

Министерство образования и науки Украины

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-
ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Электронный курс лекций
для заочной формы обучения
студентов транспортного факультета

Харьков 2016

Составители: Клименко В.И.
Леонтьев Д.Н.

Кафедра автомобилей

Смысловой модуль 1

**История развития автомобилестроения.
Классификация автомобилей и ДВС.
Общее устройство автомобиля**

- 1.1. Предмет и содержание курса.**
- 1.2. Этапы развития автомобильной промышленности в СНГ.**
- 1.3. Классификация автомобилей.**
- 1.4. Общее устройство автомобиля.**
- 1.5. Классификация автомобильных ДВС.**

1.1. Предмет и содержание курса

Данный лекционный курс предназначен для изучения таких дисциплин как «Автомобили» и «Устройство установок с ДВС» и является первым курсом лекций по изучению автомобиля, трактора и других установок. Данный лекционный курс является основным при изучении других предметов специального цикла, обеспечивающих подготовку высококвалифицированных специалистов по техническому обслуживанию, ремонту и конструированию автомобилей и двигателей. После изучения данного лекционного курса проводится учебная практика, на которой закрепляются полученные знания. Основная задача курса – получение прочных знаний по устройству и работе основных агрегатов, механизмов и систем автомобиля.

**1.2. Этапы развития автомобильной
промышленности в СНГ**

Единственным предприятием, выпускавшим автомобили в России, был Русско-Балтийский вагоностроительный завод (г. Рига). На этом заводе как правило, автомобили собирали из импортных запасных частей. С 1908 по 1915 г. завод выпустил 451 легковых автомобилей и небольшое количество грузовых и

специальных автомобилей. Эвакуированный в Москву во время первой мировой войны, Русско-Балтийский завод прекратил свое существование в 1915 г. Автомобильную промышленность практически пришлось создавать заново. В развитии автомобильной промышленности можно выделить несколько основных этапов.

Первый этап (1924–1930 гг.) характеризовался мелкосерийным производством автомобилей. Первые советские автомобили АМО-15 грузоподъемностью 1,5 т были выпущены в 1924 г. в Москве на заводе АМО (в настоящее время ПО ЗИЛ) в количестве 10 штук. В 1925 г. начал выпуск грузовых автомобилей ЯЗ (Ярославский автомобильный завод).

На втором этапе (1931–1946 гг.) главное внимание уделялось созданию материальной базы для массового производства автомобилей, готовились кадры. В этот период был реконструирован завод в Москве и построен автомобильный завод в г. Горьком. ГАЗ вступил в строй в январе 1932 г. и выпускал грузовые автомобили ГАЗ-АА и ГАЗ-ММ, а также легковые автомобили ГАЗ-А и М-1, а московский завод – грузовые ЗИС-5 и легковые ЗИС-101. Далее в 1943 г. – выпущен легковой автомобиль повышенной проходимости ГАЗ-67Б, а в 1946 г. грузовик ГАЗ-51 и легковой автомобиль М-20 Победа.

На третьем этапе (1947–1958 гг.) были разработаны автомобили новых конструкций. ГАЗ в 1948 г. начал производство ГАЗ-63, Московский завод – ЗИС-150 и ЗИС-110. В 1947 г. началось производство автомобилей Москвич-400.

В связи с вступлением в строй новых заводов: Минского, Павловского, Кутаисского, Кременчугского и Львовского еще больше расширился типаж грузовых и легковых автомобилей, а так же автобусов.

Четвертый этап (1959–1965 гг.) характеризовался увеличением числа выпускаемых автомобилей, повышением их качества, а также специализацией и кооперированием заводов автомобильной промышленности. Появляются новые модели автомобилей: Запорожского автомобильного завода (ЗАЗ), Ульяновского автомобильного завода, Уральского автомобильного завода и др. Происходит специализация заводов Ярославского, Кременчугского, Жодинского (БелАЗ).

Пятый этап (1966–1970 гг.) характерен реконструкцией и техническим перевооружением действующих заводов (ГАЗ, ЗИЛ, АЗЛК, МАЗ, БелАЗ и др.) и строительством новых заводов Ижевского, Волжского.

Шестой этап (1971–1980 гг.). Особенно интенсивно автомобилестроение развивалось в это десятилетие. Построен Камский автомобильный завод. Главным итогом этого периода является создание промышленной основы для дизелизации грузовых автомобилей.

Седьмой этап (с 1981 до 1992 г.) характеризуется дальнейшим развитием автомобильной промышленности, улучшением экономических и экологических показателей двигателей.

С 1992 г. – завод на Украине.

1.3. Классификация автомобилей

Автомобильная промышленность в зависимости от назначения и приспособляемости к дорожным условиям выпускает автомобили различных типов.

По назначению автомобили подразделяют на:

- пассажирские (легковые и автобусы);
- грузовые:

Пассажирские, вмещающие: менее 8 человек называются **легковыми**; более 8 человек называются **автобусами**.

Специальные автомобили выполняют преимущественно не транспортные работы. К ним относятся коммунальные автомобили для очистки и поливки улиц, пожарные, автокраны, автомагазины и др.

Специализированные автомобили перевозят грузы по специфическим качествам или особенностям: сыпучие, жидкие, крупногабаритные» лес, трубы и др.

По приспособленности к дорожным условиям различают автомобили нормальной и повышенной проходимости.

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

Каждая модель автомобиля имеет свое обозначение в зависимости от того, является она базовой или модификацией.

Базовой называется модель автомобиля, на основе которой выпускаются ее модификации. Это основная модель автомобиля, выпускаемая в большом количестве.

Базовой модели автомобиля присваивается четырехзначный цифровой индекс, в котором первые две цифры означают класс, а две последующие - модель автомобиля. При этом перед цифровым индексом ставится буквенное обозначение завода-изготовителя.

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

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

Легковые автомобили разделены на пять классов в зависимости от рабочего объема цилиндров (литража) двигателя (табл. 1.1).

Автобусы разделены также на пять классов в зависимости от их длины (табл. 1.1).

Грузовые автомобили разделены на семь классов в зависимости от их полной массы (табл. 1.1).

Прицепы и полуприцепы маркируются четырехзначным цифровым индексом (табл. 1.2), перед которым ставится буквенное обозначение завода-изготовителя. Две вторые цифры индекса (табл. 1.3) из четырех для прицепов и полуприцепов присваиваются в зависимости от их полной массы, в соответствии с которой прицепы и полуприцепы разделены на пять групп.

Пример обозначения автомобиля: ВАЗ – 21099i

ВАЗ – завод производитель (Волжский автомобильный завод); 2 – класс автомобиля (объем двигателя от 1.3...1.8); 1 – вид автомобиля (легковой); 09 – модель автомобиля (это разница между машинами одного производителя); 9 – модификация автомобиля (внесена какая-то новизна в существующую модель); i – вариант исполнения (может быть как цифра, так и буква, в данном примере модификация автомобиля имеет инжекторный двигатель)

Таблица 1.1 - Система обозначений подвижного состава автомобильного транспорта (первые 2 цифры)

Подвижной состав	Индекс						
	При рабочем объеме, л:						
Легковые автомобили	До 1.2	1.3...1.8		1.9...3.5		Свыше 3.5	
	11	21		31		41	
Автобусы	При габаритной длине, м:						
	До 5	6...7.5	8...9.5	10.5...12	Свыше 16.5		
	22	32	42	52	62		
Грузовые автомобили	При полной массе, т:						
	До 1.2	1.3...2	2.1...8	8.1...14	14.1...20	20.1...40	Св.40
С бортовой платформой	13	23	33	43	53	63	73
Седельные тягачи	14	24	34	44	54	64	74
Самосвалы	15	25	35	45	55	65	75
Цистерны	16	26	36	46	56	66	76
Фургоны	17	27	37	47	57	67	77
Специальные	19	29	39	49	59	69	79

Таблица 1.2 - Система обозначений прицепного состава автомобильного транспорта (первые 2 цифры)

Типы прицепов и полуприцепов	Индекс		Типы прицепов и полуприцепов	Индекс	
	Для прицепов	Для полуприцепов (роспусков)		Для прицепов	Для полуприцепов и роспусков
легковые	81	91	Самосвальные	85	95
Автобусные	82	92	Цистерны	86	96
Грузовые (бортовые)	83	93	Фургоны	87	97
			Специальные	89	99

Таблица 1.3 - Система обозначений прицепного состава автомобильного транспорта (последние 2 цифры)

Группа	Индекс	Полная масса, т	
		Прицепы и полуприцепы	Роспуски
1	01...24	До 4	До 6
2	25...49	4...10	6...10
3	50...69	10...16	10...16
4	70...84	16...24	16...24
5	85...99	Свыше 24	Свыше 24

1.4. Общее устройство автомобиля

Автомобиль состоит из отдельных деталей, узлов, механизмов, агрегатов и систем.

Деталь – неразъемная часть механизма или узла.

Узел – соединение нескольких деталей.

Механизм – устройство, предназначенное для преобразования движения и скорости.

Агрегат – соединение нескольких устройств в одно целое изделие.

Система – совокупность отдельных частей, связанных общей функцией (например, системы питания, охлаждения и т.д.).

Автомобиль состоит из трех основных частей: двигателя, шасси и кузова.

Двигатель – энергосиловая машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу.

Шасси соединяет трансмиссию, ходовую часть и механизмы управления.

Трансмиссия передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам автомобиля и изменяет величину и направление этого момента. В трансмиссию входят следующие механизмы: сцепление, коробка передач, карданная передача, главная передача, дифференциал и полуоси.

Ходовая часть состоит из рамы, на которую установлен кузов и все механизмы автомобиля, подвески, мосты автомобиля, а также колеса.

В системы управления входят: рулевое управление и тормозная система. Кузов, устанавливаемый на раме, предназначен для размещения водителя и пассажиров в легковом автомобиле и груза в грузовом (в грузовом автомобиле кабина отделена от кузова).

1.5. Классификация автомобильных ДВС

На большинстве современных автомобилей установлены поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС)

ДВС классифицируют по следующим признакам:

- 1) назначению – транспортные и стационарные;
- 2) способу осуществления рабочего цикла – четырехтактные и двухтактные;
- 3) способу смесеобразования – с внешним смесеобразованием – карбюраторные и газовые и с внутренним смесеобразованием – дизели;

4) способу воспламенения рабочей смеси – с принудительным воспламенением от электрической искры (карбюраторные, газовые и др.); с воспламенением от сжатия (самовоспламенение) – дизели;

5) виду применяемого топлива – работающие на бензине; дизели, работающие на тяжелом топливе; ДВС, работающие на газе;

6) числу цилиндров;

7) расположению цилиндров – однорядные: с вертикальным расположением цилиндров, с наклоном оси цилиндров от вертикали; 2-х рядные: *V* – образные с разными углами развала, оппозитные;

8) способу наполнения цилиндров свежим зарядом – двигатели без наддува, с наддувом;

9) по виду охлаждения – с жидкостным или воздушным охлаждением.

Для маркировки двигателей приняты следующие обозначения:

Ч – четырехтактный; *Д* – двухтактный; *Р* – реверсивный; *С* – судовой с реверсивной муфтой; *П* – с редукторной передачей; *К* – крейцкопфный; *Н* – с наддувом.

Цифры обозначают: первая – число цилиндров; число перед чертой – диаметр цилиндра в см; число за чертой ход поршня в см; последняя цифра – модернизацию.

Пример: дизель 8ЧН 12/14 – восьмицилиндровый, четырехтактный, нереверсивный, с наддувом, диаметр цилиндра 140 мм, ход поршня 140 мм.

Смысловой модуль 2

Общее устройство ДВС. Принцип действия поршневых ДВС, газотурбинных, реактивных

2.1. Устройство и основные понятия ДВС.

2.2. Принцип действия поршневых ДВС.

2.3. Принцип действия ГТД и реактивных двигателей.

2.1. Устройство и основные понятия ДВС

ДВС принадлежат к наиболее распространенному типу тепловых двигателей, т.е. таких, в которых теплота, выделившаяся при сгорании рабочего тела преобразуется в механическую

энергию. Тепловые двигатели могут быть разделены на две основные группы:

– двигатели с внешнем подводом теплоты ДВПТ(внешнего сгорания :паровые, Стирлинга и др.)

– двигатели внутреннего сгорания ДВС(поршневые, комбинированные, газовые турбины реактивные)

Принципиальная схема ДВС состоит из следующих деталей: картер 1, цилиндр 2, выпускной 3 и впускной 4 клапаны, крышка (головка цилиндров) 5, поршень 6, шатун 7, коленчатый вал 8 (рис. 2.1).

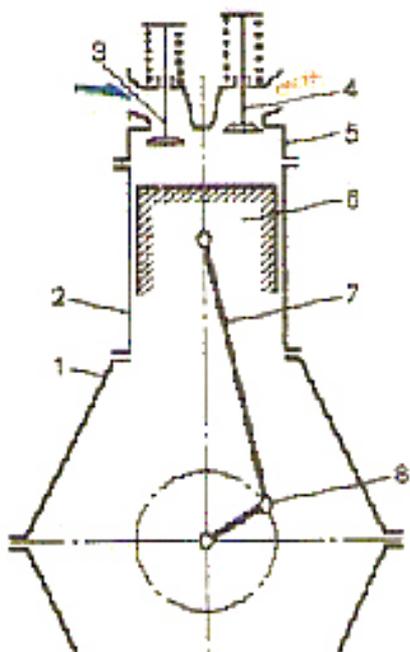


Рис. 2.1 – Принципиальная схема поршневого ДВС

Основой корпуса двигателя служит картер 9 в нем размещается коленчатого вала 7. К нему крепится цилиндр 1, и другие детали.

Назначение основных деталей ДВС.

Картер – изготавливают литьем и усиливают ребрами жесткости. Он состоит из двух частей. Нижняя часть картера выполняется литой или ее изготавливается в виде штампованного поддона 8.

В *цилиндре* 1 размещается поршень 5, который имеет форму стакана, с повернутым в сторону головки цилиндров днищем. Во внутренней полости цилиндра возвратно-

поступательно движется поршень. Уплотняется поршень – поршневыми кольцами.

Объем между головкой 5 и поршнем 6 в ВМТ образует *камеру сгорания*. Перемещение поршня в цилиндре передается на вал 7 с помощью прикрепленного *шатуна* 6, который имеет форму профильного стержня с двумя головками.

Головка шатуна, которая объединяет стержень шатуна с шейкой вала, называется нижней.

Головка шатуна, которая обеспечивает шарнирное соединение шатуна с поршнем через поршневой палец – называется верхней.

Расстояние L между осями верхней и нижней головок составляет длину шатуна.

Размер (колена) кривошипа *коленчатого вала* обозначается радиусом R .

В ДВС с разъемным картером коленчатого вала размещается в опорных подшипниках (вкладышах).

Для выведения механизма из мертвых точек на фланец коленчатого вала устанавливают *маховик*, изготовленный в виде литого (или штампованного) диска с массивным ободом.

2.2. Принцип действия поршневых ДВС

Работа ДВС основывается на использовании силы давления газов на поршень δ , при их расширении в процессе сгорания в цилиндре. Смесь паров топлива и воздуха, поступающего в цилиндр 2 через клапаны 3, в определенный момент поджигается электрической искрой. При сгорании рабочее тело расширяется и давит на стенки КС и поршень δ . Поршень перемещается и передает усилие на кривошип коленчатого вала δ .

Таким образом, в цилиндре двигателя происходят **четыре** основных **процесса: впуск, сжатие**, (рабочий ход сгорание смеси и **расширение** продуктов сгорания, вследствие чего выделившаяся тепловая энергия частично преобразуется в механическую работу), и **выпуск**.

Через клапаны осуществляется впуск рабочего тела и выпуск отработавших газов.

Совокупность процессов (тактов) повторяющихся в цилиндрах называют рабочим циклом.

Работа двигателя зависит от следующих конструктивных параметров:

Верхняя мертвая точка (ВМТ) – крайнее верхнее положение поршня.

Нижняя мертвая точка (НМТ) – крайнее нижнее положение поршня.

Радиус кривошипа (R) – расстояние от оси коренной шейки коленчатого вала до оси шатунной шейки.

Ход поршня (S) – расстояние между крайними положениями поршня равный удвоенный радиус кривошипа коленчатого вала.

Такт – часть рабочего цикла, происходящего за один ход поршня.

Рабочий объем цилиндра (V_h) – объем пространства, освобождаемый поршнем при перемещении его в ВМТ. к НМТ.

Объем камеры сгорания (V_c) – объем пространства над поршнем при его положении от ВМТ.

Полный объем цилиндра (V_a) – объем пространства над поршнем при нахождении его в НМТ.

Очевидно, что полный объем это сумма

$$V_a = V_h + V_c$$

Литраж двигателя $V_{л}$ (л) в многоцилиндровых двигателях это сумма рабочих объемов цилиндров или

$$V_{л} = V_h \cdot i = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4} \cdot i \quad (1)$$

где i – количество цилиндров (обычно пишется на багажнике легковых автомобилей).

Степень сжатия ε – отношение полного объема V_a цилиндра к объему V_c камеры сгорания

$$\varepsilon = V_a / V_c = (V_h + V_c) / V_c = V_h / V_c + 1$$

Степень сжатия показывает, во сколько раз уменьшается полный объем цилиндра двигателя при перемещении поршня из НМТ в ВМТ. Степень сжатия величина безразмерная.

Для бензиновых ДВС $\varepsilon = 6,5 - 10$

дизеля $\varepsilon = 14 - 21$

С возрастанием степени сжатия ε возрастает мощность двигателя.

Ход поршня S и диаметр цилиндра D определяют размеры двигателя.

Если отношение $S/D \leq 1$, то двигатель называют короткоходным.

Если $S/D > 1$ – то ДВС называется длинноходными

2.3. Принцип действия ГТД, реактивных двигателей и комбинированных

Сжигание топлива в газотурбинном двигателе (ГТД) происходит непосредственно в камере сгорания 10. Топливо в нее подается топливным насосом через форсунку. Воздух, необходимый для горения нагнетается компрессором 13, установленным на одном валу с рабочим колесом газовой турбины 12. Продукты сгорания через направляющий аппарат 11 под большим давлением поступают на рабочее колесо турбины 12, и вращают его (рис. 2.2).

Газовая турбина работает с высокой частотой вращения, однако, она уступает поршневым ДВС по экономичности.

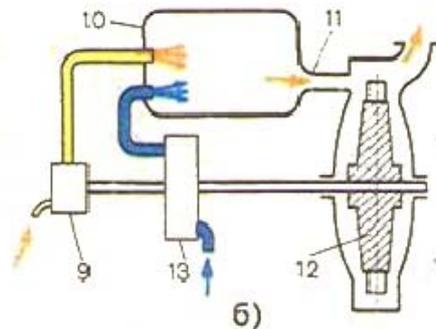


Рис. 2.2 – Газотурбинный двигатель
9 – топливный насос; 10 – камера сгорания;
11 – направляющий аппарат; 12 – газовая турбина; 13 – компрессор.

В реактивных ДВС (рис. 2.3), жидкое топливо и окислитель, находящиеся в баках 14 и 15, тем или иным способом (например, при помощи насосов 3) попадают в КС 10. Продукты сгорания расширяются. Под большим давлением вытекают из сопла 17. Истечение газов из сопла является причиной возникновения реактивной тяги двигателя.

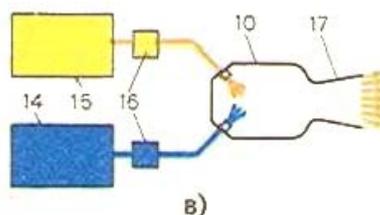


Рис. 2.3 – Жидкостно-реактивный двигатель
14,15 – топливные баки; 16 – насосы; 17 – сопло; 10 – камера сгорания.

Комбинированными двигателями называются такие, которые состоят из поршневой части и несколько компрессорных и расширительных машин, а также из устройств для подвода и отвода теплоты объединенных между собой общим рабочим телом.

Например: Поршневой ДВС + ГТД.

Смысловой модуль 3

Способы приготовления воздушно-топливной смеси и регулирование ее состава. Рабочий цикл четырехтактного и двухтактного ДВС

3.1. Способы приготовления топливоздушной смеси и регулирование ее состава.

3.2. Рабочий цикл четырехтактного двигателя.

3.3. Рабочий цикл двухтактного двигателя.

3.4. Индикаторные и эффективные показатели.

3.1. Способы приготовления топливоздушной смеси и регулирование ее состава

ДВС работают в широком скоростном и нагрузочном режимах в зависимости от его назначения. Частота вращения коленчатого вала n в ДВС может изменяться в широком диапазоне (мин^{-1});

$n_{\text{max}} = 800$ – судовые дизели;

5000 – автомобильные дизели;

2000 – тракторные дизели;

4000 – грузовые бензиновые;

7000 – легковые бензиновые;

Один цикл приходится 0,15 – 0,02 с, двухтактный в два раза меньше.

За это время успевает происходить впуск, сжатие, испарение, смешение, сгорание и выпуск ОГ. Процессы неоднородны в различных типах ДВС (в бензиновых и дизельных).

В ДВС с *искровым* зажиганием процесс смесеобразования начинается заблаговременно. Качество смесеобразования зависит от

скорости прохождения воздуха через карбюратор. Процесс сгорания происходит только в *газовой фазе*. Воздух при впуске подогревается. Смесеобразование в таком двигателе называется *внешним*.

В *газовых* двигателях процесс смешения топлива и воздуха происходит еще проще. Газ, выходя из испарителя (подогревателя) превращается в газообразованное состояние, смешивается с воздухом и превращается в однородную (гомогенную) рабочую смесь. Смесеобразование – *внешнее*.

Рациональное (стехиометрическое) соотношение воздуха и газа в газовых ДВС составляет 1:9, а у бензиновых и дизельных равно 1:15. При таких соотношениях состава смеси процесс сгорания в ДВС очень эффективный и экономичный.

В дизеле смесь образуется в более короткое время (20–30 раз меньше, чем в бензиновых. Топливо впрыскивается за 20–28⁰ до ВМТ. Высокое давление впрыска обеспечивает мелкодисперсную среду, которая быстро переходит в парообразное состояние.

Одной из особенностей воспламенения в двигателях с внешним смесеобразованием является предел возможного обеднения смеси. При увеличении нагрузки смесь приходится обогащать, т.е. подавать дополнительное количество топлива, и такое регулирование называется *количественным*.

В ДВС с внутренним смесеобразованием в цилиндре образуется неоднородная смесь. В начале выгорают наиболее подготовленные зоны, а затем при помощи диффузии другие. Такое регулирование смеси называются *качественным*.

Регулирование смеси может быть *комбинированным* (например в газодизелях). Часть дизельного топлива подается через форсунку, а часть газа через диффузор – смеситель.

3.2. Рабочий цикл четырехтактного двигателя

Рабочим циклом ДВС называют совокупность процессов, происходящих в двигателе, которые в определенной последовательности повторяются в каждом цилиндре в результате чего ДВС непрерывно работает.

