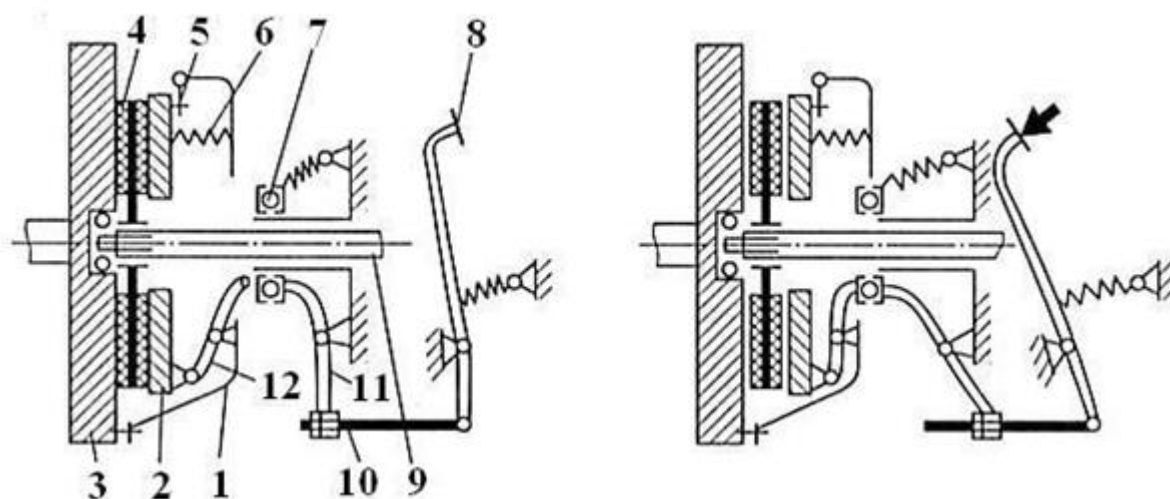
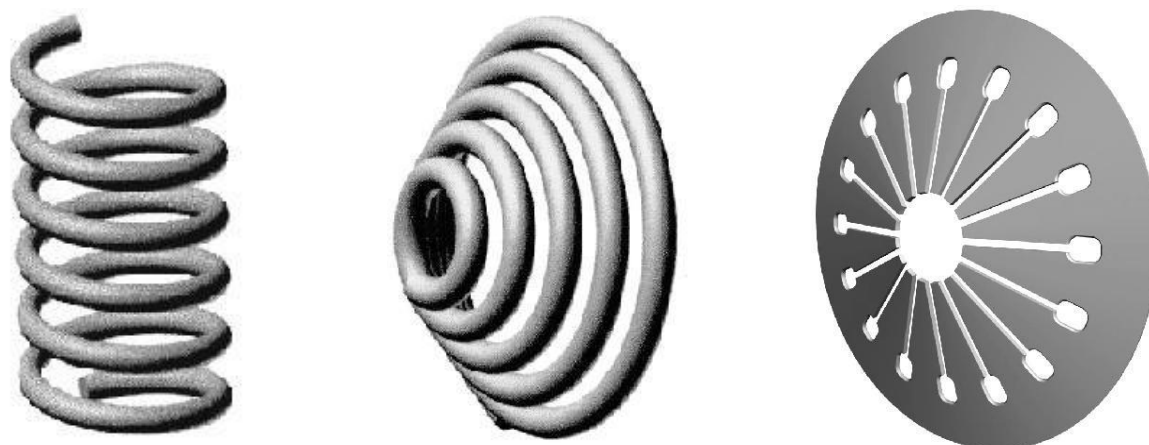


Рисунок 9.17. Схема однодискового фрикционного пружинного постоянно включенного сцепления: а – сцепление включено, б – сцепление выключено; 1 – кожух, 2 – нажимной диск, 3 – маховик 4 – ведомый диск, 5 – соединительная пластина, 6 – пружина, 7 – муфта выключения с подшипником, 8 – педаль управления, 9 – первичный вал коробки перемены передач, 10 – тяга, 11 – вилка, 12 – рычаг

Нажимной механизм, то есть механизм, который обеспечивает включение сцепления. Основными элементами этого механизма являются пружины. По их расположению сцепления бывают: – с центральной пружиной, – с периферийными пружинами.