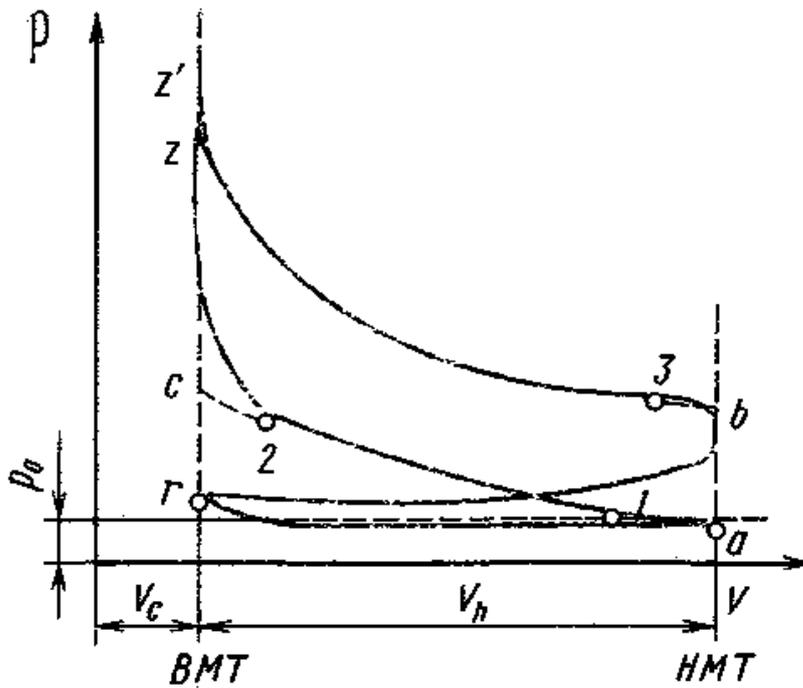


Рис. 3.1 – Индикаторная диаграмма 4-х тактного ДВС

Таблица 3.1 – Значение параметров рабочего тела при различных тактах цикла

Угол поворота коленвала	Наименование такта	Движение поршня	КБД		Дизель	
			P , МПа	T , °С	P , МПа	T , °С
0–180	впуск	Вниз $r-a$	0,07–0,095	80–130	0,08–0,09	50–80
180–360	сжатие	Вверх $a-c$	1,0–1,5	300–400	4–5	450–650
360–540	рабочий ход	Вниз $c-z-b$	4–5,5	2200–2500	8–12	1600–2000
540–570	выпуск	Вверх $b-r$	0,1–0,12	700–900	0,1–0,12	600–700

3.3. Рабочий цикл двухтактного двигателя

Из рассмотрения четырехтактного двигателя следует, что четырехтактный двигатель только половину времени, затраченного на цикл, работает как тепловой двигатель (такты сжатия и расширения). Вторую половину времени (такты впуска и выпуска) двигатель работает как насос.

Более полно время, отводимое на рабочий цикл, используется в двухтактных двигателях, в которых рабочий цикл совершается за два такта (за один оборот коленчатого вала). В отличие от четырехтактных двигателей в двухтактных очистка рабочего цилиндра от продуктов сгорания и наполнение его свежим зарядом, т.е. процессы газообмена, происходят только при движении поршня вблизи НМТ. При этом очистка цилиндра от выпускных газов осуществляется путем вытеснения их не поршнем, а предварительно сжатым до определенного давления воздухом или горючей смесью. Предварительное сжатие воздуха или смеси производится в специальном продувочном насосе или компрессоре, выполненном в виде отдельного агрегата. В небольших двигателях в качестве продувочного насоса иногда используют внутреннюю полость картера (кривошипная камера) и поршень двигателя.

В процессе газообмена в двухтактных двигателях некоторая часть воздуха или горючей смеси неизбежно удаляется из цилиндра вместе с выпускными газами через выпускные органы. Эта утечка воздуха или горючей смеси учитывается при выборе подачи продувочного насоса или компрессора.

На рис. 3.2 показана схема работы двухтактного двигателя с внутренним смесеобразованием и прямоточной клапанно-щелевой схемой газообмена. Основными особенностями устройства двигателя этого типа являются:

- впускные окна 8, расположенные в нижней части цилиндра, высота которых составляет около 10...20 % хода поршня; открытие и закрытие впускных окон производится поршнем при его движении в цилиндре;

- выпускные клапаны 4, размещенные в крышке цилиндра, с приводом от распределительного вала, частота вращения которого обеспечивает открытие клапанов один раз за один оборот коленчатого вала;

- продувочный насос 2, нагнетающий воздух под давлением в ресивер 7 для очистки цилиндра от продуктов сгорания и наполнения свежим зарядом.

Рабочий цикл в двигателе осуществляется следующим образом.

Первый такт соответствует ходу поршня от ВМТ к НМТ (рис. 3.3). В цилиндре только что произошло сгорание (линия *cz*) и

начался процесс расширения газов, т.е. осуществляется рабочий ход. Несколько раньше момента подхода поршня к впускным окнам открываются выпускные клапаны 4 в крышке цилиндра, и продукты сгорания начинают вытекать из цилиндра в выпускной патрубок; при этом давление в цилиндре резко падает (линия zn). Впускные окна 8 открываются поршнем, когда давление в цилиндре становится примерно равным давлению предварительно сжатого воздуха в ресивере или немного выше его. Воздух, поступая в цилиндр через впускные окна, вытесняет через выпускные клапаны оставшиеся в цилиндре продукты сгорания и заполняет цилиндр (продувка), т.е. осуществляется газообмен (участок na на индикаторной диаграмме).

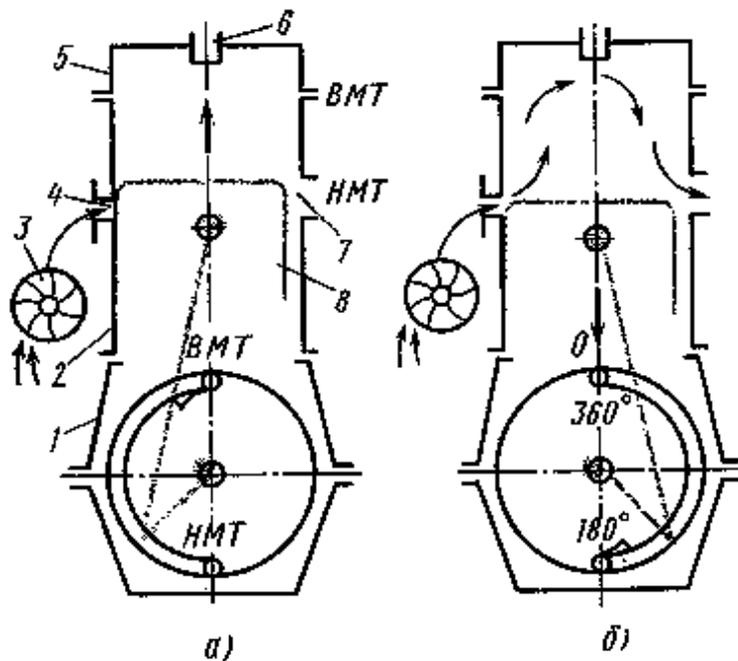


Рис. 3.2 – Двухтактный ДВС

1 – картер; 2 – цилиндр; 3 – насос; 4,7 – поддувные окна;
5 – головка; 6 – свеча зажигания; 8 – поршень.

Таким образом, в течение первого такта в цилиндре происходит сгорание топлива, расширение газов, выпуск газов, продувка и наполнение цилиндра.

Второй такт соответствует ходу поршня от НМТ к ВМТ (рис. 3.3). В начале хода поршня продолжают процессы удаления выпускных газов, продувки и наполнения цилиндра свежим зарядом. Конец продувки цилиндра (линия ak) определяется моментом закрытия впускных окон и выпускных клапанов.

Последние закрываются или одновременно с впускными окнами, или несколько ранее. Давление в цилиндре к концу газообмена в двухтактных двигателях несколько выше атмосферного и зависит от давления воздуха в ресивере. С момента окончания газообмена и полного перекрытия поршнем впускных окон начинается процесс сжатия воздуха. Когда поршень не доходит на $10...30^\circ$ по углу поворота коленчатого вала до ВМТ (точка c'), в цилиндр через форсунку начинает подаваться топливо.

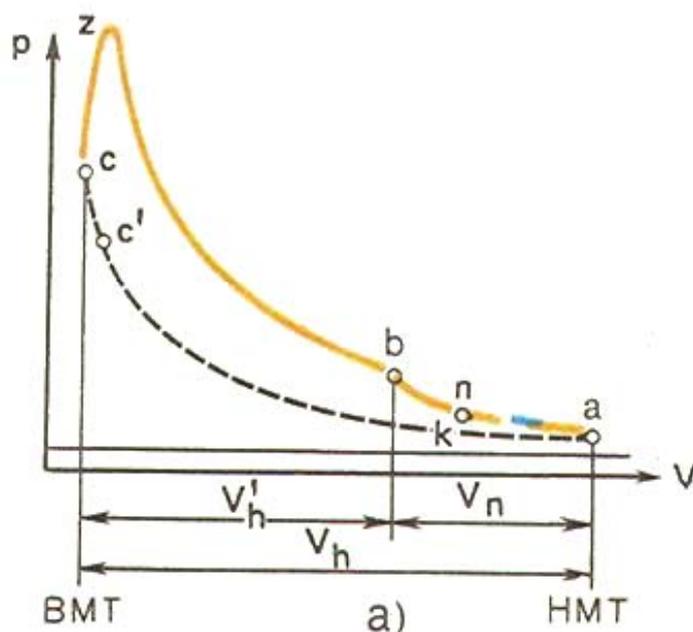


Рис. 3.3 – Индикаторная диаграмма 2-х тактного ДВС

Следовательно, в течение второго такта в цилиндре происходит окончание выпуска, продувка и наполнение цилиндра в начале хода поршня и сжатие при его дальнейшем ходе.

Кроме рассмотренной выше прямооточности клапанно-щелевой схемы (рис. 3.4, а) газообмена в двухтактных двигателях применяют и другие схемы.

Петлевая схема газообмена (рис. 3.4, б) значительно упрощает конструкцию двигателя по сравнению с клапанно-щелевой, но при этом ухудшается качество газообмена и возникают потери воздуха или смеси при наполнении. Петлевая схема газообмена отличается большим разнообразием конструктивного выполнения и применяется в двигателях различного назначения (от маломощных для

мопедов и до крупных мощностью в несколько десятков тысяч киловатт для судов).

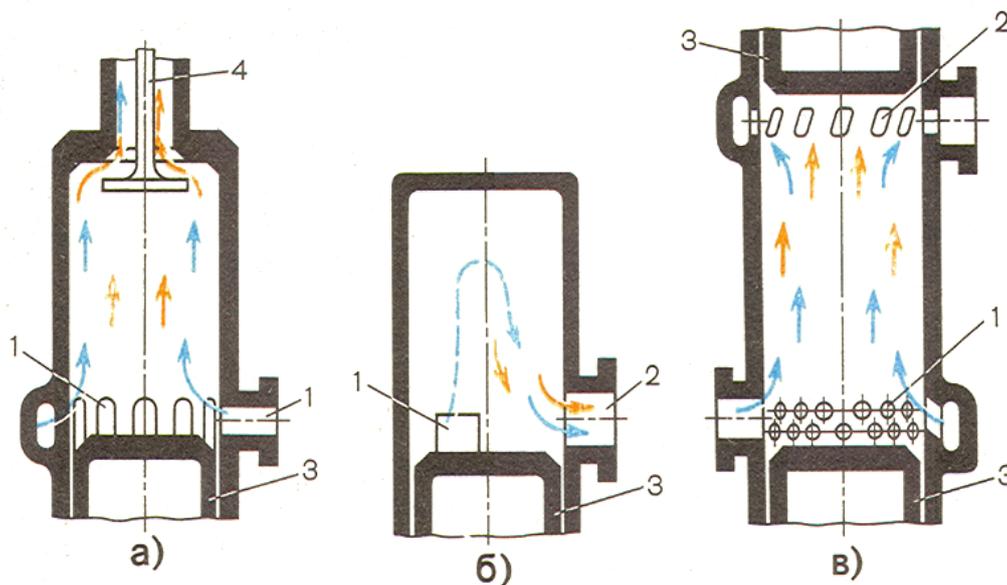


Рис. 3.4 – Схемы газообмена в двухтактных двигателях.
 а – прямая клапанно-щелевая; б – петлевая;
 в – прямоточная с противоположно движущимися поршнями.
 1 – впускное окно; 2 – выпускное окно; 3 – поршень;
 4 – выпускной клапан.

Прямоточная схема газообмена с противоположно движущимися поршнями (рис. 3.4, в), в которой один поршень управляет впускными окнами, а другой – выпускными, обеспечивает высокое качество газообмена.

3.4. Индикаторные и эффективные показатели

Мощность, которую развивают газы в цилиндре двигателя, называется *индикаторной мощностью* N_i . Она характеризует работу, которую совершают газы в цилиндре двигателя за один цикл, и является параметром оценки совершенства цикла. Площадь, ограниченная кривой приведенная на рис 3.1, эквивалентна индикаторной работе L_i .

Средним индикаторным давлением называется величина P_i представляющая собой такое условно постоянно действующее избыточное давление, при котором, работа газов, совершаемая за 1 ход поршня, равна *индикаторной работе* за 1 цикл, кДж.

$$L_i = P_i \cdot V_h,$$

Зная индикаторную работу можно определить *индикаторную мощность* кВт.

$$N_i = P_i \cdot V_h \cdot i \cdot n/30 \cdot \tau,$$

где i – количество цилиндров;

n – частота вращения вала двигателя;

τ – тактность двигателя.

Индикаторный расход топлива (г/кВт ч).

$$g_i = G_T \cdot 1000/N_i,$$

где G_T – часовой расход топлива (кг/ч).

Степень использования топлива в рабочем цикле, т.е. экономичность двигателя, оценивается индикаторным КПД η_i , который представляет собой отношение теплоты, эквивалентной индикаторной работе, ко всей теплоте, выделяемой с топливом, при его полном сгорании.

$$\eta_i = L_i/22,4 \cdot H_u$$

Мощность двигателя N_e , снимаемая с коленчатого вала называется *эффективной*, кВт.

$$N_e = N_i - N_m,$$

где N_m – мощность механических потерь, которая включает в себя затраты на трение, газообмен и привод вспомогательных механизмов.

Таблица 5.2 – Техничко-экономические показатели ДВС

Двигатели	η_{ib}	η_e	g_i , г/кВтч	g_e , г/кВтч
КБД	0,28–0,39	0,25–0,33	245–300	250–325
Дизели	0,42–0,48	0,35–0,4	175–205	200–238
Газовые	0,28–0,33	0,23–0,28	–	–

Эффективный КПД

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$$

где η_m – механический КПД.

Удельный эффективный расход топлива g_e оценивает количество топлива затрачиваемого на единицу мощности г/кВт ч.

$$g_e = G_T \cdot 1000/N_e,$$

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
- 4 Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Контрольные вопросы

- 1.

Блок смысловых модулей (раздел) 2

Смысловой модуль (тема 4)

Увеличение мощности ДВС. Повышение экономичности и снижение токсичности поршневых ДВС

- 4.1. Наддув двигателей.
- 4.2. Компрессоры.(нагнетатели)
- 4.3. Газодинамический наддув
- 4.4. Турбокомпрессоры.
- 4.5. Охладители воздуха.
- 4.6. Нейтрализация выпускных газов.

4.1. Наддув двигателей

Увеличение мощности ДВС можно осуществить разными способами:

1.

- Увеличение частоты вращения ДВС n
- | | | |
|---|---|--|
| - | { | дизеля – 4000 – 4500 мин ⁻¹ Дальнейшее увеличение не целесообразно. |
| | | КБД – 5000 – 7000 мин ⁻¹ из-за условий долговечности |

2.

- Повышение степени сжатия ϵ
- | | | |
|---|---|----------------|
| - | { | дизеля 14 – 22 |
| | | КБД 10 – 12 |

3. Более современным способом смесеобразования в камере сгорания (КС) двигателя.

4. Применением наддува обычно широко наддув применяется как в дизелях так и в двигателях, оборудованных впрыском бензина. (форсировка по P_e).

5. Снижением механических потерь N_m .

Наддув ДВС – это процесс, обеспечивающий увеличение весового наполнения цилиндров воздухом, в том числе и при помощи компрессора

По величине создаваемого давления наддув делится на :

- низкий $P_{изб.}$ до 0.15 МПа;
- средний $P_{изб.}$ до 0.2 МПа;
- высокий $P_{изб.}$ свыше 0.2 МПа.

По методу используемому для повышения давления различают:

- наддув с помощью нагнетателей;
- наддув с помощью использования волновых явлений (газо-динамический наддув);

По типу привода:

- с механическим приводом;
- газотурбинный наддув;
- комбинированный наддув;

4.2. Компрессоры (нагнетатели)

Компрессоры – служат для сжатия воздуха до определенного давления потребителя.

Объемные компрессоры – в которых сжатие происходит при уменьшении замкнутого объема.

4.2.1. *Роторно-шестеренчатые компрессоры* (типа Рутс), характеризуются сравнительной простой конструкции, большим сроком службы, уравновешенностью ротора, высокой частотой подачи воздуха и благоприятной зависимостью изменения давления за компрессором от частоты вращения роторов (для переменных режимов ДВС). Схема такого компрессора приведена на рис. 4.1

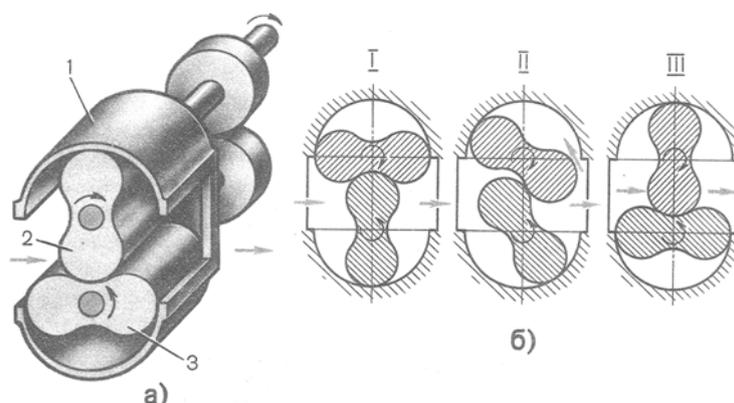


Рис. 4.1. – Роторно-шестеренчатый компрессор:
а – роторно-шестеренчатого компрессор в сборе;
1 – неподвижный корпус; 2 и 3 – роторы; 4 – шестерни привода;
I, II и III – положения роторов при повороте

С винтовым ротором (типа Лисхольм) характеризуется

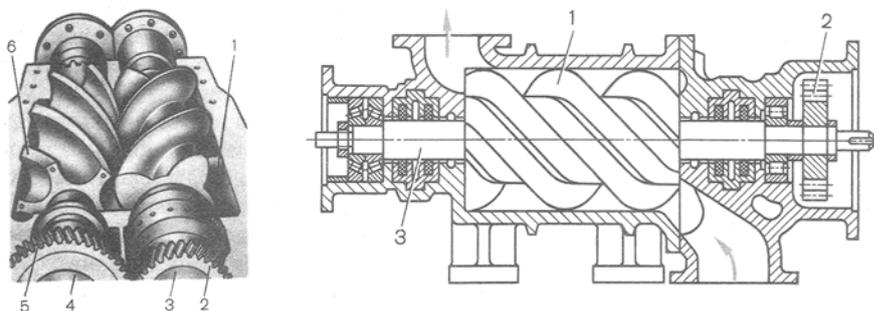


Рис. 4.2. – Винтовой ротор:
1 – ведущий ротор; 2 и 5 – синхронизирующие
зубчатые колеса; 3 и 4 – валы; 6 – ведомы ротор;

4.2.2. Отличаются высокой степенью повышения давления (до 7), высокой быстроходностью (12000 мин^{-1}), высокой надежностью и уравновешенностью. Сложность формы ротора, их массивность, охлаждение корпуса, шум, высокая частота, пульсации давления, все это затрудняет их эксплуатацию на автотракторных ДВС.

4.2.3. *Поршневой компрессор* характеризуется высоким КПД, надежностью, плавным изменением давления. Сложность и высокая стоимость, неуравновешенность, большая масса, значительный расход масла.

4.2.4. *Роторно-пластинчатые компрессоры* – аналогичны масляным насосам.

4.2.5. *Центробежные компрессоры* основаны на принципе взаимодействия высокоскоростного потока газа с лопатками рабочего колеса и лопатками неподвижных элементов машины. Схема центробежных компрессоров приведена на рис. 4.3.

В следствии переменного сечения диффузора скорость потока падает, а давление растет.

Степень повышения давления ограничивают до 3,5-4,0. Окружные скорости колеса достигают 450 м/с, частота вращения (5000 до 20000 мин^{-1}).

4.2.6. *Осевые компрессоры*. Имеют больший КПД, чем центробежные, т. к. нет изменения направления потока. Имеют неустойчивую работу в проточной части, характеризующуюся изменением скорости и направления потока воздуха – такое явление называется *помпажем*.

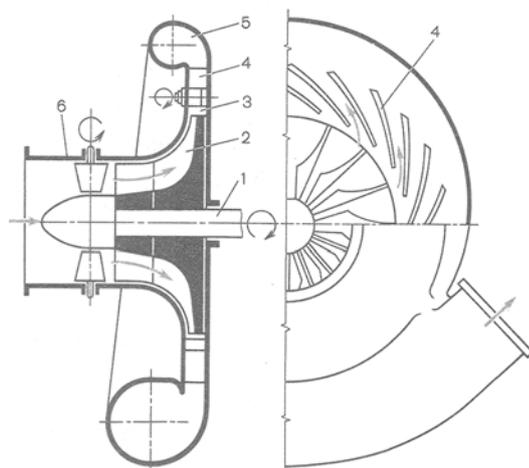


Рис. 4.3. – Принципиальная схема одноступенчатого центробежного компрессора: 1 – гладкий вал; 2 – рабочее колесо; 3 – диффузор; 4 – лопатки; 5 – воздухосборник; 6 – входное устройство

4.3. Газодинамический наддув.

Газодинамический наддув характеризуется тем, что позволяет увеличивать весовое наполнение цилиндров без нагнетателей, путем использования скоростного напора потока (инерционный наддув), подсасывающего действия потока (эжекции), явлений, связанных с колебательным его движением в трубопроводе, др. явлений.

4.4. Турбокомпрессоры.

4.4.1. *Турбокомпрессором* – называется агрегат, состоящий из компрессора и газовой турбины, рабочие колеса которых сидят на одном валу. Принцип работы основан на использовании энергии колеса турбины.

Схемы турбокомпрессоров: приведены на рис. 4.4.

I. Схема с опорами расположенными по концам ротора ТКР:

Недостатки схемы ТКР: – увеличенная длина агрегата;

– сложность входного устройства.

II. Двухконсольная схема – с опорами, расположенными между дисками компрессора и турбины.

Достоинства:

– минимальные габариты и масса.

Недостатки:

- невозможность осмотра подшипников без снятия ротора;
- усиленное охлаждение подшипников.

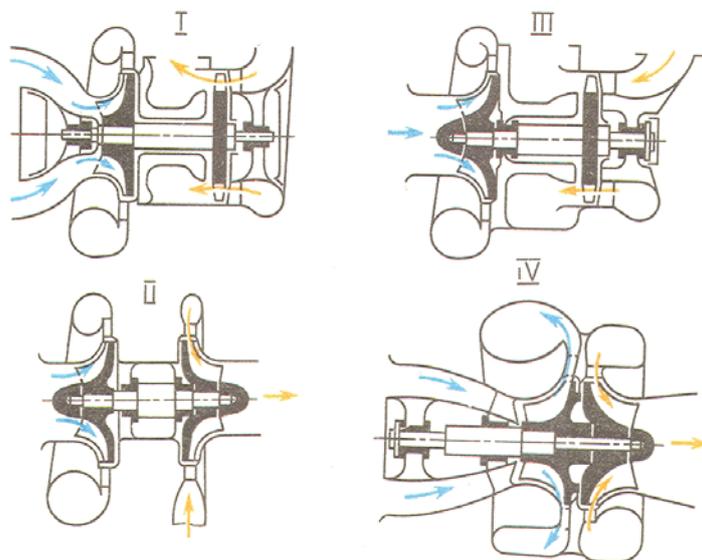


Рис. 19.4. – Конструктивные схемы турбокомпрессоров комбинированных двигателей:

III. Схема, колесо компрессора расположено консольно, а опоры ротора находятся по обеим сторонам диска турбины.

Достоинства схемы:

- минимальные потери на входе;
- общая компактность.

Недостатки:

- доступ к подшипнику.

IV. Схема, обеспечивается минимальная температура подшипников, при небольших габаритах агрегата.

Достоинства схемы:

- минимальные T подшипников;
- минимальные размеры.

Недостатки:

- моноротор нагревает впускной воздух

Пример обозначения ТКР – 7

ТК – турбокомпрессор;

$$\pi = 1.6 - 2.5$$

Р – радиальной турбиной;

7 – диаметр колеса компрессора в см.

ТКР – 7 устанавливаются на ДВС для грузовых автомобилей (КамАЗ, КАЗ, ЗИЛ, ГАЗ).

4.4.2. *Комплекс (волновой обменник давления). Схема обменника давления.*

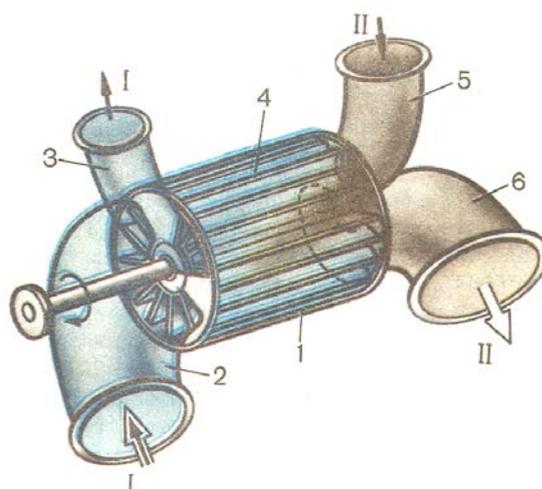


Рис. 4.5. **Схема волнового обменника давления:**
1 – корпус; 2 и 3 – соответственно впускной и выпускной воздушные фильтры; 4 – ротор; 5 и 6 – впускной и выпускной газовые трубопроводы; I – воздух; II – газ

Принципы действия которого заключаются в следующем:

При вращении ротора, в котором находится атмосферный воздух, выпускные газы попадают прямо в трапециевидный канал ротора. Газ со звуковой скоростью сжимает воздух. Длину канала и частоту вращения ротора подбирают таким образом, что бы к концу процесса сжатия воздуха канал достиг выпускного окна.

Внезапное перекрытие газового потока у правой кромки ячейки ротора вызывает волну разрежения, куда входит свежий воздух. Число каналов достигает 70, $\eta = 75\%$

4.5. Охладители воздуха.

Из-за повышения давления воздуха, температура во впускном коллекторе так же повышается, что снижает η_v и повышает термонапряженность деталей. Поэтому в ДВС применяют охладители наддувочного воздуха.

Рекуперативные охладители (с разделяющей поверхностью) наиболее часто используются в ДВС.

Классифицируют:

- 1) по типу охлаждающей среды
– водо-воздушные;

- воздухо-воздушные;
- фреоно-воздушные (в настоящее время не выпускаются);
- 2) по конструкции теплопередающей поверхности:
 - трубчатые;
 - пластинчатые;
- 3) по направлению потоков рабочих сред:
 - прямоточные (или противоточные);
 - перекрестного типа;
 - клепанные;

4.6. Нейтрализация выхлопных газов.

Снижение токсичности ОГ достигается несколькими способами:

- воздействием на P_e (рабочий процесс ДВС);
- применением альтернативных топлив;
- установкой систем нейтрализации;

Применяют химические и механические средства очистки ОГ.

Химические методы:

- термические нейтрализаторы;
- каталитические нейтрализаторы;

Термические – представляют собой КС, размещенную в выпускном тракте ДВС, эта камера используется для дожигания продуктов неполного сгорания.

Каталитические окислительные нейтрализаторы – обеспечивают переход продуктов СО в СО₂ при небольших температурах (250 – 300) за счет применения дорогостоящих металлов – платины, палладия, радия. Для увеличения поверхности контакта катализатор наносится тонким слоем на поверхность из кремнийзема или глинозема, в виде шариков или монолитного носителя с ячейками. Катализатор устанавливается в глушитель.

Дополнительное устройство с подводом свежего воздуха.

Каталитические нейтрализаторы с восстановительной средой.

Обеспечивают переход продуктов



Для этого используются пластинородиевые катализаторы.

Смысловой модуль (тема 5)

Классификация топлив. Состав топлив. Альтернативные топлива.

- 5.1. Классификация топлив.
- 5.2. Состав топлив.
- 5.3. Свойства топлив.
- 5.4. Газообразное топливо.
- 5.5. Альтернативные топлива.

5.1. Классификация топлив

Топлива для ДВС различают:

- по типу двигателя (бензиновые, дизельные);
- по агрегатному состоянию (жидкие, газообразные, твердые);
- по химическому составу (углеводородные, неуглеводородные);
- по виду исходного сырья (нефтяные, синтетические).

Первичный процесс разделения нефти на фракции называется *прямой перегонкой* или *дисциляцией* (рис. 5.1).

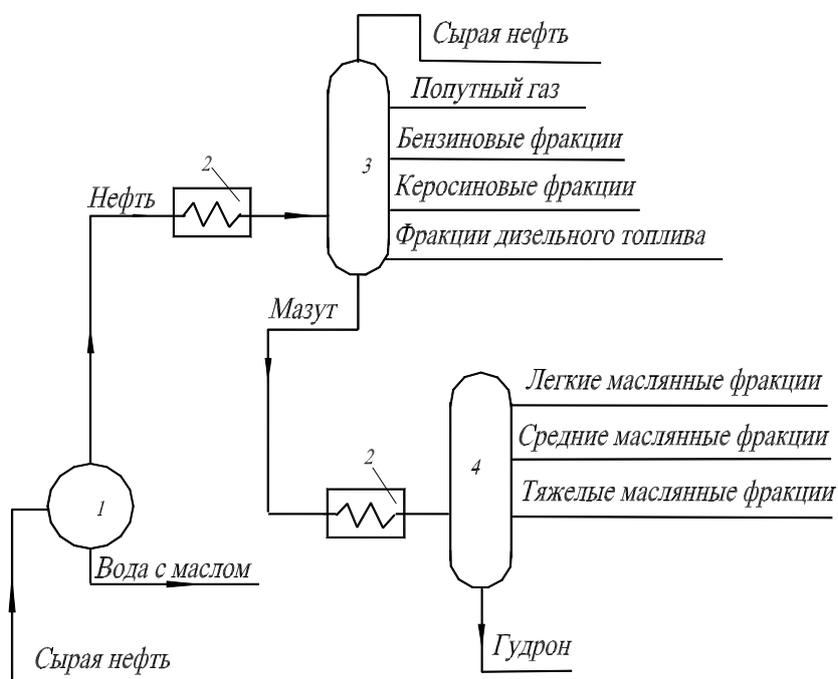


Рис. 5.1. Первичная переработка нефти
1 – аппарат для электробессолевания; 2 – печь; 3 – атмосферная ректификационная колонна; 4 – вакуумная ректификационная колонна

Кроме прямой перегонки существует процесс переработки высококипящих нефтяных продуктов путем расщепления (деструкции) тяжелых углеводородных молекул на более легкие. Такой процесс называется *крекингом*.

Существует термический и каталитический крекинг. *Термический* происходит без доступа воздуха, а при давлении $2 \cdot 10$ МПа, *каталитический* – с катализатором.

5.2. Состав топлив

Элементарный состав – показывает содержание в топливе отдельных элементов. Нефтяное жидкое топливо состоит в основном из углерода С (85...87%); водорода Н (12.5...14.7%) и относительно небольшого объема кислорода О (0...0.5%), серы S (2...5%) и азота N.

Таблица 4.1 – Элементарный состав топлива

Топливо	Элементарный состав топлива масса			Молярная масса M_T , кг/кмоль	Низшая теплота сгорания $H_{и}$ МДж/кг
	С	Н	О		
Нефтяное:					
Бензин	0,885	0,145	–	110 – 120	44
Дизельное	0,870	0,126	0,004	180 – 200	42,5
Тяж. дизельное	0,870	0,125	0,005	220 – 280	41,8
Спирт					
Метанол CH_3OH	0,375	0,125	0,5	32	19,95
Этанол C_2H_5OH	0,520	0,130	0,35	46	27,72

Зная элементарный состав топлива можно произвести тепловой расчет рабочего процесса ДВС.

Фракционный состав топлива – это объемная доля в нефтепродукте углеводородов, вытекающих в определенных температурных пределах.

Фракция – часть топлива, выкипающая в определенном диапазоне температур.

Обычно фиксируют температуры $t_{н. кипен.}$, $t_{10\%}$, $t_{50\%}$, $t_{90\%}$, $t_{к. кипен.}$

Групповой состав топлив характеризует процентное содержание в топливе углеводородов различных групп.

В состав топлива входят все основные группы углеводородов (алканы, цикланы, ароматические), а также непредельные углеводороды, получаемые при крекинге (олефеины и диолефеины). Групповой состав определяет допустимую *степень сжатия двигателя*.

В топливах наиболее распространенными являются углеводородные примеси, вода и механические примеси.

Теплотой сгорания топлива называют количество теплоты, выделяющейся при полном сгорании топлива. Различают высшую H_V и низшую H_H . При определении высшей H_V учитывают теплоту, которая выделяется при конденсации воды, содержащейся в продуктах сгорания.

5.3. Свойства топлив

Свойства топлива, влияющее на распыливание:

- под распылом понимают процесс распада струи на капли и дальнейшее дробление капель на более мелкие частицы;
- средний диаметр капли характеризует тонкость распыла;
- распад зависит от внешних (аэродинамических) и внутренних (вязкость, поверхностное натяжение) сил.

Испаряемость топлив:

- испаряемость топлив характеризует скорость его перехода из жидкой фазы в пар;
- характеризуется скоростью испарения – количеством пара, образующимся с единицы поверхности жидкости в единицу времени.

Для улучшения работы двигателя используют:

- подогрев горючей смеси при работе ДВС;
- испаряемость топлива при запуске холодного ДВС (подогрев, пусковыми жидкостями: «Холод Д-40» – дизельных, «Арктика» – бензиновых;
- влияние испаряемости на работу системы топливоподачи (образование паровых пробок, обледенение карбюратора);
- влияние испаряемости на прогрев и приемистость ДВС;
- *влияние испаряемости на износ, образование отложений и токсичность ДВС.*

Детонационная стойкость топлив характеризуется сгоранием топлива в бензиновых ДВС без детонации.

Детонация – взрывное горение при скорости 1400–2500 м/с.

Вытекающие последствия – *калильное зажигание*.

Октановое число (ОЧ) – условная единица измерения детонационной стойкости топлива, численно равная процентному содержанию изооктана (100 ед.) C_8H_{18} в его смеси с нормальным гептаном (0 ед.) C_7H_{17} . Например, если в эталонной смеси содержится по объему 76% изооктана и 24% гептана то ОЧ такой смеси равно 76.

В зависимости от испытаний различают моторный (ОЧМ) и исследовательский методы (ОЧИ).

Разность между ОЧМ и ОЧИ называется *чувствительностью бензина*. Чем выше чувствительность, тем выше его детонационная стойкость. А–76, АИ–93, АИ–98. А – автомобильный бензин.

Антидетонаторы – малоорганические соединения различных металлов (свинца (тетраэтилсвинец $Pb(C_2H_5)_4$)) марганца, хрома и др.).

Самовоспламенение топлив характеризует его способность к самовоспламенению в дизеле и оценивается цетановым числом (ЦЧ).

Цетановое число – условная единица измерения самовоспламеняемости топлива, численно равная процентному (по объему) содержанию цетана (100%) $C_{16}H_{34}$ в его смеси с альфаметилнафталином (0%) $C_{11}H_{10}$.

Пример: Л – 0,2 –40, (летнее топливо, с массовой долей серы 0,2%, температурой вспышки 40).

Чем выше ЦЧ, тем лучше самовоспламеняемость топлива. Топлива бывают: Л – летнее, З – зимнее, А – арктическое.

Стабильность топлив – способность сохранять свои свойства в заданных эксплуатационных условиях.

Подразделяется на:

– *физическую стабильность* сохранение фракционного состава;

– *химическую стабильность* сохранение химического состава.

Влияние топлива на коррозионный износ деталей должен быть минимальным.

Влияние топлива на образование отложений тоже должно быть минимально.

5.4. Газообразное топливо

В качестве газообразного топлива в ДВС применяются природные газы, попутные газы, выделяющиеся при добыче и переработке

нефти, попутные промышленные и канализационные газы, а так же газы, получаемые из твердых топлив путем их газификации.

Газообразные топлива (ГТ) обладают такими же эксплуатационными свойствами, что и бензины.

Процесс смесеобразование более совершенен, чем в бензиновом двигателе, из-за однородности смеси.

Газообразные топлива обладают высокой детонационной стойкостью (ОЧМ 80 – 110), что позволяет использовать их с более высокой степенью сжатия. ГТ – имеют более низкую объемную теплоту, чем нефтяные топлива. В связи с этим для обеспечения заданного пробега газ хранится в сжатом или сжиженном состоянии.

Газообразные топлива делятся на:

- природный газ;
- промышленный;
- газогенераторный.

По агрегатному состоянию делятся на:

- сжатый (метан CH_4 , H_2 , CO и др.),
- сжиженный (этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , этилен C_2H_4 , пропилен C_3H_6 , бутилен C_4H_8 и др.)

5.5. Альтернативные топлива

Одним из перспективных видов топлива является *жидкий водород* H_2 , получаемый из воды при помощи ядерной энергии. В настоящее время используются как добавка к углеводородным топливам.

Спирты (этанол – $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, метанол – CH_3OH). Метанол производят из природного газа и угля. Этанол – из растительного сырья.

У спиртов ниже теплотворная способность

Этанол $H_{\text{и}} = 27,72$ МДж/кг.

Метанол $H_{\text{и}} = 19,95$ МДж/кг.

Используют в ДВС, имеющих высокую детонационную способность.

Биогаз – фракционный состав газа содержит до 70% метана, остальная часть состоит из инертных газов.

Смысловой модуль (тема 6)

Масла и смазки для ДВС

- 6.1. Моторные масла.
- 6.2. Свойства масел.
- 6.3. Классификация масел.
- 6.4. Твердые и консистентные смазки.
- 6.5. Охлаждающие жидкости.

6.1. Моторные масла

Моторные масла – служат для уменьшения износа движущихся деталей и потери мощности на трение в них; выполняют функцию уплотняющей среды (в зоне поршневых колец) и отвода теплоты.

В ДВС используют масла главным образом нефтяного происхождения (дисциплиятные, смешанные и синтетические).

Применительно к конкретным условиям работы масла в двигателе разделение трения в трущихся парах (на гидродинамическое, граничное, полусухое, сухое) носит условный характер из-за резкой смены условий работы.

Наибольшее влияние на работу масла оказывает температура.

6.2. Свойства масел

Смазывающая способность – это совокупность антифрикционных, противоизносных и противозадирных свойств.

Для усиления этих свойств применяют присадки:

– *антифрикционные (растительные и животные жиры, олеиновую и стеариновую кислоты, эфиры и др.)*

– *противоизносные и противозадирные (органические соединения фосфора, серы, образующие на поверхности трения прочные пленки).*

Вязкостные и депрессорные свойства. Вязкость определяет затраты энергии на преодоление сил трения. В расчетах, используют кинематическую вязкость, представляющую, отношение ди-

намической вязкости и плотности. В маркировке масла указывают кинематическую вязкость мм²/с при температуре 100°С.

Вязкость масла возрастает при понижении температуры. Различают *структурное* застывание при котором подвижность масла уменьшается из-за *кристаллизации* и *вязкостное* застывание, при которой подвижность масла уменьшается из-за увеличения вязкости.

Температура при которой масло теряет свою подвижность называется *температурой застывания*.

Способность масла не терять подвижности до определенных температур, определяется его *депрессорными* свойствами.

Для снижения (депрессии) температуры в масло добавляют вещества называется *депресантами*. Депресаторами используют продукты полимеризации углеводородов и кислородосодержащих соединений.

Для бензиновых ДВС используют моторное масло различных воздействий М – 6, 8, 10, 12 мм²/с.

Для дизеля используют М – 8, 10, 12, 14, 16, 20 мм²/с.

Термоокислительная и радиационная стабильность масел. При нагреве масел в присутствии воздуха протекают процессы окисления и термического разложения. Способность масла противостоять окислению при повышенных температурах характеризуется его *термоокислительной стабильностью*.

Антиокислительные присадки подразделяют:

– *присадки – ингибиторы (замедляющие окисление масла в толстом слое (объеме)), (ДФ-1 диалкилдитиофосфата бария).*

– *термоокислительные присадки (в тонком слое алкилтиофосфата цинка).*

Способность масла противостоять радиационному облучению характеризуется его *радиационной стабильностью*.

Антирадиационные присадки (йод, бензол, тиазины и др.).

Антикоррозийные и консервационные свойства. *Защита поверхностей маслом от температуры и давления Р.*

Кислотным числом (КОН) – 0,04 – 0,1 мг КОН/г. – оценивается коррозионная агрессивность масла.

Щелочные свойства масла (нейтрализация кислотных продуктов) характеризуется *щелочным числом* (мг КОН/1г масла).

При длительном хранении используют консервационные масла. С присадками жирных кислот, эфиров, сульфидов металла и др.

Лакообразующие и моющие – диспергирующие свойства. Отслаивающуюся пленку толщиной 20 – 30 мкм, из-за сходства с лаковыми покрытиями называется лаковыми отложениями. Отрицательно влияют на работу двигателя собирают нагар, механические частицы, «пригорают» кольца.

Для создания на поверхности адсорбирующих пленок, препятствующих отложению лаков в масло вводят моющие присадки (зольные и беззольные).

Противопенные и деэмульсионные свойства. Насыщение газом масла называются аэрацией (до 25% по объему). Газ может находиться в следующем состоянии:

- растворимом виде;
- газо-масляной дисперсии (пузырьки газа в масле);
- пены (характеризуется вспениваемостью).

Присадки противопенные изготовлены на основе кремний-органических соединений. Вода при попадании в масло образует эмульсию.

Деэмульсирование – выделение воды из масла, уменьшается специальными веществами деэмульсаторами.

Промывочные свойства. Для промывки от отложений применяют специальные промывочные масла.

Физическая и химическая стабильность масел – способность сохранять свой фракционный состав.

Обкаточные свойства. При применении специальных масел снижается обкатка в 2 раза.

Старение масел – сложный пенофункциональный и многостадийный процесс физических и химических превращений, происходящий вследствие двух основных причин: внутренних – обуславливаемых нарушением стабильности масла (испарение, окисление, разложение, полимеризация) и внешних – обуславливаемых загрязнением масла механическими примесями, водой и топливом.

Угар масла – обуславливается его сгоранием испарением, утечками и выбросом через систему вентиляции картера (определяется % соотношением от расхода топлива).

6.3. Классификация масел

6.3.1. Масла производства СНГ

Таблица 6.1 – Классификация масел

Группа масел		Рекомендуемая область применения		
А		Бензиновые, автомобильные нефорсированные ДВС.		
Б	Б ₁	Карбюратор	Малофорсированные двигатели 3,5% присадок	
	Б ₂	Дизель		
В	В ₁	Карбюратор	Среднефорсированные двигатели 4–7% присадок	
	В ₂	Дизель		
Г	Г ₁	Карбюратор	Высокофорсированные двигатели 7–12% присадок	
	Г ₂	Дизель		
Д		Высокофорсированные дизели работающие в тяжелых условиях 18–25% присадок		
Е		Малооборотистые дизели работающие на тяжелом топливе с серой до 3,5%		
Класс вязкости	Вязкость при 255 К (мм ² /с)		Вязкость при 373 К (мм ² /с)	
	не менее	не более	не менее	не более
4з	1300	2600	3,8	–
6з	2600	10400	3,8	–
6	–	–	5	7
8	–	–	7	9
10	–	–	9	11
12	–	–	11	13
14	–	–	13	15
16	–	–	15	16
20	–	–	18	22
4з/6	1300	2600	5,5	6,5
4з/8	1300	2600	7,5	9,5
4з/10	1300	2600	9,5	10,5
6з/10	2600	2600	9,5	10,5

М – масло моторное;

З – индекс обозначает загущенное.

n – наличие присадок;

Б – бариевая присадка (М – 14 ГБ);

И – импортные присадки (М – 8 ГИ).

Пример: М – 6з/10Г 1.

Старая маркировка.

А – автомобильное;

К – кислотная очистка;

С – селективная очистка;

Цифра – вязкость при 373 К (100 °С);

З – загущенное;

Д – для дизелей;

М – 8А (АС – 8);

М – 4з/6В1 (АСЗп – 6);

М – 8Б (ДС – 8).

Синтетические масла, подразделяются на:

- углеводородные;
- диэфирные;
- полиалкиленгликолевые;
- полиэтиленовые;
- диакилбензольные;
- фосфорорганические;
- жировые;
- галогенкглородные;
- кремнийорганические;

Обозначение типа моторного масла представляет собой комбинацию букв и цифр, которые не просто понять. Поэтому приведем ниже их расшифровку.

6.3.2. Масла импортного производства

6.3.2.1. API

Американская нефтяная промышленность (API) разрабатывает общие требования к качеству масел и критерии испытаний. Буква S означает, что эти требования относятся к маслам для бензиновых двигателей, а буква С – для дизельных. Маркировка складывается из первой буквы, обозначающей категорию масла, и второй, обозначающей уровень эксплуатационных свойств. Например, API SF, SG, SH, SJ – для бензиновых и API CD, CE, CF – для дизельных двигателей.

6.3.2.2. Для бензиновых двигателей

SJ – Европейские, американские автомобили с конца 1996 года.

SH – Европейские, американские автомобили 1993-1996 года, японские с 1995 года.

SG – Европейские, американские автомобили 1989-1993 года, японские 1989-1995 года.

SF }
SE } Иномарки 1980-1989 года, все отечественные автомобили.
SD }
SC }
SB } Устаревшие классы масел.
SA }

6.3.2.3. Для дизельных двигателей

CG – Высоконагруженные дизели грузовых автомобилей с 1994 г.

CF-4 – Высоконагруженные дизели грузовых автомобилей до 1994 г.

CF, CF – Дизели легковых автомобилей с одним или двумя турбонаддувами с 1993 г.

CE – Дизели грузовых автомобилей

CD, CD-II – Дизели легковых автомобилей с одним турбонаддувом до 1993 г.

CC }
CD } Устаревшие классы масел
CA }

6.3.2.4. ССМС

Фирма Comite des Constructeurs d'Automobiles du Marce Comtin определяет качество масел в соответствии с европейскими требованиями. Классификация ССМС (в последствии АСЕА) включает все испытания API и предписывает дополнительное, более строгое тестирование на европейских испытательных двигателях. G обозначает бензиновые (газовые) двигатели, D – дизельные двигатели грузовых автомобилей и PD – дизельные двигатели легковых автомобилей. Буквы представляют собой текущую нумерацию и

отражают рост возможностей соответствующего моторного масла в соответствии с техническим прогрессом.