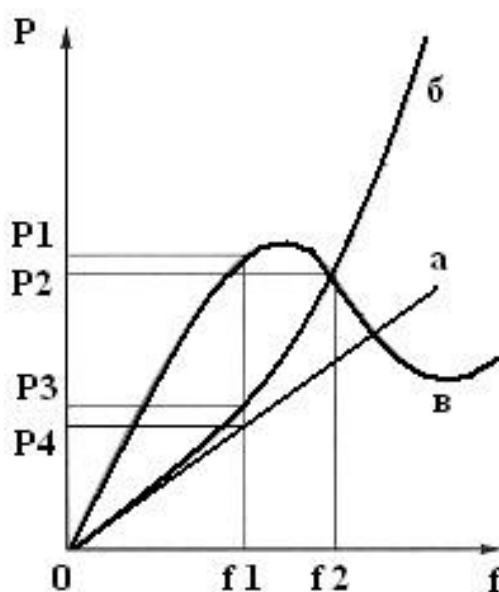
В качестве центральных пружин применяются цилиндрические, конические и диафрагменные пружины, рис. 9.18.



а)

б)

в)



г)

Рисунок 9 18 - Пружины, применяемые в дисковых фрикционных сцеплениях:

а – цилиндрическая пружина, б – коническая пружина; в – диафрагменная пружина; г – зависимость нажимного усилия P пружин от величины их деформации f

Диафрагменные пружины в постоянно включенных сцеплениях нашли самое широкое применение. Одно из преимуществ диафрагменной пружины – поддержание при износе фрикционных накладок неизменного нажимного усилия из-за нелинейной ее характеристики (линия «в» на рис. 3.26г). Сцепления с диафрагменной пружиной имеют более простую конструкцию. Недосток диафрагменной пружины – ограниченность нажимного усилия, а, следовательно, и передаваемого сцеплением крутящего момента.

Диафрагменная пружина, рис. 3.26в, имеет форму усеченного конуса. В большинстве конструкций устанавливается выпуклостью по направлению от двигателя, и чтобы

выключить сцепление необходимо ее центральную часть деформировать по направлению к двигателю, рис. 3.28а. Существуют конструкции, в которых диафрагменная пружина устанавливается наоборот, т.е. выпуклостью по направлению к двигателю, и чтобы выключить сцепление необходимо центральную часть пружины деформировать по направлению от двигателя, рис. 3.28б. Такое расположение пружины позволяет уменьшить осевые габариты сцепления, однако конструкция муфты выключения усложняется.