6.3.2.5. ACEA

Категория	Применение и особенности	Характеристики
«А» – бензиновые двигатели		
A1-96	Предотвращение образования отложений на поршне и шлама, стойкость к высокотемпературному окислению, защита от износа.	Масло с максимальным топливосберегающим эффектом. Новый стандарт для моторных масел с низким значением вязкости при 150 нС (без турбонаддува).
A2-96	То же, что и A1-96, но с лучшей защитой подшипников. То же, что и A2-96, но с лучшей стойкостью к высокотемпературному окислению, чем A1-96 и A2-96.	Стандартный класс для двигателей современных и перспективных автомобилей, используемых на скоростных автострадах (с турбонаддувом и без него). Экстра класс для двигателей скоростных автомобилей, предъявляющих особые требования к противокислительным, вязкостным и противоизменным свойствам масла (с турбонаддувом и без него).
«В» – дизельные двигатели легковых автомобилей		
B1-96	Предотвращение образования отложений на поршне, диспергирование сажи (загущенные масла), защита кулачков распределительного вала от износа.	Масло с максимальным топливосберегающим эффектом. Новый стандарт для моторных масел с низким значением вязкости при 150 нС (без турбонаддува).

- B2-U6** То же, что и B1-96, но с лучшей защитой подшипников.
- То же, что и B2-96, но с лучшей защитой кулачков Ш-96 распределительного вала от износа, способностью диспергировать сажу и сохранять вязкостную характеристику.

Стандартный класс, двигатели для легковых автомобилей с турбонаддувом и без него.

Экстракласс, двигатели с турбонаддувом для легковых автомобилей

«Е» – дизельные двигатели грузовых автомобилей

- E1-96** Предотвращение образования отложений на поршне, полировка цилиндров, защита кулачков распределительного вала от износа.
- E2-96** Лучшие характеристики, чем для E1-96, по тем же показателям
- E3-96** Лучшие характеристики, чем для E2-96, по тем же показателям. Дополнительно контролируется способность диспергировать сажу и сохранять вязкостную характеристику.
- (E4...)** В процессе разработки
- Стандартный класс, двигатели с высоки наддувом, работающие в тяжелых условиях.
- Стандартный класс, двигатели с высоки наддувом и без наддува, работающие в легких и тяжелых условиях, по свойствам (чистота и износ) лучше, чем E1-96.
- Экстракласс, с отличной способностью диспергировать сажу, двигатели с высоким наддувом, работающие в особотяжелых условиях.
- Новейший класс для нового поколения двигателей грузовых автомобилей с увеличенным интервалом замены.

6.3.2.6. Вязкость

Вязкость определяет величину внутреннего трения в жидкости. Она в значительной степени зависит от температуры, поэтому численное обозначение вязкости показывает пригодность масел для использования при низких (5 W = зима) и высоких (40) температурах.

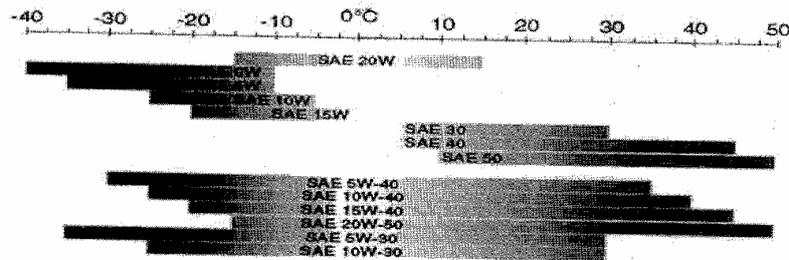


Рис. 6.1.

Область применения масла 5 W-40: это моторное масло может использоваться зимой при температуре до -30 С и летом при температуре свыше 35 С.

6.3.2.7. Присадки

Присадки представляют собой химически активные вещества. Они добавляются в масло для улучшения его характеристик или придания новых свойств. Антиокислители, например, повышают стойкость масла к старению, антиизносные присадки защищают двигатель от повышенного износа, моющие присадки придают маслу свойства промывочного. В зависимости от области применения и требуемых нагрузочных свойств в масло добавляются различные присадки в различных количествах. В современных маслах кол-во присадок составляет 15-25%.

6.3.2.8. Минеральные моторные масла

Традиционные моторные масла производятся из минеральных масел. Однако они уже не удовлетворяют возросшим требованиям в отношении увеличения интервала смены масла и антифрикционных свойств, необходимых для двигателей высокой мощности. Типовые значения вязкости: 15 W -40 или 20 W-50.

6.3.2.9. Полусинтетические моторные масла

Это минеральные масла с добавкой синтетических компонентов. Они улучшают условия пуска холодного двигателя, эффективно очищают двигатель и обеспечивают хорошую защиту от износа. Типовое значение вязкости: 10 W -40.

6.3.2.10. Синтетические моторные масла

Базовые синтетические масла служат основой для производства моторных масел с существенно улучшенными свойствами. Синтетические масла, пригодны для бензиновых и дизельных двигателей, обеспечивают оптимальную защиту от износа, очень хорошую смазку при пуске холодного двигателя, снижают трение в двигателе и отлично его очищают. Они часто отвечают самым высоким требованиям API, ССМС (АСЕА) и автомобильных фирм. Эти масла обеспечивают длительный интервал смены. Типовое значение вязкости: 5 W -40.

6.3.2.11. Масла для дизельных двигателей

В настоящее время наиболее высокие требования к маслам для дизельных двигателей легковых автомобилей и дизельных двигателей с турбонаддувом предъявляет классификация PD2 ССМС (АСЕА) и стандарт 505.00 фирмы Фольксваген. Эти масла пригодны для безнаддувочных двигателей, а также двигателей с турбонаддувом. с охлаждением или без охлаждения наддувочного воздуха.

6.3.2.12. Масла с хорошими антифрикционными свойствами

Обладают наилучшей текучестью при низких температурах, отличаются малой работой по перекачке и высокой теплоемкостью. Поэтому они обеспечивают снижение расхода топлива. Типовое значение вязкости: 5 W -40, 10 W-40.

6.3.2.13. Всесезонные масла

Они не слишком загустевают зимой и не разжижаются летом при высокой температуре: двигателя. Например. 5 W -40, 10 W -40, 15 W -40, 20 W -50.

6.3.2.14. Трансмиссионные масла

При выборе масла для трансмиссии необходимо принять во внимание условия применения и рекомендации изготовителя. Требования к качеству масла необходимо проверить в руководстве по эксплуатации автомобиля, на станции техобслуживания автомобилей данной марки или в рекомендациях поставщика масла. Требования к качеству масел для **ручных коробок передач** изменяются от API GL1 до API GL5.

6.3.2.15. Группа область применения

GL-1 – Цилиндрические, червячные и спирально-конические зубчатые передачи в условиях низких скоростей и нагрузок. Минеральные масла без присадок или с антиокислительными и противопенными присадками без противозадирных компонентов.

GL-2 – Червячные передачи, работающие в условиях GL -1, но с более высокими требованиями к антифрикционным свойствам. Могут содержать антифрикционные компоненты.

GL-3– Обычные трансмиссии со спирально-коническими шестернями, работающие в умеренно жестких условиях по скоростям и нагрузкам. Обладают лучшими противоизносными свойствами, чем GL-2.

GL-4– Автомобильные трансмиссии с гипоидной передачей, работающие в условиях больших скоростей при малых крутящих моментах и малых скоростей при высоких крутящих моментах. Обязательно наличие высокоэффективных противозадирных присадок.

GL-5– Автомобильные гипоидные передачи, работающие в условиях больших скоростей и малых крутящих моментов, при действии GL -5 ударных нагрузок на зубья шестерен и высоких скоростях скольжения. Должны иметь большое количество серофосфорсодержащей противозадирной присадки.

GL-6– Автомобильные гипоидные передачи с повышенным вертикальным смещением осей шестерен, т.е. работающие при повышенных GL -6 скоростях, ударных нагрузках и высоких крутящих моментах. Имеют большее количество серофосфорсодержащей противоизносной присадки, чем масла GL -5.

Для ручных коробок передач может применяться какое-либо из указанных выше или моторное масло. При этом необходимо помнить, что для **главной передачи** требованием качества является API GL 5. Масло для **автоматических коробок передач** не подчиняются классификации API. Изготовитель коробки передач устанавливает для этих масел свои требования. Масла различного типа **нельзя** смешивать между собой.

6.4. Твердые и консистентные смазки

Твердые слоистые смазки (ТСС) – кристаллические вещества, обладающие смазывающими свойствами – (графит, вермикулит, дисульфиды молибдена MoS_2 и вольфрама WS_2 , нитрид бора и др.)

Кроме того, используют:

- химически активные покрытия (сера, хлор, фосфор)
- *мягкие металлы (свинец, индий, олово, кадмий, капрон, полиэтилен)*

Композиционные смазочные материалы (КСМ) – комбинацию отдельных видов твердых смазок, обеспечивающих оптимальные свойства (смазываемости, твердости)

Консистентные смазки (КС) – представляют собой жидкие масла, специально загущенные для передачи специфических свойств.

Классификация консистентных смазок:

- антифрикционные КС;
- консервационные КС;
- уплотнительные КС (герметизация зазоров).

В зависимости от вида загустителя:

1 – *мыльные* КС:

- 1.1 – кальциевые (солидолы);
- УС – 1 жировой солидол;
- УС – 2 жировой солидол;
- С – синтетический солидол;

- 1.2 – натриевые (консталины) 1–13, АМ, ЯНЗ – 2, КСБ;
- 1.3 – литиевые: литол – 24, циатим – 201, фиол – 1, ЛС–15;
- 1.4 – бариевые: ШРБ–4;
- 1.5 – свинцовые.

Недостаток нельзя вторично использовать.

2 – углеводородистые КС, ПВК – консервационная смазка;

3 – органические КС;

4 – неорганические КС;

В зависимости от рабочих температур делятся на: низко средне, тугоплавкие.

6.5. Охлаждающие жидкости

Вода. *Преимущества: высокая удельная теплоемкость, безопасность, нетоксичность. Недостатки: накипь, плотные сцементированные отложения (шлам, илоподобные образования).*

Антифризы – низкотемпературные жидкости. Наиболее распространены этиленгликолевые (СН₂ОН). Характерные особенности:

- при нагреве увеличивается объем до 6 – 8%;
- теплопроводность и теплоемкость ниже, чем у воды;
- в эксплуатации испаряется только вода (доливать воду);
- обладают повышенной проницаемостью и подвижностью;
- при замерзании не разрывают систему охлаждения;
- разрушающие действуют на резину.

Таблица 6.1 – Технические характеристики охлаждающих жидкостей

Марка	Температура замерзания	Плотность	Цвет	Содержание этиленглицирина
40	233	1,0675	–	53
65	208	1,085	–	66
Тосол А-40	233	1,078	голубой	53,7
Тосол А-65	208	1,085	красный	62,4

Срок работы 2 года. Очень токсичен.

Высококипящие охлаждающие жидкости. Состоят из смеси высокомолекулярных спиртов гликолей и эфиров выкипающих при 350–480 К.

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
4. Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Блок смысловых модулей (раздел) № 3

Смысловой модуль (тема 7)

Общая компоновка ДВС. Схемы кривошипно-шатунного механизма(КШМ).Силы и моменты в КШМ. Остов, цилиндры, головки ДВС.

- 7.1. Общая компоновка ДВС.
- 7.2. Размещение ДВС на раме.
- 7.3. Схема КШМ.
- 7.4. Силы и моменты в КШМ.
- 7.5. Остов двигателя.
- 7.6. Цилиндры.
- 7.7. Головки.
- 7.8. Прокладки и уплотнения.

7.1. Общая компоновка ДВС

Современные ДВС – сложные агрегаты, в которые входят следующие системы и механизмы:

Корпус (остов) двигателя служит основой для установки неподвижных и движущихся деталей (КШМ), (ГРМ) и др. систем.

КШМ состоит из движущихся деталей, которые воспринимают давление газов и превращают поступательное движение поршня во вращательное коленчатого вала.

ГРМ служит для выполнения определенной последовательности выпуска продуктов сгорания и впуска в цилиндр свежего заряда.

Впускная и выпускная системы служат для подвода свежего заряда в цилиндры двигателя и отвода из них отработавших газов.

Система смазки предназначена для очистки и подачи масла ко всем деталям ДВС, которые подвержены трению, а также их частичному охлаждению

Система топливоподачи обеспечивает очистку и подачу топлива в соответствующем количестве и в определенный момент времени;

Система охлаждения деталей двигателя и поддерживает рациональное тепловое состояние.

Система пуска обеспечивает необходимую для начала работы ДВС минимальную частоту вращения коленчатого вала в любых эксплуатационных условиях.

Система зажигания обеспечивает устойчивую подачу искрового разряда для возгорания горючей смеси в цилиндрах ДВС, в процессе сгорания.

7.2. Размещение ДВС на раме

ДВС устанавливают спереди, посередине и сзади автомобиля. Различают продольную и поперечную установку двигателя относительно оси автомобиля.

В соответствии с требованиями пассивной безопасности в случае столкновения автомобиля с препятствием, силовой агрегат должен сойти с опор, чтобы не ограничивать деформацию кузовных деталей, жесткость которых специально рассчитывают для создания заданного уровня столкновений. В тоже время двигатель и детали трансмиссии не должны проникать в салон.

Обычно ДВС крепят в 3–4 точках, при этом он является несущим элементом шасси.

Наиболее рациональным является крепление в 3-х точках, так как в этом случае на ДВС меньше действует деформация рамы.

Пружинные элементы крепления используются в виде резиновых прокладок прямоугольной, цилиндрической или иной формы с привулканизированными к ним металлическими пластинами или чашками.

Для массивных двигателей тракторов и автомобилей повышенной грузоподъемности такого крепления недостаточно, поэтому вводят реактивные штанги, которые также оснащают пружинными элементами.

7.3. Схемы КШМ

В современных поршневых ДВС применяется два типа КШМ: тронковые и крейцкопфные рис. 7.1, 7.2. В автотракторных ДВС применяются тронковые.

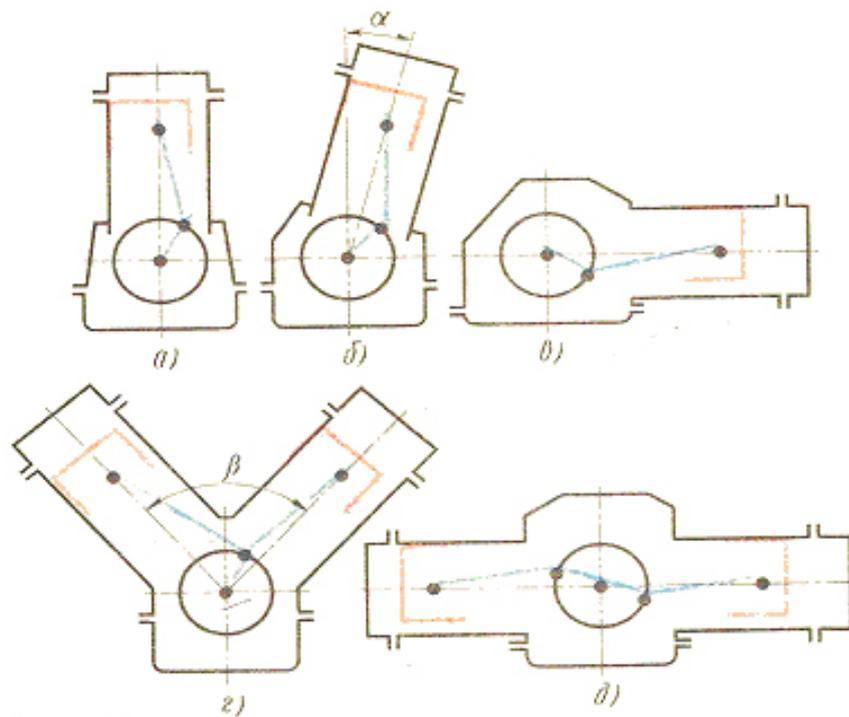


Рис. 6.1 – Тронковые типы КШМ.

Крейцкопфные применяются для тяжелых двигателей (судовых). Наиболее распространены схемы КШМ могут иметь различную компоновку: рядное, V-образное приведены на рис 7.1 и W-образное расположение цилиндров.

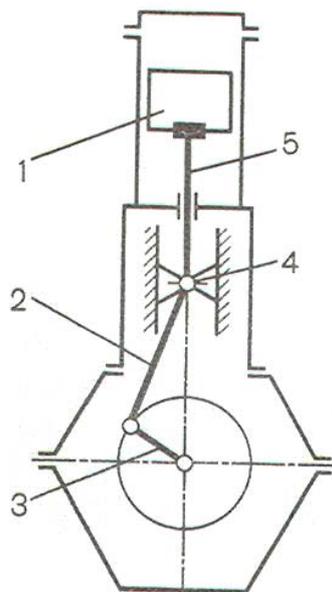


Рис. 6.2 – Крейцкопфные типы КШМ.

1 – поршень; 2 – шатун; 3 – кривошип коленчатого вала;
4 – крейцкопф; 5 – шток.

Рядные ДВС могут иметь вертикальное (ВАЗ, ГАЗ), горизонтальное (Икарус) и наклонное (АЗЛК, Лянча) расположение цилиндров. У V-образных ДВС угол развала цилиндров может составлять 60° (ЯМЗ – 240), 90° (ЯМЗ – 236) и 180° (К-750) градусов.

7.4. Силы и моменты в КШМ

Анализ сил, действующих в КШМ – необходим для расчета деталей двигателя на прочность и для определения нагрузок на подшипники, приведены на рис. 6.3.

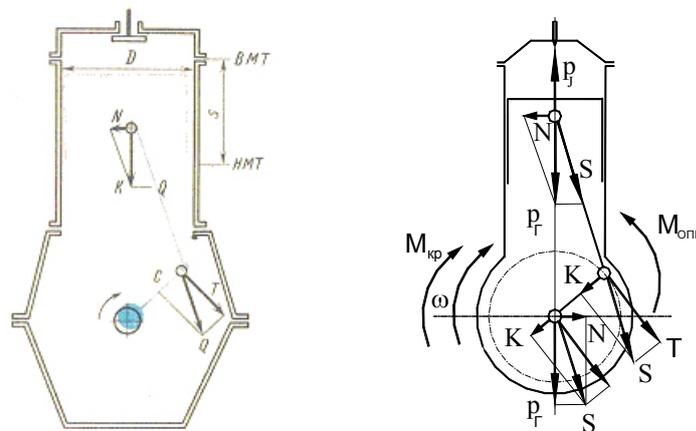


Рис 6.3. Схема КШМ: P_j – сила инерции; P_r – сила газов; S – сила действующая вдоль шатуна; N – боковая сила; T – тангенциальная сила; K – нормальная действующая по кривошипу сила

Крутящий момент

$$M_{кр} = T \cdot r$$

где r – радиус кривошипа.

Опрокидывающий момент

$$M_{опр} = N \cdot h + P_r \cdot a$$

где a – смещение оси пальца;

h – проекция на ось y .

Все силы и моменты в двигателе переменные во времени. Они вызывают колебание ДВС на опорах и могут привести к поломке. Поэтому двигатель стараются уравновесить (например, устанавливают противовесы и др.).

7.5. Остов двигателя

Корпус (остов) двигателя – деталь, в которой размещаются и крепятся механизмы, системы и вспомогательные устройства.

Корпус может состоять из следующих деталей:

- блока;
- картера (блок-картера);
- цилиндра;
- головки;
- поддона;
- уплотнений;
- креплений;

Конструкция остова зависит от общей компоновки и размещения двигателя. В зависимости от восприятия силы давления газов элементами корпуса двигателя можно выделить 3–4 силовые схемы:

1) Несущий блок-картер (ВАЗ), преимущества: большая жесткость, простота конструкции; недостатки: деформация шпильками при затяжке головки.

2) Несущий блок оболочек (ЗИЛ, ГАЗ, КамАЗ), преимущество: легкостные гильзы мокрого типа (особенно при ремонте); недостатки: повышенная масса и стоимость изготовления.

3) Несущие силовые шпильки (Д-21; МеМЗ, ДТ-4).

Условия работы корпуса:

- испытывает значительные силовые и температурные напряжения;
- работа в условиях недостаточной смазки;
- воспринимает внешние нагрузки от рамы двигателя;

Требования к корпусу ДВС:

- корпус двигателя должен быть жестким и прочным, износостойким;
- сердцевина корпуса изготавливается из вязкого материала;
- корпус должен обладать высокой технологичностью при замене навесного оборудования;
- иметь небольшие габариты и массу.

Толщина стенок чугунных корпусов 5–7мм, алюминиевых на 2 мм толще. Алюминиевые корпуса на 50–60% легче, чем чугунные.

Картер является главным элементом остова (корпуса) ДВС. К нему крепят цилиндры, в нем размещают часть КШМ, ГРМ. системы смазки, кожух маховика, лапы крепления ДВС.

Длина картера зависит от размеров и числа цилиндров, а поперечные размеры от радиуса кривошипа и размеров шатуна.

Поскольку он воспринимает все силовые нагрузки ему придат продольную и поперечную жесткость. Для этого выполняют поперечные перегородки. Общую отливку с цилиндрами изготовляют с оребрением.

Картеры бывают:

- разъемные;
- неразъемные.

Коренные шейки коленвала размещают в верхней половине в гнездах (постелях картера). Крышки выполняют массивными с оребрениями. Растачивают с одной установки. При таком варианте выполнения картера – нижняя половина картера является поддоном. Он выполняется штампованным из стали; литым из алюминия или чугуна. В нем размещают запас масла и маслозаборник. Поддон уплотняется прокладкой.

В картере скомпонованы масляные магистрали (каналы), гнезда распределительного вала, направляющие толкатели, шпильки крепления цилиндров и др.

Уровень стыка поддона с картером может быть выше или ниже уровня разъема коренных опор.

В современных двигателях применяются картеры с уровнем разъема по оси коленвала и применяют съемные литые рамы, которые выполняют вместе с крышками коренных опор.

7.6. Цилиндры

Стенки цилиндра являются основной рабочей полости, направляющими для перемещения поршня.

Условия работы:

- резкая смена давления;
- контакт с высокотемпературным газом;
- контакт с агрессивными средами;
- трение деталей в условиях ограниченной смазки;

Предъявляются высокие требования к качеству материала (перлитный чугун с добавлением легирующих элементов).

Внутреннюю поверхность цилиндров называют зеркалом цилиндров (из-за степени чистоты поверхности).

7.6.1. Цилиндры ДВС с воздушным охлаждением

Отливают цилиндры индивидуально и оребряют. Расстояние между ребрами выполняют из условий наименьшего сопротивления для прохождения охлаждения воздуха и интенсивности теплоотдачи. По форме цилиндры бывают:

- цилиндрические ;
- конические.

По конструкции:

- цельнометаллические;
- комбинированные.

Крепление осуществляется силовыми шпильками или как несущий цилиндр. Уплотняется стык прокладками.

7.6.2. Цилиндры ДВС с жидкостным охлаждением

Цилиндры выполняют с двойными стенками. Внутренние образуют гильзу цилиндров, внешние – рубашку охлаждения ДВС.

Изготавливают комбинированные цилиндры с короткими вставками (длиной 50–60мм) или на всю длину блока, либо в виде легкоъемных гильз. Вставки выполняют из специального чугуна (нерезистовые вставки). Они увеличивают срок службы гильзы в 2,5–3 раза. Гильзы разделяют на сухие и мокрые (рис. 7.4):

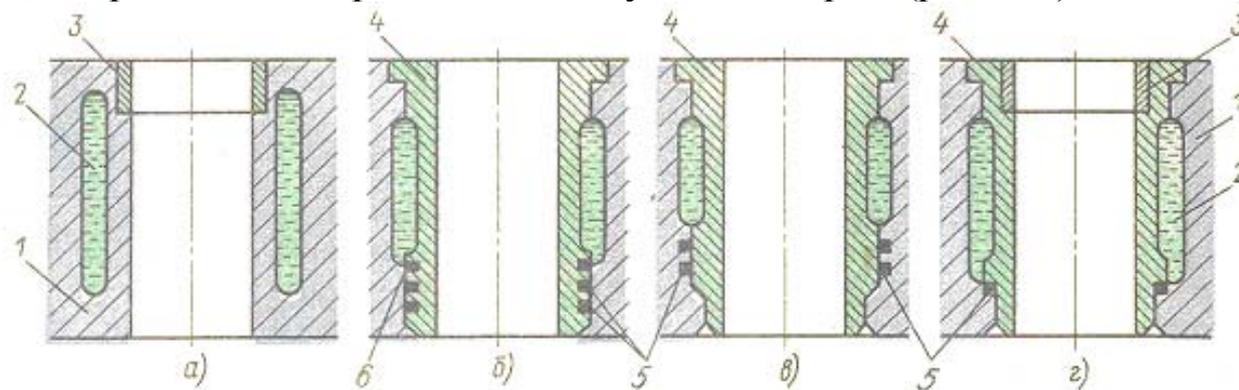


Рис. 6.4. Схема цилиндров двигателей.

а – без гильз но с короткой вставкой (ЗИЛ-157КД, ГАЗ-50-04);

б и **в** – с мокрой гильзой (дизели ЯМЗ-236, КамАЗ-740); **г** – с мокрой гильзой в которую запрессована короткая вставка (ЗИЛ-130);

1 – блок цилиндров; **2** – водяная рубашка; **3** – вставка; **4** – гильза цилиндра; **5** – уплотнительные кольца; **6** – антикавитационное кольцо.

Сухие гильзы цилиндров запрессовывают и оберегают при ремонте; мокрые гильзы (обычно легкоъемные) имеют три установочных пояса: верхний, средний, нижний. Прокладки: медные, резиновые.

7.7. Головки цилиндров

Головка ДВС – является крышкой, закрывающая цилиндр. В ней размещаются: полость КС; детали ГРМ; каналы впускные и выпускные; каналы системы охлаждения и смазки.

Стенки головок в 1,5–2 раза толще гильз. Отливают головки на ряд цилиндров или выполняют отдельно.

Отливают их из чугуна или алюминия, либо комбинируют. Обычно в них устанавливают вставные седла и жаропрочные вставки. Головки испытывают при работе большие механические и тепловые нагрузки.

7.8. Прокладки и уплотнения.

Газовый стык уплотняют металлическими или металлоасбестовыми прокладками.

В основе металлоасбестовых прокладок – асбест. Для придания прочности армируют тонкими стальными листами или сеткой, толщина листа прокладки 1,5 мм. Прокладку окантовывают для прочности и не прогорания. Покрывают графитом для неприлипания при разборке. Раньше покрывали латунной фольгой.

Металлические прокладки делают в зависимости от материала гильзы и головки:

- стальными толщиной до 5 мм (ГАЗ-542);
- из пакета стальных мягких листов (ЯМЗ);
- из меди для уплотнения чугунных головок.

Надежность газового стыка зависит от правильной схемы затяжки. Момент затяжки для бензиновых ДВС равен 70–120 Нм, а дизелей, до 200 Нм.

Смысловой модуль (тема 8)

Группа поршня. Группа шатуна. Группа коленчатого вала

- 8.1. Состав и назначение группы поршня.
- 8.2. Поршень. Конструктивные особенности.
- 8.3. Поршневые кольца.
- 8.4. Поршневые пальцы.
- 8.5. Назначение и состав группы шатуна.
- 8.6. Условия работы и требования к группе шатуна.
- 8.7. Конструктивные особенности элементов шатуна.
- 8.8. Шатунные болты и подшипники.
- 8.9. Особенности конструкции одинарных и сочлененных шатунов.
- 8.10. Назначение, состав и условия работы группы коленчатого вала (ГКВ).
- 8.11. Коленчатый вал.
- 8.12. Подшипники коренных опор.
- 8.13. Уплотнение вала.
- 8.14. Схемы компоновок вала.
- 8.15. Маховик и демпферы крутильных колебаний.

8.1. Состав и назначение группы поршня (ГП)

Группа поршня включает: поршень, палец, кольца, крепления.

Назначение: воспринимает давление газов и передает усилие через шатун на коленчатый вал, уплотняет КС, а так же управляет газообменом.

Условия работы: высокие температурные и механические напряжения переменного характера в условиях недостаточной смазки.

8.2. Поршень, конструктивные особенности

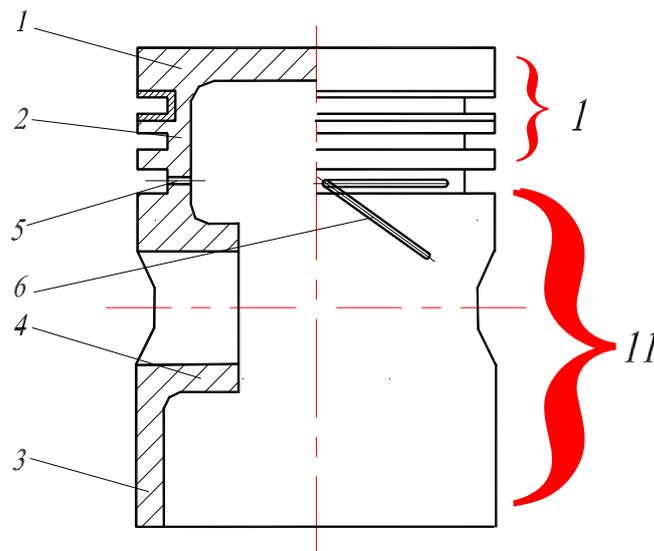


Рис. 8.1. Схема поршня:

- I** – головка поршня с кольцевыми выточками;
II – направляющая часть; 1 – днище; 2 – головка;
3 – юбка (направляющая часть); 4 – бобышки;
5 – отверстия для отвода масла, 6 – технологический разрез

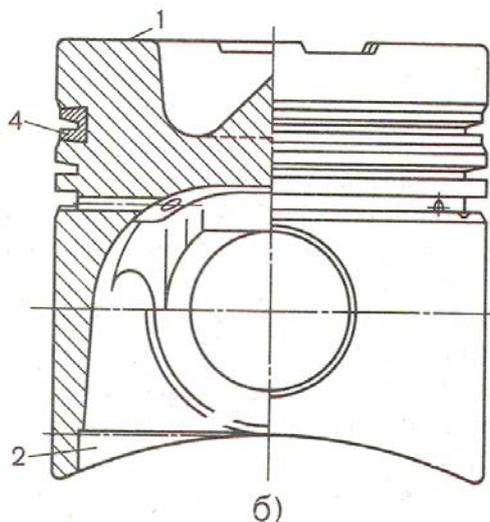


Рис. 8,1, б. Поршень:

- 1 – днище; 2 – юбка; 4 – жаропрочная вставка.

Материал поршня: алюминиевые сплавы, чугун, стальные сплавы, магниевые сплавы.

Днище поршня может быть: плоское, вогнутое, выпуклое, фасонная.

Конструктивные формы выбирают из условий работы двигателя.

В головке поршня на боковой поверхности имеются канавки для установки поршневых колец. Обычно в верхнюю канавку заделывается чугунная кольцевая вставка 3 на рис. 8.2 б, для снижения износа и повышения долговечности.

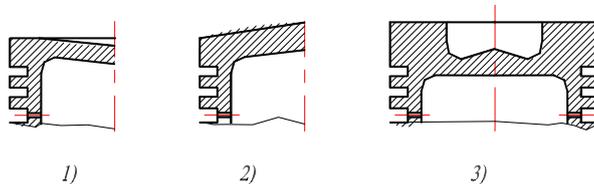


Рис. 8.2. Виды днища поршня:
1 – вогнутое; 2 – выпуклое; 3 – фасонное

Юбка поршня имеет более тонкие стенки, чем головка. В средней части расположены бобышки – приливы для установки пальца.

Меры позволяющие поддерживать оптимальные зазоры (противодействие заклиниванию) между поршнем и гильзой цилиндров:

а) Алюминий при нагревании расширяется значительно больше, чем чугун. В холодном двигателе, зазор не должен быть чрезмерно большим, чтобы не вызвать стук поршня и утечку газов; сечение юбки имеет не круглую, а овальную форму. Разность осей 0,15–0,5мм.

б) С этой же целью делают технологический разрез на юбке не доходящий до конца юбки поршня (рис. 8.4).



Рис. 8.3. Виды технологических разрезов юбки поршня

в) Поршни по длине делают ступенчатыми или конусными. Зазор по длине «юбки» поршня в верхней части детали должен быть больше чем в нижней части и составляет 0.12 – 0.08 мм.

г) Что бы при нагревании поршни меньше расширялись, а так же для повышения прочности при литье, в них заделывают пластины из «малорасширяющейся» стали.

д) Применяют цельнометаллические стальные кольца (для дизелей).

е) Используют овально – бочкообразный профиль юбки.

ж) На форсированных дизелях для интенсивного отвода тепла от днища поршня используется масляные форсунки.

з) Покрывают оловом (графитом) для приработки (толщина слоя составляет 0.004 – 0.006 мм.)

Поршни подбирают по весу (разница не должна 2 – 8 г). Поршни имеют установочные метки. Составные (комбинированные) поршни, применяют для высоконагруженных двигателей.

8.3. Поршневые кольца

Назначение: уплотняют КС и передают теплоту от поршня в цилиндр, предохраняют от попадания масла в КС.

Представляют из себя разрезные пружинящие элементы.

Кольца делятся на: компрессионные и маслосъемные.

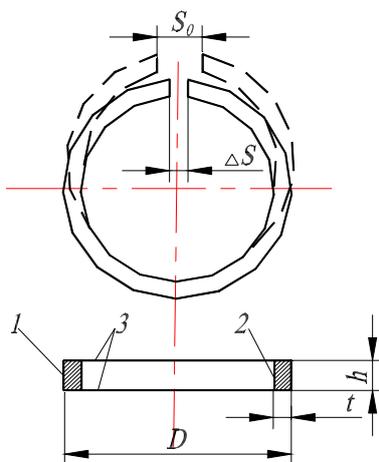


Рис. 8.5. Схема компрессионного кольца:

1 – наружная сторона; 2 – внутренняя; 3 – торцевая или боковая;
 h – высота кольца; t – радиальная толщина; S_0 – зазор в замках

Разрезы или замки колец делают:

- прямыми;
- косыми; (не применяют).
- ступенчатыми.

Зазор S (в холодном состоянии равен (0,15–0,5 мм)).

Материал: перлитный чугун, сталь.

Верхние компрессионные кольца подвергают пористому хромированию, остальные покрывают молибденом, оловом.

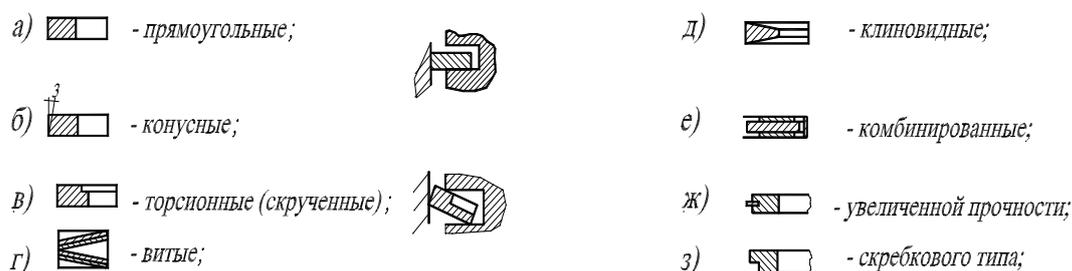


Рис. 8.6, а. Компрессионные кольца

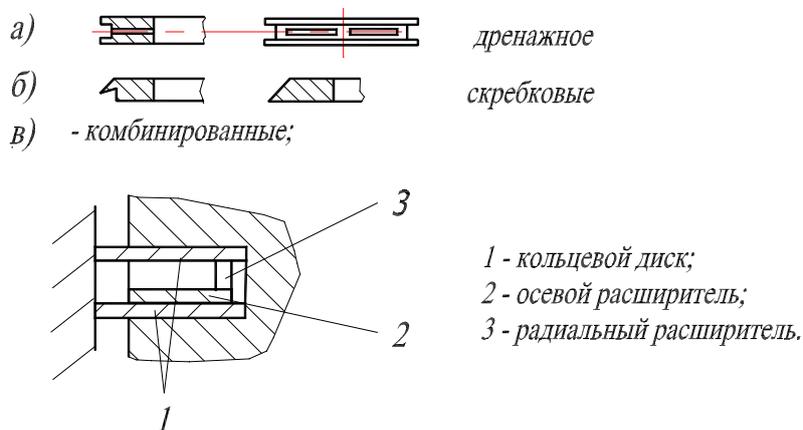


Рис. 8.6, б. Маслоъемные кольца

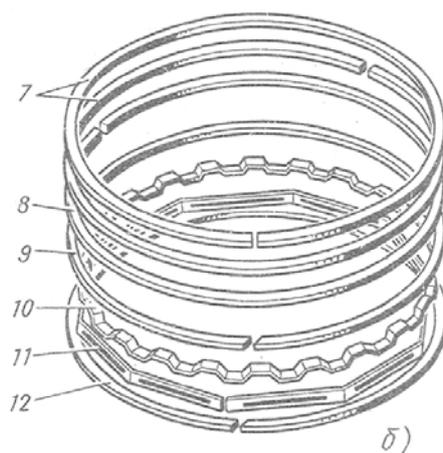


Рис. 8.7. Комплект маслоъемных или маслоотводных колец:
б – поршневые кольца; 7 – верхние компрессионные кольца; 8 – Нижнее компрессионное кольцо; 9,12 – маслоъемные кольца; 10 – осевой расширитель; 11 – радиальный расширитель.

8.4. Поршневые пальцы

Поршневой палец – служит осью в шарнирном соединении поршня с шатуном и воспринимает знакопеременные нагрузки.

Материал: углеродистые и легированные стали.

Пальцы бывают: плавающие и закрепленные.

Закрепленными считают пальцы, неподвижно зафиксированные в головке шатуна или бобышках поршня.

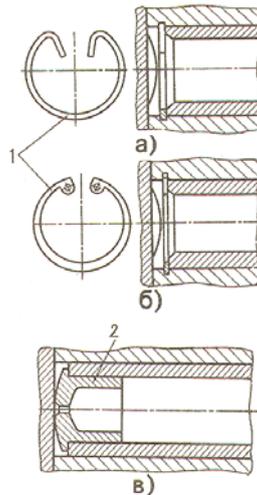


Рис. 8.8. Поршневые пальцы плавающего типа:
1 – пружинные стопорные кольца; 2 – спец. ограничитель

Для уменьшения неравномерности износа пальцы делают плавающими, которые фиксируют только от осевого смещения стопорными пружинными кольцами или грибками.

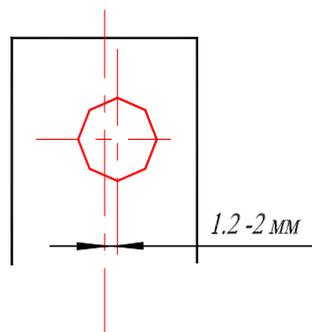


Рис. 8.9. Схема смещения пальца относительно оси поршня.

Ось пальца в бобышках незначительно смещена относительно оси цилиндра (1,2–2мм) в сторону действия большей боковой силы.

Для уменьшения стука в холодном состоянии ДВС, при перекладке поршня и для снижения боковой силы N .

Требования к поршневому пальцу:

– должны иметь небольшую массу, ограниченные размеры и высокую износостойкость.

8.5. Назначение и состав группы шатуна (ГШ)

Группа шатуна предназначена для передачи усилия от поршня к коленчатому валу и наоборот, т.е. она принимает участие в возвратно-поступательном движении поршня и вращательном движении коленвала.

ГШ состоит из: шатуна (поршневой головки, стержня, кривошипной головки), втулки, вкладышей, деталей крепления (рис. 8.10).

8.6. Условия работы и требования

Группа шатуна работает в условиях воздействия переменных по величине газовых и инерционных сил, близких к ударным, а так же в среде недостаточной смазки.

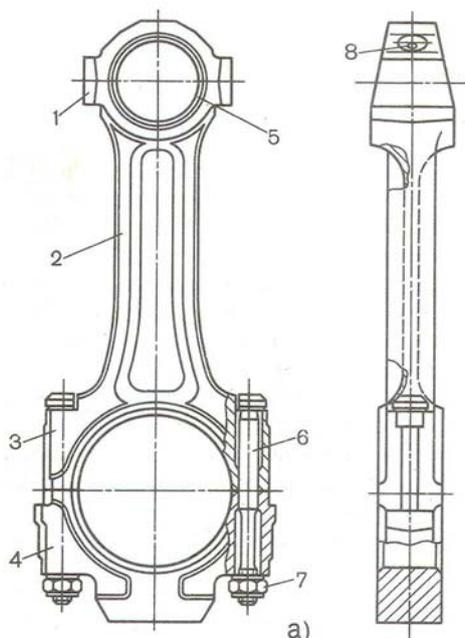


Рис. 8.10. Общий вид шатуна: 1 – верхняя головка; 2 – стержень; 3 – нижняя головка; 4 – крышка нижней головки; 5 – втулка верхней головки; 6 – шатунный болт; 7 – гайка; 8 – отверстие для смазывания.

Требования к шатуну: последний должен обладать высокой жесткостью и твердостью, минимальной массой и технологичностью изготовления.

Изготавливают деталь методом горячей штамповки из среднеуглеродистых сталей, а в особых случаях из легированных сталей.

8.7. Конструктивные особенности

Верхняя головка шатуна имеет цилиндрическую форму, а ее конструкция зависит от способа крепления поршневого пальца:

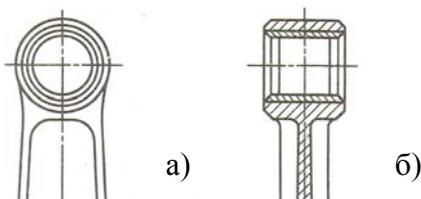


Рис. 8.10. Конструктивные особенности верхних головок шатуна
 а) установленный с натягом; б) плавающий – цельный с запрессованной бронзовой втулкой (толщина 0,8–2,5 мм).

Для лучшей смазки в головке выполняют отверстие, а так же винтообразный канал на втулке. Втулка верхней головки смазывается разбрызгиванием при помощи масляного «тумана» или под давлением. Для охлаждения поршня маслом на верхней головке размещают специальные форсунки для подачи и распыливания масла.

Стержень шатуна, подверженный продольному изгибу, чаще всего имеет двутавровое сечение, но иногда применяют крестообразные, трубчатые, круглые и др. профиль (см. рис. 8.11).

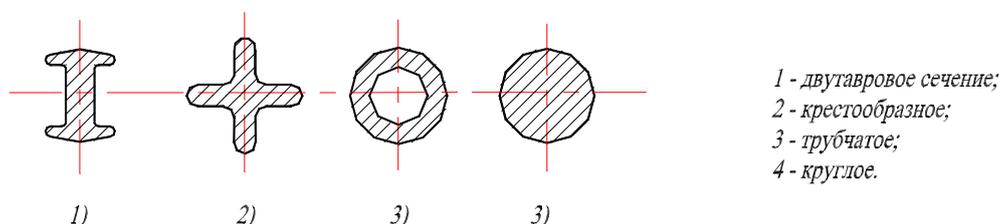


Рис. 8.11. Виды профиля стержня шатуна.

Применяются плавные переходы от стержня к головкам, что увеличивает жесткость конструкции шатуна.

Нижние головки шатунов обычно выполняются разъемными, с упрочняющими приливами и ребрами жесткости. Иногда крышка крепится 4-мя или 6-ю болтами. Обработывается в собранном виде, и маркируется в 2-х местах. Обычно применяются прямой разъем, приведенный на (рис. 8.11, а). В случае, когда нижняя головка не проходит через цилиндр применяется косой разъем (б), который несколько разгружает шатунные болты (улучшает условия сборки).

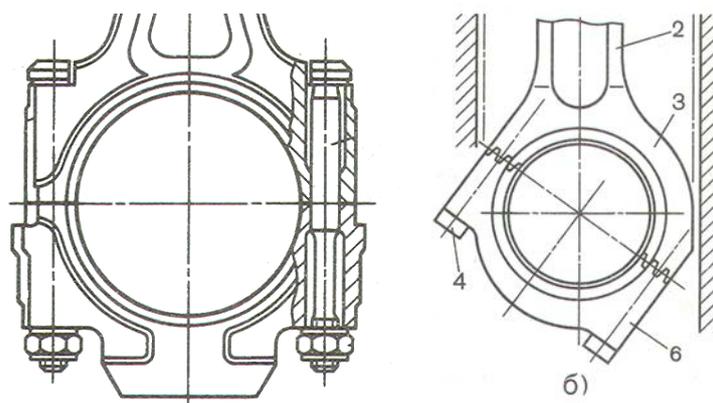


Рис. 8.11. Виды разъема нижней головки шатуна:
2 – стержень; 3 – нижняя головка; 4 – крышка нижней головки; 6 – шатунный болт.

Плоскость косо́го разъема размещают обычно под углом 45° (возможны от 3° до 60°).

8.8. Шатунные болты и подшипники

Шатунные болты являются одной из ответственных деталей ДВС. В большинстве случаев является одновременно и установочными элементами ГШ.

От проворачивания головки болтов имеют фиксирующие лыски. Переходы на «теле» делаются как можно плавней.

Затяжку болтов выбирают из условий не раскрытия стыка разъемной головки. Обычно болты фиксируют шплинтами. Для бензиновых ДВС момент затяжки болтов составляет 70–80 Нм, для дизелей – 180–240 Нм.

Материал болтов: хромо-никелевая сталь с термообработкой. Нижние головки шатуна обычно снабжаются подшипниками скольжения. В редких случаях применяются подшипники качения (прицепная головка, разборной коленчатый вал).

Антифрикционные сплавы для подшипников:

- бобышки на оловянной основе Б – 83;
- бобышки на свинцовой основе СОС 6 – 6;
- алюминиевые высокооловянные сплавы;
- свинцовистая бронза Бр. С – 30.

В старых моделях ДВС сплав заливался по «телу» головки шатуна. В современных двигателях применяются вкладыши, выполнены из 2-х полуколец.

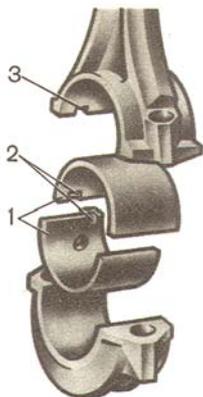


Рис. 8.12. Подшипник головки шатуна:

1 – стальные вкладыши; 2 – удерживающие усики; 3 – пазы.

Шатуны снабжаются тонкостенными вкладышами, выполненными из стальной ленты (1,5–2,0 мм) покрытые антифрикционным сплавом толщиной (0,2–0,4 мм), приведенные на рис. 8.12. Такие двухслойные покрытия называются биметаллическими. Применяются триметаллические (на стальную ленту наносится медно – никелевый подслоя), который допускает большие удельные давления. Вкладыши взаимозаменяются. Фиксируются тонкостенные вкладыши усами, толстостенные – штифтами. Смазываются вкладыши маслом, которое поступает через отверстия, выполненные в кривошипе. На стенках имеются так называемые «холодильники» для увеличения их несущей способности.

Шатуны, как и поршни, подбирают по весу (6–8 г) и по типоразмеру.