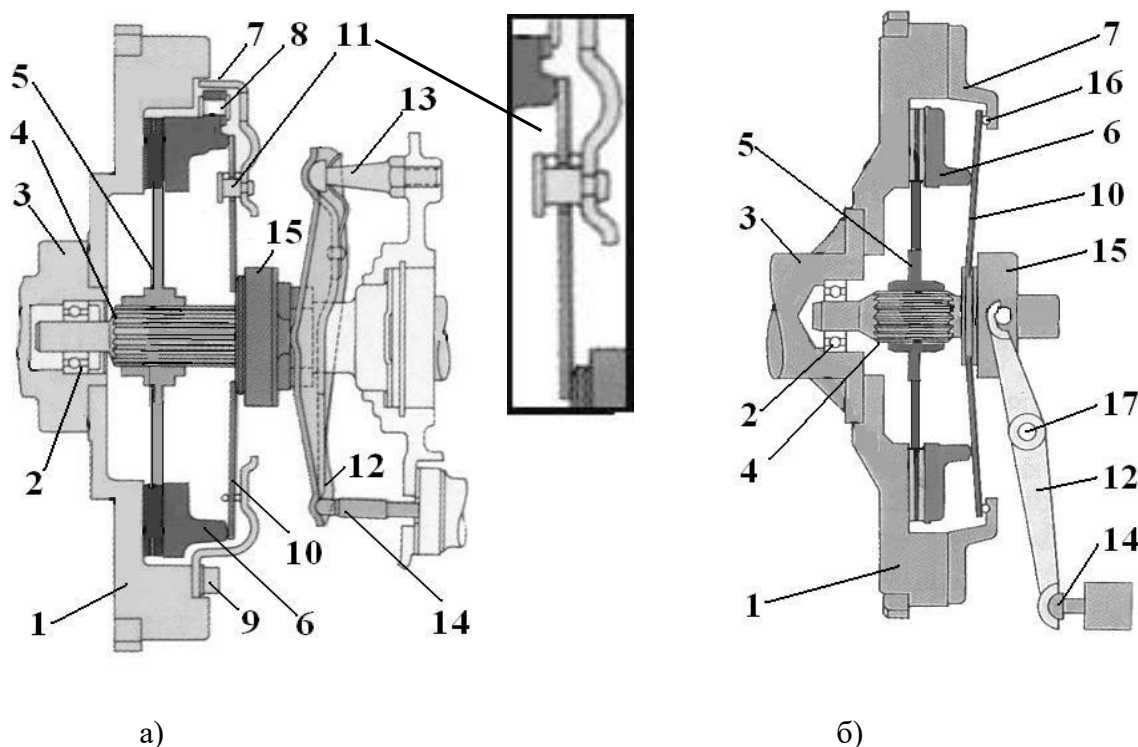


Рисунок 9.19 - Схема однодискового постоянно включенного сцепления с центральной диафрагменной пружиной: а – установленной выпуклостью к кожуху передач, б – установленной выпуклостью к двигателю; 1 – маховик двигателя, 2 – передний подшипник первичного вала коробки передач, 3 – фланец коленчатого вала, 4 – первичный вал коробки передач, 5 – ведомый диск, 6 – нажимной диск, 7 – кожух сцепления, 8 – заклепки крепления упругих соединительных пластин к нажимному диску, 9 – болты крепления кожуха сцепления к маховику, 10 – диафрагменная пружина, 11 – узел крепления диафрагменной пружины к кожуху сцепления, 12 – рычаг привода муфты выключения сцепления, 13 – опорный болт, 14 – шток, 15 – выжимной подшипник.

Лепестки диафрагменной пружины являются также и рычагами выключения, их упругость способствует плавному включению сцепления (сила давления пружины на нажимной диск возрастает постепенно по мере снятия нагрузки с лепестков от муфты выключения).

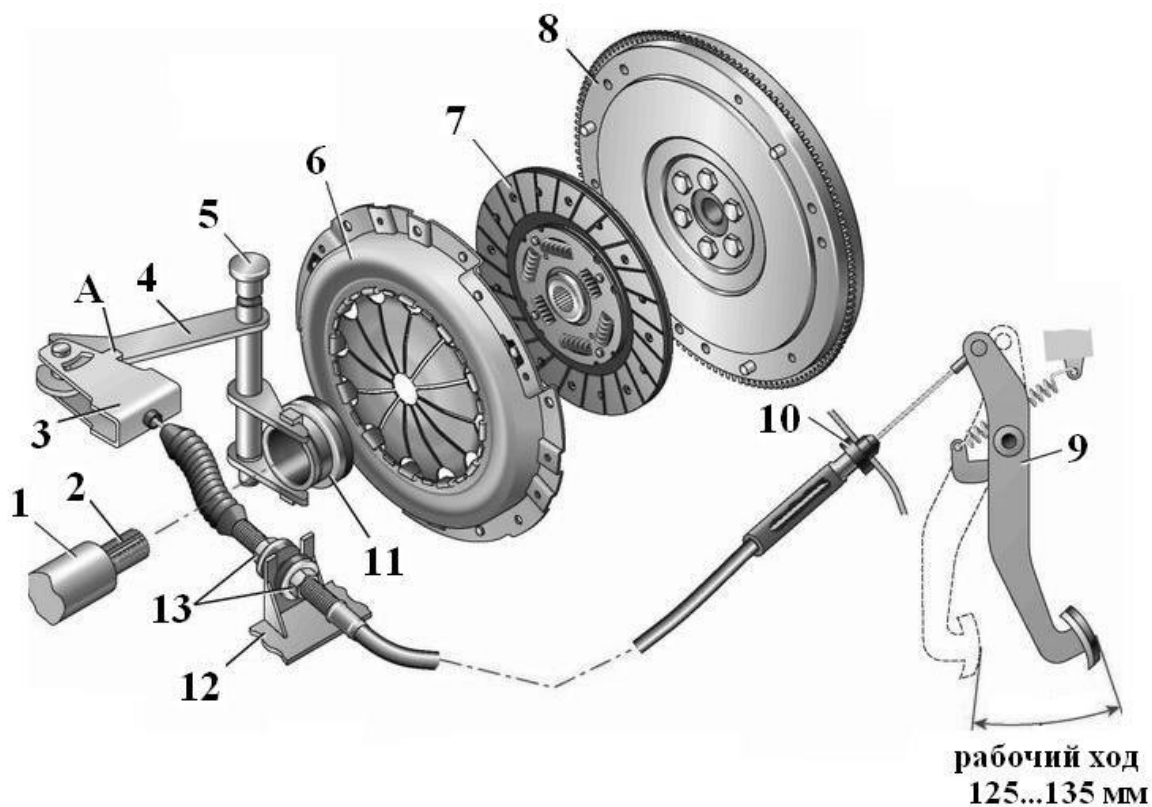


Рисунок 9.20 - Сцепление с приводом автомобиля ВАЗ-2110: 1 – направляющая втулка выжимного подшипника, 2 – первичный вал коробки передач, 3 – поводок троса (А – выступ), 4 – вилка выключения сцепления, 5 – втулка оси вилки, 6 – нажимной диск в сборе (корзина), 7 – ведомый диск, 8 – маховик, 9 – педаль сцепления, 10 – буфер, 11 – муфта выключения сцепления (выжимной подшипник), 12 – кронштейн на картере коробки передач, 13 – регулировочные гайки троса