С целью получения надежного прилегания а шатунным шейкам они изготавливаются так, что бы при затягивании шатунных болтов обеспечивался небольшой натяг.

Диаметральный зазор между вкладышами и шатунной шейкой составляет 0,025–0,08 мм.

8.9. Особенности конструкции одинарных и сочлененных шатунов

Одинарные шатуны устанавливаются на однорядные и V-образные двигатели. При установке на двухрядный двигатель два шатуна крепятся на одной шатунной шейке. Вследствие этого один ряд цилиндров смещается относительно другого. Увеличивает длину коленвала, а соответственно и всего двигателя. Унифицируются с любыми одинарными шатунами.

Сочлененные шатуны узлы представляют собой единую конструкцию, состоящую из двух спаренных между собой шатунов (см. рис.8.13)

По конструкции различают:

- а) вильчатые или центральные;
- б) с прицепным шатуном.

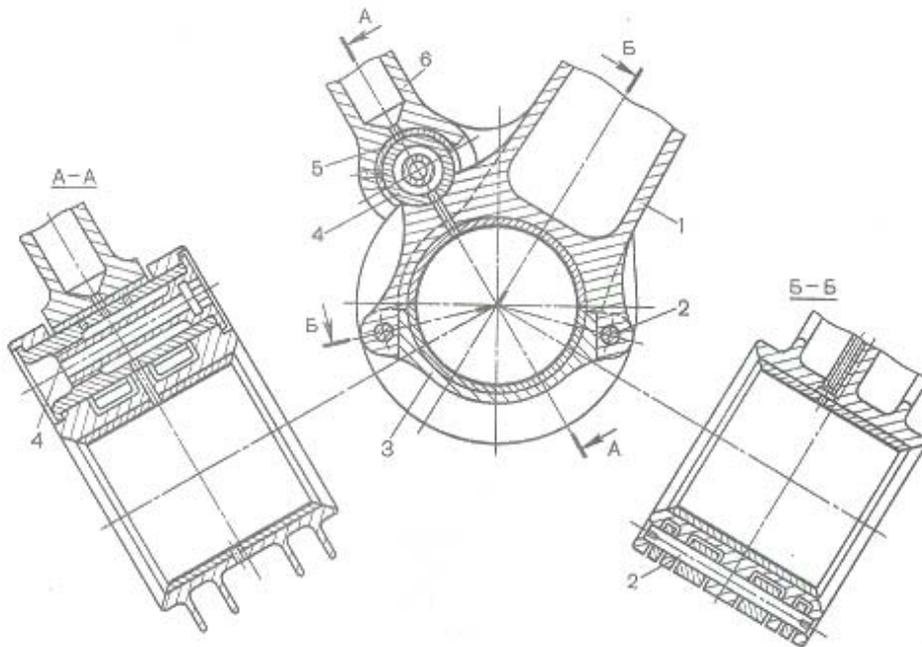


Рис. 8.13. Сочлененные шатуны:

- 1 – кривошипная головка главного шатуна;
- 2 – шпильки-штифты; 3 – нижняя крышка;
- 4 – палец; 5 – втулка; 6 – шатун.

Такие шатуны конструктивно сложнее одинарных, но позволяют равномерно распределить нагрузку по плоскости кривошипных головок коленвала. Применяются сочлененные шатуны на судовых и тепловозных ДВС.

8.10. Назначение, состав и условия работы группы коленчатого вала (ГКВ)

Назначение ГКВ: принимает участие в преобразовании поступательного движения поршня во вращательное движение коленвала и передачи крутящего момента к трансмиссии.

В ГКВ входит: коленчатый вал, маховик, шестерни привода распределительного вала, детали уплотнения, подшипники коренных опор и др.

Условия работы: воспринимает действие резко переменных по величине и направлению сил; при возникновении переменной угловой скорости, вследствие чего возникают крутильные колебания; работа осуществляется в условиях повышенного трения и ограниченной смазки.

Требования: должен обладать высокой прочностью, жесткостью, износостойкостью, небольшой массой.

8.11. Коленчатый вал

Схема коленчатого вала приведена на рис. 8.14.

Коренные шейки 7 служат валу опорами, на которые он укладывается, и вращается.

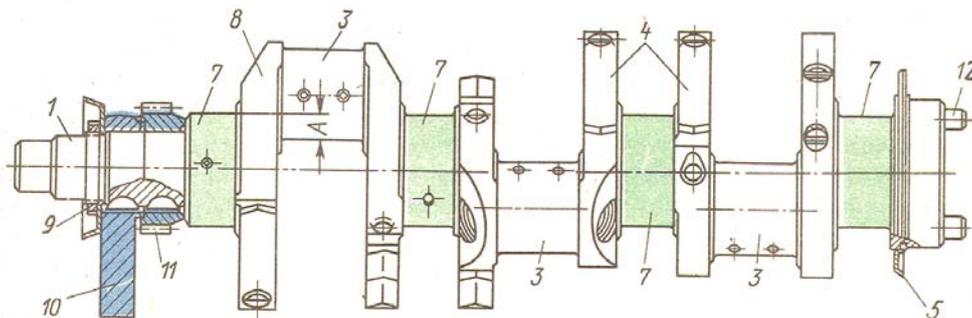


Рис. 8.14. Схема коленчатого вала:

- 1 – передний конец; 2 – грязеуловительная полость;
- 3 – шатунная шейка; 4 – противовесы; 5 – маслоотражатель;
- 6 – фланец для крепления маховика; 7 – коренная шейка;
- 8 – щека; 9 – гайка; 10 – съемные противовесы;
- 11 – распределительно зубчатое колесо;
- 12 – установочный штифт.

Шатунные шейки 3 служат для шарнирного соединения вала с нижними головками шатунов.

Щеки 8 объединяют в один узел шатунные и коренные шейки и образуют кривошип.

Хвостовик 6 – задняя часть вала, обычно заканчивается фланцем (для крепления маховика).

В торце хвостовика имеется отверстие под подшипники первичного вала КПП. На цилиндрической, поверхности делают маслоотражающий буртик маслосъемную нарезку или гладкую шейку под уплотнительный сальник.

Носком 1 называют переднюю часть коленвала, на котором устанавливается шестерня привода ГРМ, маслоотражатель и шкив вентилятора. С торца – храповик. На боковой поверхности имеется канавка для шпонки, фиксирующей шестерню.

Противовесы 4 устанавливают на щеках со стороны противоположной кривошипу они служат для полной или частичной разгрузки коренных опор от местных центробежных сил.

Для подачи масла к шатунным подшипникам вал имеет сверление и технологические каналы. Шатунные шейки обычно снабжаются грязеуловителями, которые значительно улучшают очистку масла. Коленчатые валы различают на полноопорные и неполноопорные (MeM3). Чем больше число опор, тем выше жесткость вала. Вал с наибольшим возможным числом опор называют полноопорным.

Материал: углеродистая сталь, изготавливают методом горячей штамповки иликовки (М-412, ЗИЛ-130, ЯМЗ-236, 238), высокопрочный магниевый чугун (ГАЗ-24, ВАЗ, ГАЗ-53А)

Коленчатые валы подвергаются статической и динамической балансировке.

Жесткость вала увеличивается за счет «перекрытия» шеек.

Для повышения общей прочности вала сопряжение шеек с шейками выполняют с плавными переходами – гантелями.

8.12. Подшипники коренных опор

В качестве подшипников коренных опор применяют биметаллические или триметаллические вкладыши. Конструкция и технология изготовления такая же, как и для шатунных вкладышей. Отличается большей толщиной стальной ленты.

Коленчатые валы строго фиксируют от осевого смещения (допускается не более 0,2 мм).

Осевая фиксация осуществляется фиксирующими шайбами как правило только у одной из коренных опор, либо крайние (при косозубой шестерне или цепном приводе ГРМ), либо в средней части ДВС.

Шайбы изготовлены из листовой стали с нанесением антифрикционного покрытия.

8.13. Уплотнение вала

Коленчатый вал уплотняется в картере при помощи различных сальников, а так же имеет масло- и пылеотражающие устройства.

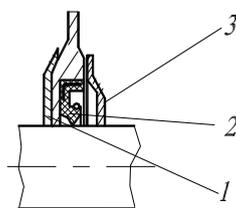


Рис. 8.15. Уплотнение коленчатого вала

1 – пылеотражатель; 2 – сальник; 3 – маслоотражатель

Для некоторых автомобилей уплотнения заднего конца коленчатого вала применяют из прографиченного асбестового шнура (ГАЗ-24, ГАЗ-66).

Дополнительно коленчатый вал имеет маслоотражательный буртик и маслосгонную нарезку.

14. Схема компоновок вала

Схемы выбирают, так что бы обеспечить равномерное чередование рабочих ходов вне зависимости от тактности.

Чередование рабочих ходов в цилиндрах называется *порядком работы двигателя*.

Исходят из принципа, что последовательно работающие цилиндры двигателя должны отстоять друг от друга как можно дальше.

Пример: для четырехтактного двигателя

1 – 2 – 4 – 3

или 1 – 3 – 4 – 2

Рабочий ход чередуется $720^\circ : 4 = 180^\circ$

Этому условно удовлетворяет коленчатый вал, где колена располагаются в одной плоскости.

В шестицилиндровых $720^\circ : 6 = 120^\circ$

8.15. Маховик и демпферы крутильных колебаний

Маховик служит для выравнивания угловой скорости коленвала, вывода из мертвых точек деталей КШМ и осуществления вспомогательных тактов РП. Маховик отливают из чугуна в виде диска с массивным ободом и подвергают динамической балансировке в сборе с коленчатым валом.

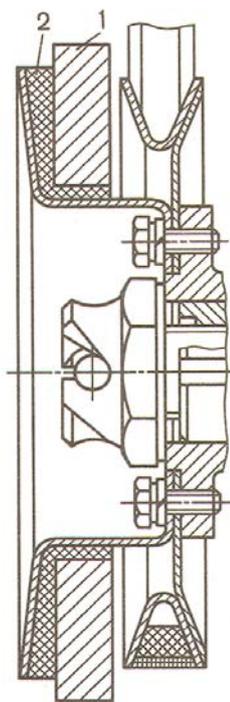


Рис. 8.16. Демпфер крутильных колебаний:

1 – маховик; 2 – привулканизированная резиновая прокладка.

Для прокрутки вала при пуске двигателя электрическим стартером на обод маховика напрессовывается зубчатый венец.

Фиксируется маховик с коленчатым валом установочным штифтом или несимметрично расположенных отверстий под болты на фланце. На цилиндрической поверхности наносятся метки ВМТ.

К маховику крепят сцепление. При зацеплении с одной стороны коленвала, он будет совершать упругие колебания.

При совпадении колебаний от сил с его собственными, возникает явление *резонанса*. Число оборотов соответствующих резонансу называется *критическим*. При этом возможно разрушение вала. Чем жестче вал, тем выше число критических оборотов. Если жесткость изменить, а критические обороты – не удастся, ставят гаситель колебаний.

Устанавливают гаситель (демпфер) обычно на носке, где крутильные колебания имеют наибольшую величину.

В автомобильных двигателях применяют гасители *фрикционные* (сухого трения), *внутреннего трения* (резиновые) и *жидкого трения*.

Наиболее распространенные внутреннего трения-демпферы.

Смысловой модуль (тема 9)

Газораспределительный механизм (ГРМ)

9.1. Назначение ГРМ.

9.2. Клапанные ГРМ.

9.3. Детали клапанных ГРМ.

9.4. Золотниковые и комбинированные ГРМ.

9.5. Фазы ГР.

9.1. Назначение ГРМ

ГРМ служат для управления впуском в цилиндр свежего заряда и выпуска из него отработавших газов, а так же для уплотнения впускных и выпускных отверстий.

В зависимости от способа уплотнения их подразделяют на *клапанные*, *золотниковые* и *комбинированные* ГРМ.

9.2. Клапанные ГРМ

Клапаны, перекрывающие впускные и выпускные отверстия соответственно называются *впускными* и *выпускными*.

В зависимости от расположения клапана в цилиндре различают верх неклапанные, нижнеклапанные и смешанные механизмы ГР.

В каждом цилиндре имеется минимум 2 клапана: впускной и выпускной.

Управление клапанами осуществляется кулачками распределительного вала, которые приводятся в движение от коленчатого вала. В течение рабочего цикла, т.е. за два оборота коленчатого вала каждый из клапанов открывается по одному разу. Следовательно, распределительный вал за два оборота коленвала должен повернуться один раз.

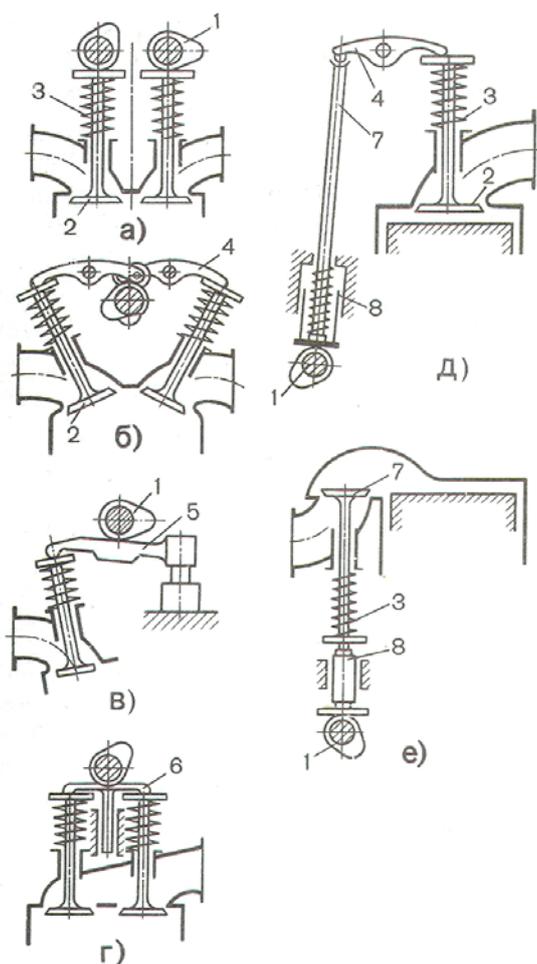


Рис. 9.1. Схема установки и привода клапанов.

а, б, в и г – верхнее расположение клапанов с приводом от распределительного вала, устанавливаемого на головке цилиндров;

д – верхнее расположение клапанов при нижней установке распределительного вала; е – нижнее расположение клапанов.

1 – распределительный вал с кулачками; 2 – клапан; 3 – пружина; 4 – коромысло; 5 – рычаг; 6 – траверса; 7 – штанга; 8 – толкатель.

Преимущества (а)	Преимущества (б)
1. Простой, дешевый в изготовлении	1. Значительно улучшается РП за счет радиальной КС.
2. Надежен в эксплуатации	2. Удобная регулировка
3. Хорошо сохраняет регулировку в процессе эксплуатации	
Недостатки (а)	Недостатки (б)
1. Нерациональная форма КС	1. Требуется частых регулировок.
2. Хуже наполнение	2. Интенсивный износ
3. Неудобная регулировка	3. Шум в работе

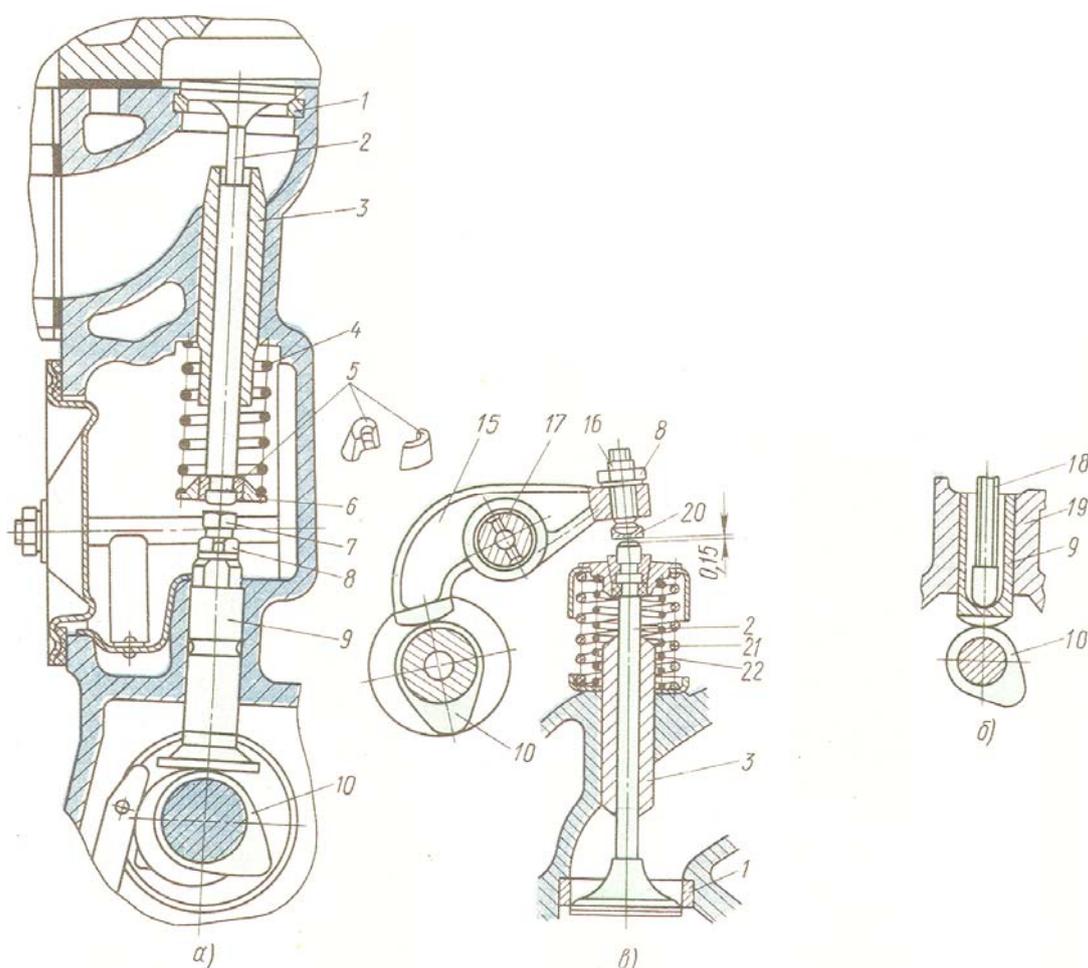


Рис. 9.2. Нижнее расположение вала:

а – с нижним расположением клапанов и распределительного вала;
б – с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала; **в** – с верхним расположением клапанов и распределительного вала

Смешанное расположение – часть клапанов расположена в головке, часть в блоке. Сочетает достоинства и недостатки обеих схем.

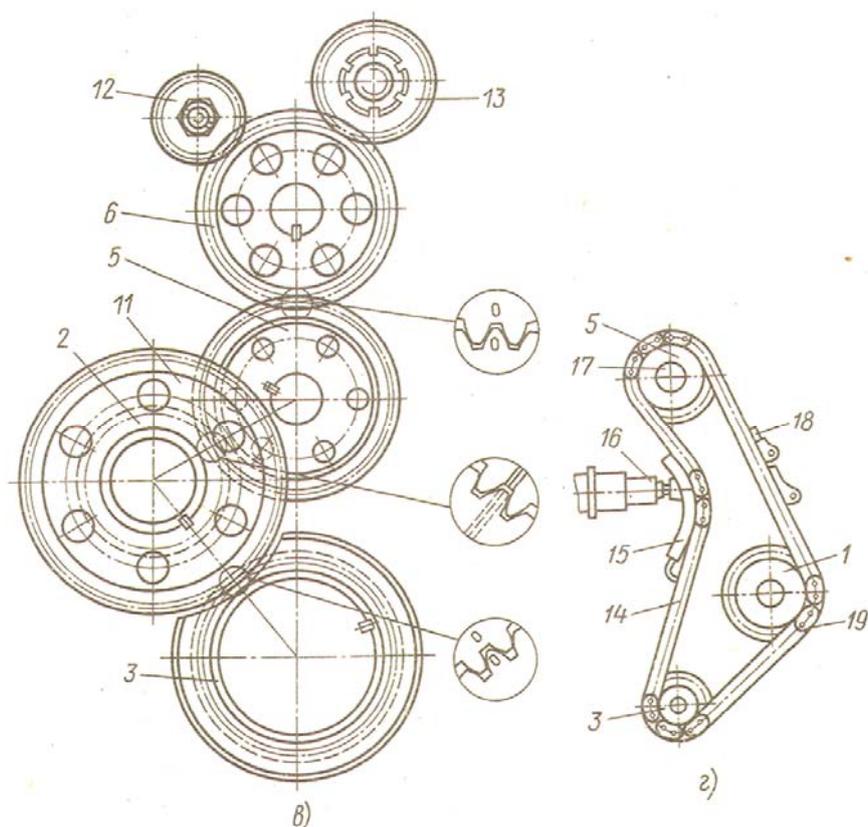


Рис. 9.3. Приводы механизма газораспределения двигателя:
в – КАМАЗ-740; г – автомобиля ВАЗ-2107;

1 – зубчатое колесо; 2 и 11 – промежуточные зубчатые колеса; 3 – распределительное зубчатое колесо коленчатого вала; 4, 7 и 10 – метки; 5 – зубчатое колесо распределительного вала; 6 и 9 – зубчатые колеса топливного насоса; 8 – зубчатое колесо привода вентилятора; 12 – зубчатое колесо привода насос гидроусилителя; 13 – зубчатое колесо привода компрессора; 14 – ведомая ветвь цепи; 15 – башмак натяжного механизма; 16 – натяжной механизм; 17 – распределительный вал; 18 – ускоритель; 19 – ведущая ветвь

Привод клапанов осуществляется при помощи шестеренчатых передач (в основном у грузовых и многоцилиндровых ДВС), а также зубчато-ременных и цепных передач (у высокооборотных ДВС).

9.3. Детали клапанных ГРМ

Клапана состоят из: головки (тарелки) и стержня (см. рис. 9.4). Они бывают с различными головками: плоской, выпуклой и «тюльпанообразной».

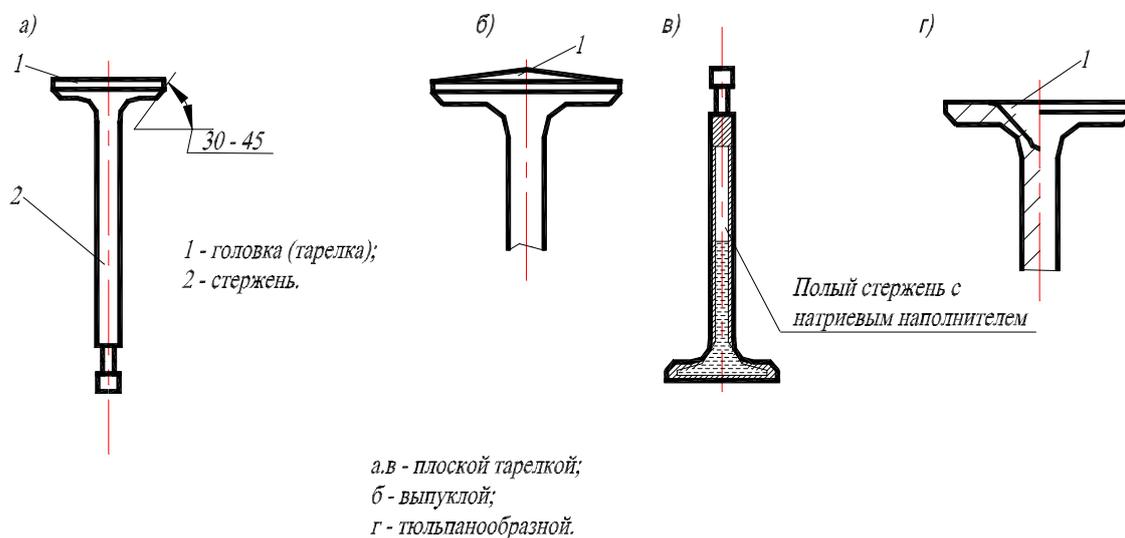


Рис. 9.4. Впускные и выпускные клапаны

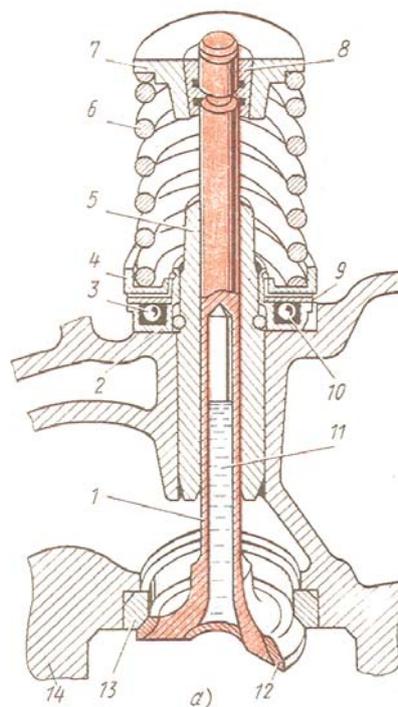


Рис. 9.5. Впускной клапан механизма газораспределения.
1 – стержень; 2 – корпус; 3 – шарики; 4 – упорная шайба;
5 – направляющая; 6 – пружина; 7 – тарелка; 8 – разрезной сухарь;
9 – дисковая пружина; 10 – пружина; 11 – внутренняя
полость клапана; 12 – головка; 13 – седло; 14 – головка блока

Некоторые имеют натриевое охлаждение (ЗИЛ-130). Клапана изготавливают из жаропрочных хромо-никелевых сталей.

Седла – кольца клапанов – вставляют непосредственно в блок или головку цилиндров.

Материал: специальный чугун, легированная сталь, металлокерамика.

Клапанные пружины обеспечивают плотное прилегание клапанов к седлам.

Применяются витые цилиндрические пружины. Для устранения резонанса ставят по две пружины или пружину с переменным числом витков.

Для увеличения продолжительности работы выпускных клапанов, применяют механизмы принудительного поворота клапанов относительно седла клапана (см. рис. 9.5).

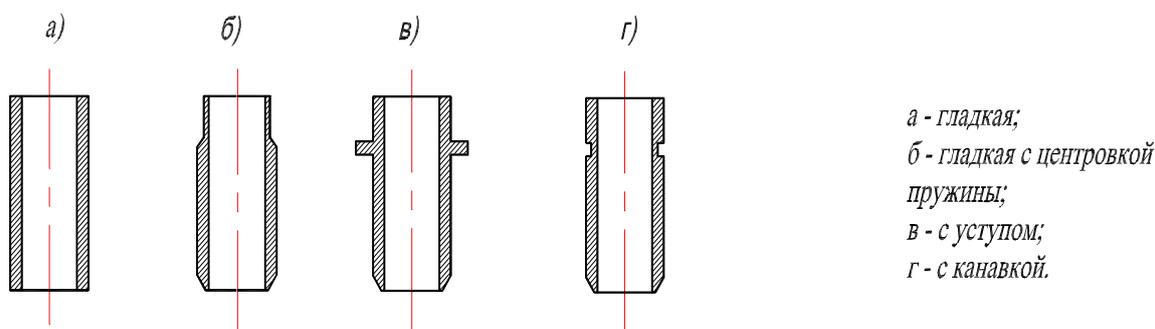


Рис. 9.6. Направляющие втулки клапанов с разнообразной формой

Чтобы избежать «заедание» – стержень клапанов делают меньшего диаметра у головки.

Втулки клапанов (см. рис. 9.6) изготавливают из бронзы, перлитного чугуна, металлокерамики.

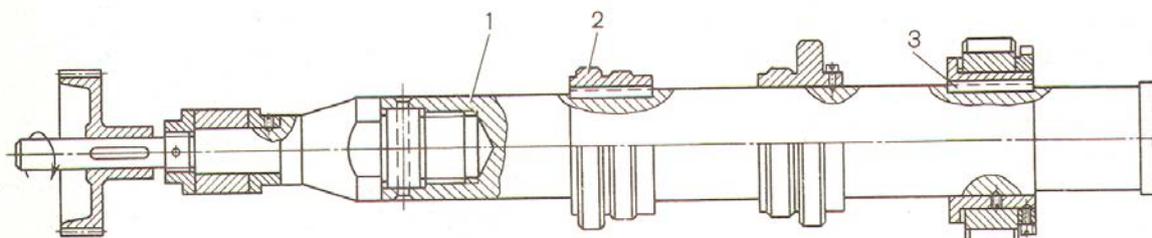


Рис. 9.7. Распределительный вал
1 – вал; 2 – съемный кулачок; 3 – шпонка.

Для защиты от масла снабжаются маслоотражательными колпачками.

Распределительный вал предназначен для своевременного открытия клапанов приведен на рис. 9.7.

Материал: легированная и углеродная стали, а также высокопрочный чугун.

Подшипники: биметаллические вкладыши или кольца.

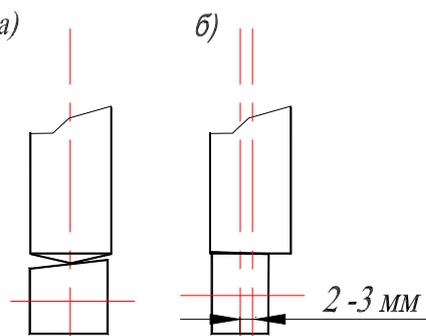


Рис. 9.9. Способы размещения толкателей

Штанги изготавливают «монолитными» или трубчатыми. Их изготавливают из стали или дюралюминия (с запрессованным наконечником). *Коромысла* изготавливают с различными плечами, необходимыми для открытия клапана. Короткое плечо снабжается отверстием под регулировочный болт. Втулка чаще всего выполнена из оловянистой бронзы.

Масло подается через ось коромысел.

Зазор в клапанах компенсируется за счет термического расширения (0,15–0,3мм).

9.4. Золотниковые и комбинированные ГРМ

Имеют возвратно-поступательное или вращательное движение. Вращаются с цилиндрическим плоским и конусным золотником.

Двухтактные ДВС с окнами тоже в свою очередь являются золотниковыми. *Комбинированные ГРМ* состоят: частично из клапанных ГРМ, а частично из клапанно-щелевой продувкой.

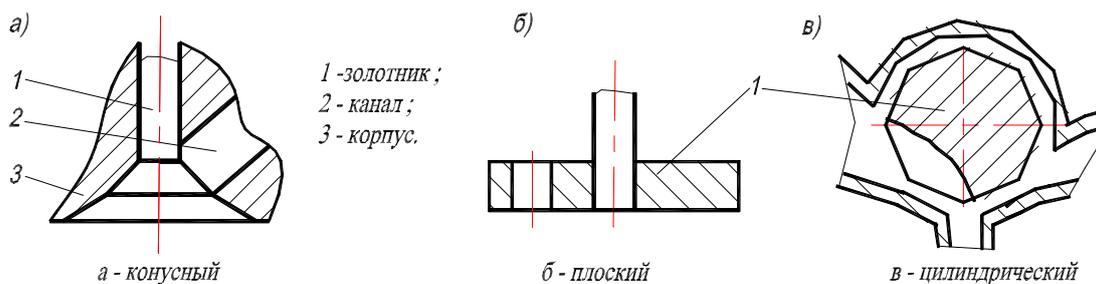


Рис. 9.10. Золотниковые и комбинированные ГРМ

9.5. Фазы газораспределения

Моменты открытия и выраженные в градусах поворота коленвала по отношению к соответствующим точкам ВМТ и НМТ называются фазами газораспределения. их изображают в виде диаграммы.

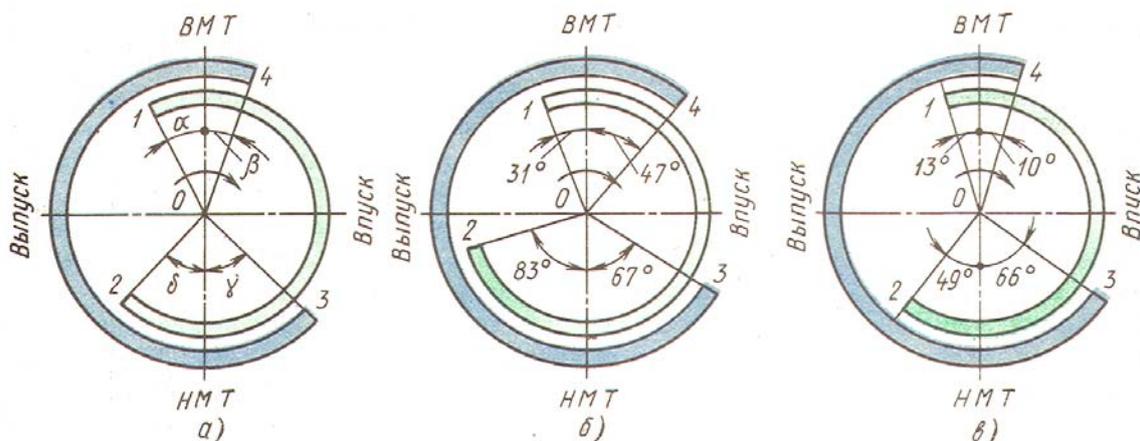


Рис. 9.11. Диаграммы фаз газораспределения

а – общая четырех тактного двигателя;

б – двигателя автомобиля ЗИЛ-130; в – дизеля КАМАЗ-740;

1 – 2 – фаза впуска; 3 – 4 – фаза выпуска;

О – центр вращения вала

Впускной клапан

$\alpha = 12-31^\circ$

$\delta = 40-83^\circ$

Выпускной клапан

$\gamma = 42-67^\circ$

$\beta = 10-47^\circ$

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
4. Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Блок смысловых модулей (раздел 4)

Смысловой модуль (тема 10)

Топливная система бензиновых ДВС

- 10.1. Назначение и основные части топливной системы.
- 10.2. Смесеобразование и состав горючей смеси.
- 10.3. Элементы топливной системы.
- 10.4. Простейший карбюратор.
- 10.5. Вспомогательные устройства карбюраторов.
- 10.6. Топливная система с впрыскиванием топлива.

10.1. Назначение и основные части топливной системы

Топливная система служит для хранения запаса топлива, очистки топлива и воздуха, приготовления горючей смеси и подачи ее к цилиндрам, а так же для отвода отработавших газов.

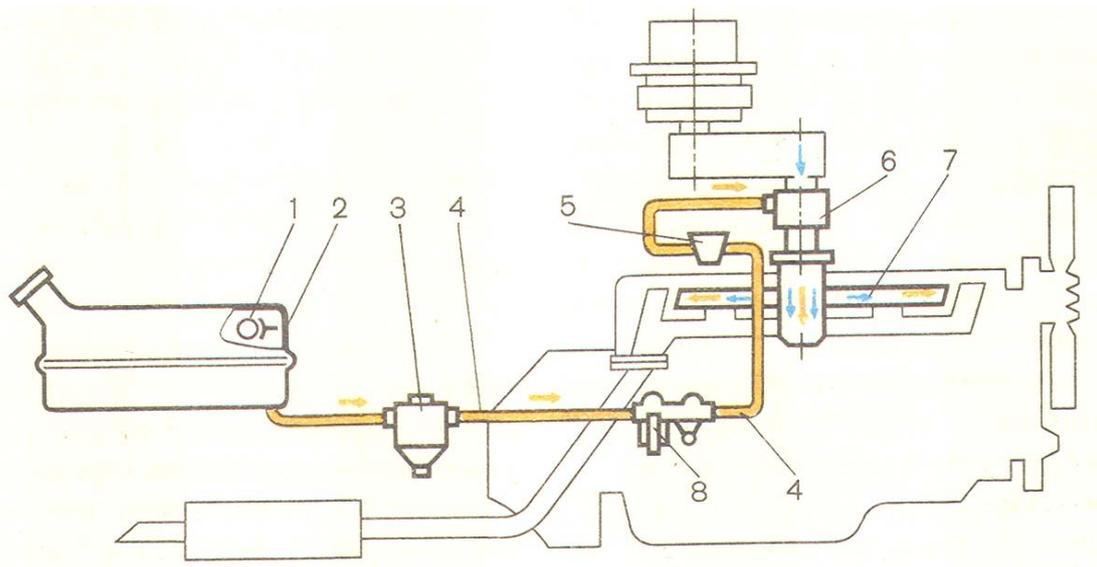


Рис. 10.1. Схема системы питания карбюраторного ДВС:

- 1 – указатель уровня топлива; 2 – топливный бак;**
- 3 – топливный фильтр; 4 – топливопровод;**
- 5 – фильтр тонкой очистки топлива; 6 – карбюратор;**
- 7 – впускной трубопровод;**
- 8 – топливный насос.**

10.2. Смесеобразование и состав горючей смеси

Процесс смесеобразования заключается в смешивании топлива с воздухом в определенной пропорции. Для полного сгорания 1 кг бензина теоретически необходимо 15 кг воздуха.

Однако реальное количество воздуха может быть больше или меньше теоретического. Поэтому состав горючей смеси принято характеризовать *коэффициентом избытка воздуха* α .

α – представляет собой отношение действительного количества l воздуха в смеси, содержащей 1 кг топлива, к теоретическому количеству l_0 , необходимому для полного ее сгорания:

$$\alpha = l/l_0 = G_B/G_T \cdot l_0$$

где: $l = G_B/G_T$ (расход воздуха кг/ч/ расход топлива, кг/ч);

Бывают такие составы топливно-воздушной смеси:

Богатая $\alpha = 0,55 \dots 0,85$.

Обогащенная $\alpha = 0,85 \dots 0,95$.

Нормальная $\alpha = 1$.

Обедненная $\alpha = 1,05 \dots 1,15$.

Бедная $\alpha = 1,15 \dots 1,35$.

Основные режимы работы бензинового ДВС

– пуск двигателя ($\alpha = 0,2 \dots 0,6$);

– холостой ход и малые нагрузки ($\alpha = 0,7 \dots 0,8$);

– средние нагрузки ($\alpha = 1,05 \dots 1,15$);

– полные нагрузки ($\alpha = 0,85 \dots 0,9$);

– резкие переходы с малых нагрузок на большие ($\alpha = 0,85 \dots 0,9$)

$0,5 < \alpha < 1,35$, – пределы горения горючей смеси.

10.3. Элементы топливной системы

10.3.1. Топливный бак.

Топливный бак – аналогичен дизельному (см. 11.3.1).

10.3.2. Топливные фильтры

Аналогичны дизельным (см. 11.3.2).

10.3.3. Топливный насос

Обычно на ДВС применяется диафрагменного типа (см. 11.2.3).
Схема топливного насоса приведена на рис. 10.2.

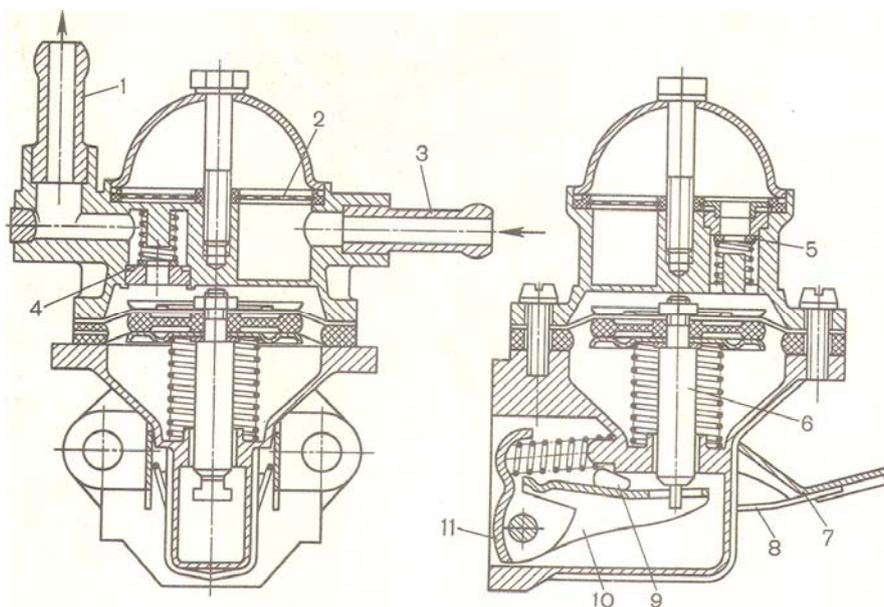


Рис. 10.2. Топливный насос:

- 1 – нагнетательный патрубок; 2 – сетчатый фильтр;
3 – всасывающий патрубок; 4 – нагнетательный клапан;
5 – всасывающий клапан; 6 – толкатель;
7 – рычаг ручной подкачки; 8 – возвратная пружина;
9 – кулачок; 10 – балансир; 11 – рычаг механической подкачки.

Насос приводится в действие от эксцентрика вала привода масляного насоса с помощью толкателя и рычага механической подкачки топлива, или эксцентрика распределительного вала.

10.4. Простейший карбюратор

Карбюратор предназначен для смешивания топлива и воздуха в определенных пропорциях в зависимости от режимов работы.

Если канал 5 соединен с впускным трубопроводом поплавковая камера называется *уравновешенной* или *сбалансированной* в отличие от не уравновешенной.

Регулирование осуществляется дроссельной заслонкой 4.

Главный воздушный канал состоит из 3-х частей:

- верхней – конфузора;
- средней – горловины;

– нижней – диффузора, и выполнен таким для увеличения скоростного потока воздуха. С этой же целью устанавливается не один, а два диффузора.

В зависимости от расположения оси главного воздушного канала карбюраторы разделяются на:

- горизонтальные
- наклонные
- вертикальные

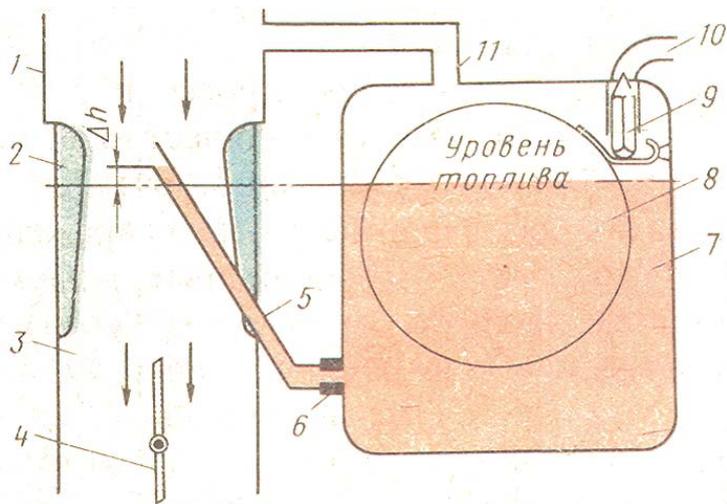


Рис. 10.3. Схема простейшего карбюратора:
1 – труба; 2 – диффузор; 3 – смесительная камера;
4 – дроссельная заслонка; 5 – распылитель; 6 – жиклер;
7 – поплавковая камера; 8 – поплавок; 9 – запорная игла;
10 – трубопровод; 11 – канал.

Если в карбюраторе несколько смесительных камер он называется *многокамерным*.

Смесительные камеры могут быть основными и дополнительными, камеры могут включаться последовательно или параллельно.

10.5. Вспомогательные устройства карбюратора

Элементарный карбюратор не может автоматически регулировать дозы топлива на различных режимах. Для получения нужной закономерности изменения состава смеси необходимо компенсировать смесь.

Компенсацией горючей смеси принято называть изменение ее состава в зависимости от режима работы двигателя. А устройства, позволяющие сделать это называются *дозированными*.

Кроме главной задачи компенсации смеси на установившихся частичных нагрузках карбюраторы должны обеспечивать легкий пуск, работу на холостом ходу, быстрый переход на другие режимы. Такие устройства называются *дополнительными*.

10.5.1. Средние нагрузки.

Автоматическое корректирование состава смеси на средних нагрузках осуществляется главной дозирующей системой.

Наиболее распространенным является:

- 1 – понижение разрежения в диффузоре (рис. 10.4)
- 2 – с компенсацией смеси двумя топливными жиклерами (рис. 10.5)

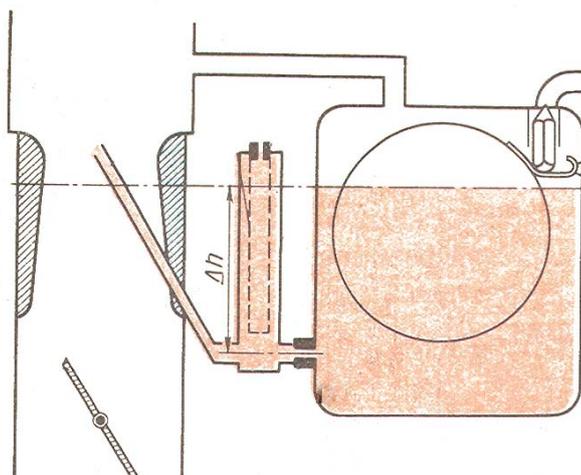


Рис. 10.4. **Корректирование состава смеси понижением разрежения в диффузоре:**

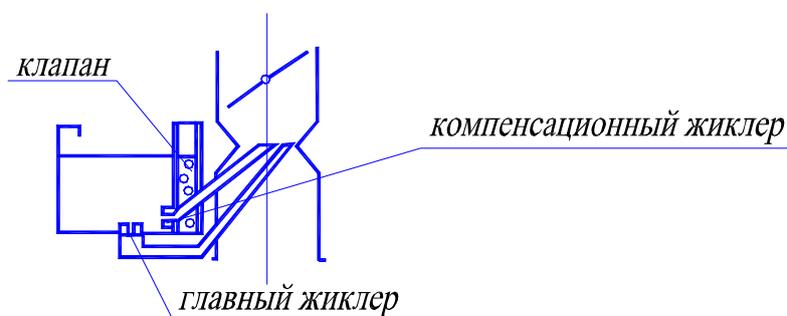


Рис. 10.5. **Компенсация смеси двумя топливными жиклерами**

За счет разрежения резко уменьшается уровень топлива в колодце. Туда попадает воздух, в результате чего образуется эмульсия и смесь обедняется.

3 – с пониженным разрежением у топливного жиклера (пневматическим торможением топлива).

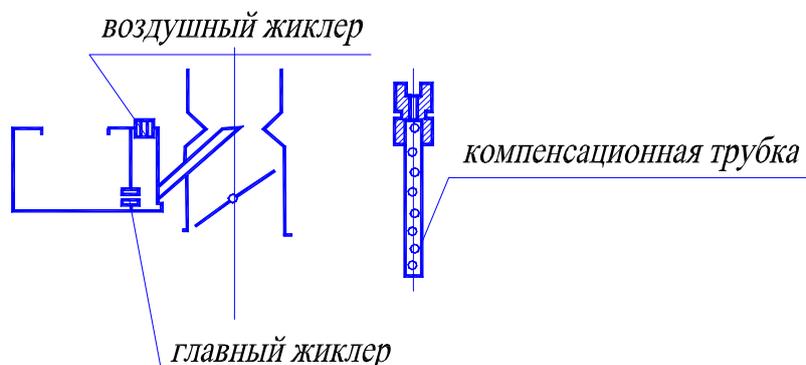


Рис. 10.6. Корректирование состава смеси с понижением разрежения у топливного жиклера (пневматическим торможением топлива)

С увеличением разрежения открываются отверстия в эмульсионной трубке, в распылитель поступает эмульсия, смесь обедняется.

4 – с дозирующей иглой

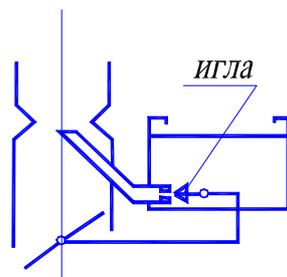


Рис. 10.7. Корректирование состава смеси дозирующей иглой

Отверстие топливного жиклера регулируется профилированной дозирующей иглой.

10.5.2. Пусковое устройство.

Устройство кинематически связано с дроссельной заслонкой, последняя немного открывается. После пуска открывается клапан.

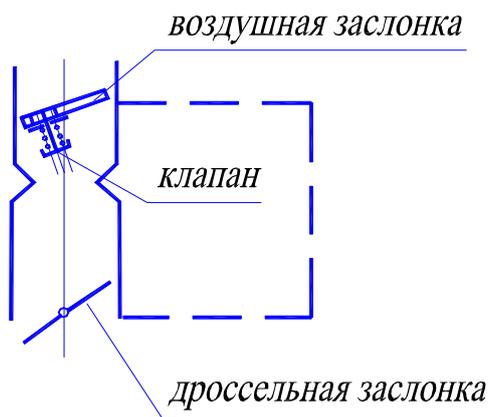


Рис. 10.8. Пусковое устройство

Автоматически регулируется терморегулятор (термостат, биметаллическая пластинка).

10.5.3. Система холостого хода

Топливо не попадает в распылитель в главную дозирующую систему, далее идет по каналу, смешивается с воздухом и образует топливную эмульсию. Регулируется винтом качества.

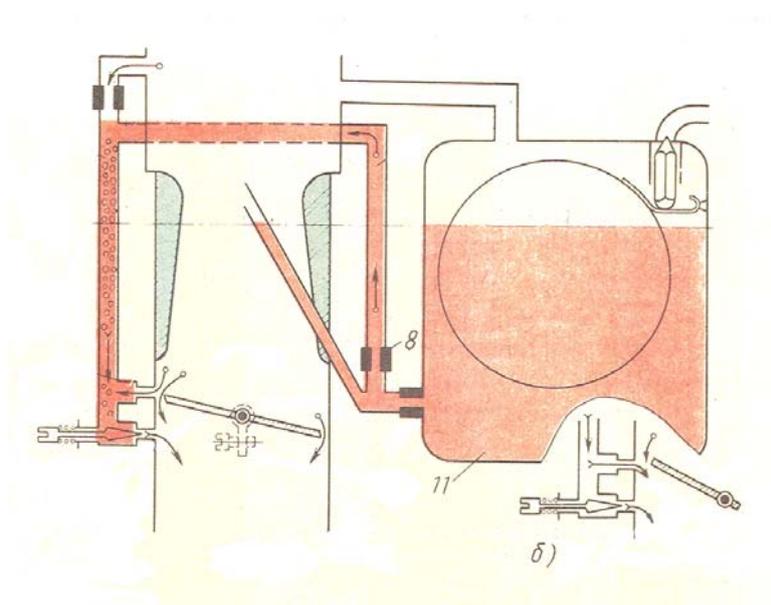


Рис. 16.12. Схема экономайзера.

10.5.4. Переходная система питания

Предназначена для бесперебойной работы ДВС при открытии вторичной камеры карбюратора. По устройству напоминает систе-

му холостого хода, но единственное её отверстие расположено над кромкой дроссельной заслонки вторичной камеры.

10.5.5. Ускорительный насос (режим переменных нагрузок)

Если заслонка открывается медленно, то поршень передвигается тоже медленно, то топливо спокойно обтекает перепускной шариковый клапан 1 и попадает обратно в поплавковую камеру.

При резком нажатии клапан закрывается и топливо попадает в главный воздушный канал.

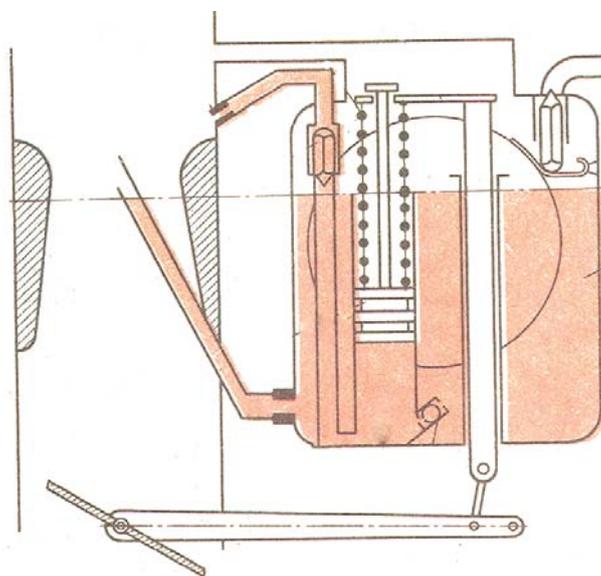


Рис. 10.10.

10.5.6. Экономайзер (режим полных нагрузок)

При нажатии на педаль более 80% открывается клапан 1, и смесь дополнительно обогащается.

Существует механический и пневматический привод.

Эконостат – обогатительное устройство, разновидность *экономайзера*. Не имеет подвижных деталей. Его автономная система похожа на главную дозирующую систему, но может напоминать элементарный карбюратор.

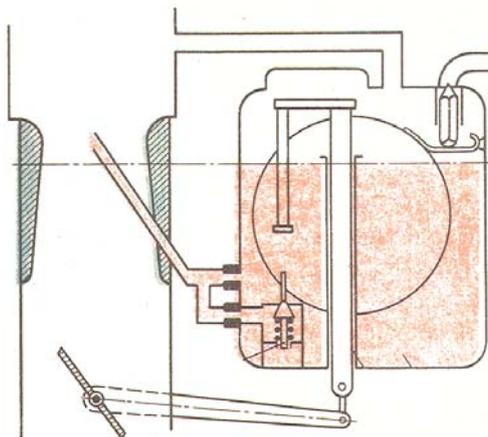


Рис. 10.11. Экономайзер

Эконоостаты падают топливо либо в горловину малого диффузора, либо в зону патрубка главного воздушного канала (ВАЗ).

Смысловой модуль (тема 11)

Топливная система дизелей

- 11.1. Назначение и типы топливных систем.
- 11.2. Принципиальная схема топливной системы непосредственного впрыска топлива и ее работы.
- 11.3. Элементы топливной системы.
- 11.4. ТНВД
- 11.5. Насос форсунки.
- 11.6. Аккумуляторные системы впрыска.

11.1. Назначение и типы топливных систем

Топливная система предназначена для хранения, подготовки, дозированной подачи топлива в определенный период рабочего цикла и его распределение в камере сгорания.

Системы подачи топлива в дизелях делят на системы непосредственного впрыскивания и аккумуляторные.

В первых, впрыскивание топлива обеспечивается непосредственно ТНВД.

Во вторых, топливо нагнетается в аккумулятор, в котором необходимом количестве топливо подается в КС.

Преимущество дизельных ДВС по сравнению с бензиновыми двигателями:

- экономичнее бензиновых ДВС;
- более стабильное при хранении топливо и менее опасное в пожарном отношении;
- в отработавших газах меньше токсичных компонентов;
- меньше коррозионные действия на детали ДВС;
- дизели более надежны в работе, (из-за отсутствия системы зажигания).

Однако имеют следующие *недостатки*:

- хуже приемистость;
- более трудный запуск, особенно в зимнее время;
- имеют большие размеры и массу (на 25%), по сравнению с бензиновыми ДВС;

11.2. Принципиальная схема топливной системы непосредственного впрыска и ее работа.

Схема системы питания дизеля приведено на рис. 11.1.

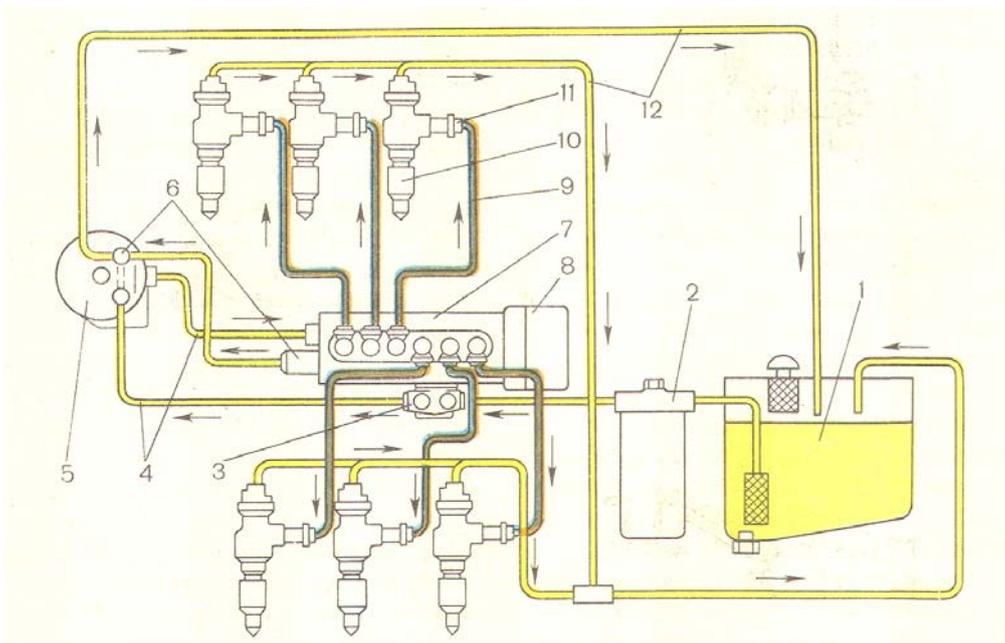


Рис. 11.1. Схема системы питания дизеля

- 1 – топливный бак; 2 – фильтр грубой очистки;
3 – топливopодкачивающий насос; 4 – питающие топливопроводы;
5 – фильтр тонкой очистки; 6 – перепускные клапаны; 7 – топливный насос высокого давления; 8 – автоматический регулятор;
9 – нагнетательный трубопровод; 10 – форсунка; 11 – штуцер с предохранительным фильтром; 12 – сливная магистраль.

В ТНВД 9 топливо поступает из бака 1 через фильтры 2, 4 при помощи подкачивающего насоса 3. Под высоким давлением по трубопроводам 7 топливо подводится к форсункам.

11.3. Элементы топливной системы

11.3.1. Топливный бак

Укреплён на раме при помощи кронштейнов. Сварен из листовой стали и внутри имеет две перегородки. Заливной патрубком, имеющий выдвижную горловину с сетчатым фильтром, герметически закрыт пробкой с двойным клапаном. Внутри закреплена топливоприёмная трубка с сетчатым фильтром, выполняемая иногда с фильтром грубой очистки. Уровень топлива в баке контролируется с помощью датчика с поплавком и электрического указателя, размещённого в кабине. Некоторые автомобили имеют несколько баков.

11.3.2. Фильтры.

11.3.2.1. Грубой очистки

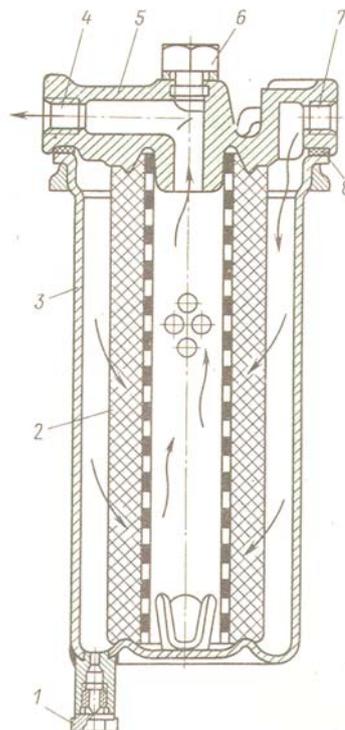


Рис. 11.2. Фильтр грубой очистки топлива для автотракторного дизеля
1 – сливная пробка; 2 – фильтрующий элемент; 3 – корпус;
4, 7 и 13 – отверстия; 5 – крышка; 6 – пробка; 8 – прокладка;

Не очищенное топливо заходит в фильтр грубой очистки (см. рис. 11.2) через штуцер 7 попадает в корпус 1, продавливается между парами фильтрующего элемента 2 и направляется к фильтру тонкой очистки. Фильтр тонкой очистки топлива приведен на рис. 11.3. Аналогичен по конструкции выше описанному.

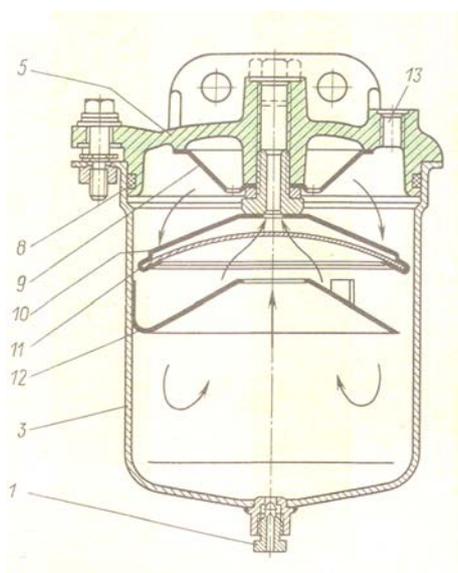


Рис. 11.3. Фильтр тонкой очистки топлива: 1 – сливная пробка; 3 – корпус; 5 – крышка; 8 – прокладка; 9 – распылитель; 10 – отражатель; 11 – фильтрующая сетка; 12 – успокоитель; 13 – отверстие

11.3.2.2. Тонкой очистки

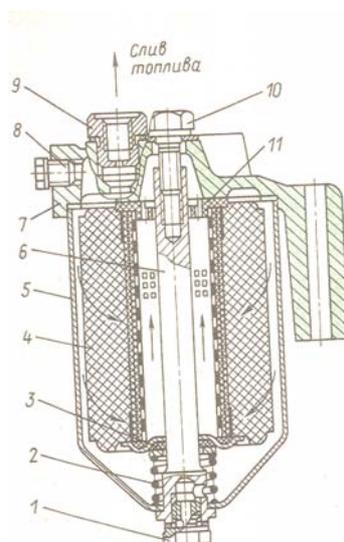


Рис. 11.4. Фильтр тонкой очистки топлива дизелей: ЯМЗ-236
1 – сливная пробка; 2 – пружина фильтрующего элемента;
3,11 – прокладка; 4 – фильтрующий элемент; 5 – корпус; 6 – стержень;
7 – крышка; 8 – пробка; 9 – штуцер с калиброванным отверстием; 10 – болт;

11.3.3. Подкачивающий насос

Топливоподкачивающие насосы различных типов приведены на рис. 11.5. и 11.6.

11.3.3.1. Топливоподкачивающий насос поршневого типа

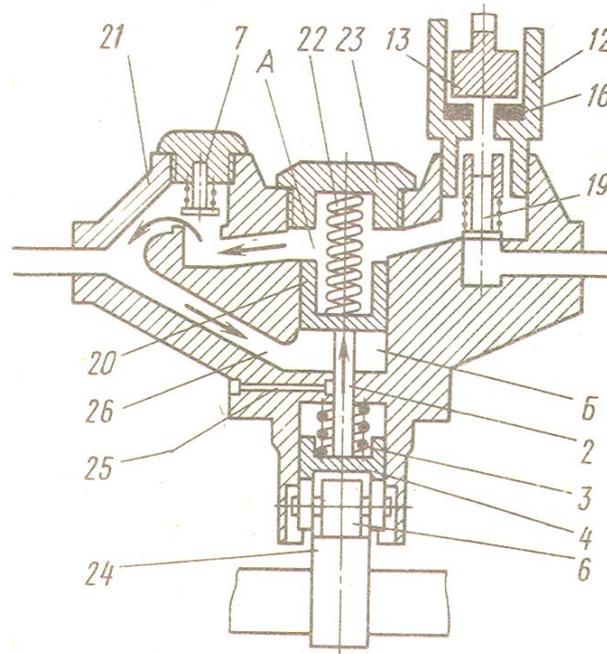


Рис. 11.5. Топливоподкачивающий насос поршневого типа.
2 – шток толкателя; 3 – пружина; 4 – толкатель; 6 – ролик;
7 – выпускной клапан; 12 – цилиндр; 13 – поршень; 16 – прокладка;
19 – выпускной клапан; 20 – поршень; 21 – корпус насоса;
22 – пружина; 23 – пробка; 24 – эксцентрик; 25 – клапан.

Служит для подачи топлива от бака через трубопроводы и фильтры к секциям насоса высокого давления ($P = 0,12 - 0,4$ МПа).

Для бесперебойной работы и обеспечения охлаждения, производительность насоса в 2–7 раз превышает подачу ТНВД. Перепад высоты уровня топлива между баком и насосом составляет 1–1,8 м.

11.3.3.2. Топливоподкачивающий насос роторно-лопастного типа.

Используются в сочетании с ТНВД, работает он самостоятельно или от электропривода.

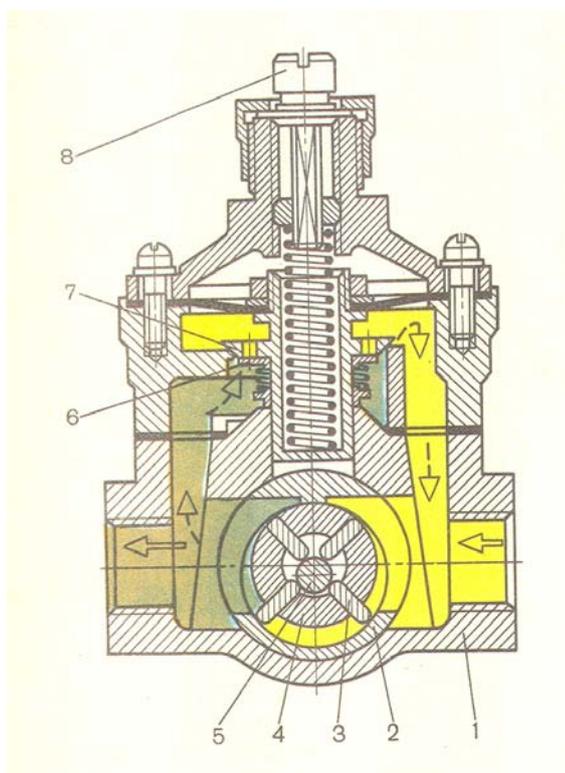


Рис. 11.6. Топливоподкачивающий насос роторно-лопастного типа.
 1 – корпус насоса; 2 – стакан; 3 – лопасть; 4 – ротор;
 5 – плавающий палец; 6 – заливочный клапан;
 7 – перепускной клапан; 8 – регулировочный винт.

Давление в насосе может составлять 0,15...0,17 МПа не зависимо от вращения ротора.

Диафрагменные и шестеренчатые насосы по принципу действия аналогичны с бензиновыми.

11.3.4. Форсунки

Форсунки представляют собой распыляющее устройство, устанавливаемое в головке цилиндров, обеспечивающее протекание топлива в КС в соответствии с выбранным смесеобразованием.

Различают открытые и закрытые форсунки.

Схема, закрытая форсунка приведена на рис. 11.7.

Основным элементов форсунки является распылитель, формирующий факел распыленного топлива с заданными параметрами.

Давление подъема иглы (штифта) форсунки составляет 160–200 кг/см². Количество сопловых отверстий, диаметр, направление подачи зависят от применяемой КС.

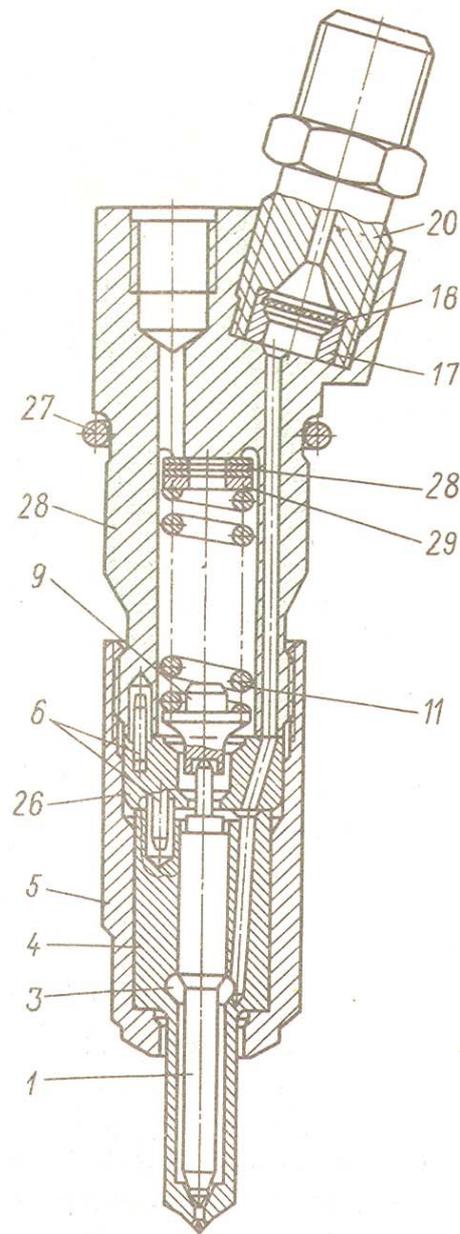


Рис. 114.7. Закрытая форсунка: 1 – игла распылителя;
 3 – кольцевая полость; 4 – распылитель; 5 – накидная гайка;
 6 – штифт; 11 – пружина; 17 – втулка; 18 – сетчатый фильтр;
 20 – штуцер; 26 – проставка; 27 – уплотнительное кольцо;
 28 – регулировочные шайбы; 29 – опорная шайба;

11.4. ТНВД

ТНВД – предназначен для подачи топлива к форсункам в необходимом количестве, под высоким давлением, в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Схема с плунжерным золотником приведена на рис 11.8.

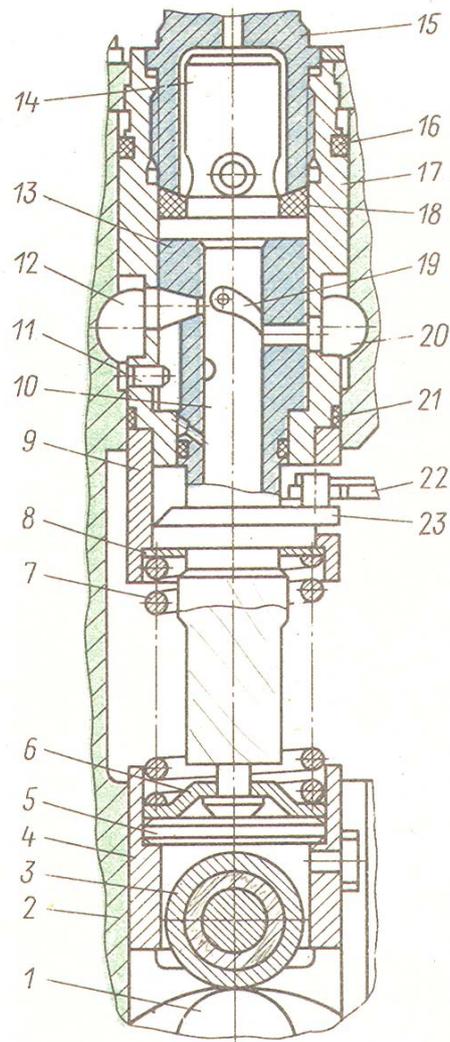


Рис. 11.8. Схема подачи топлива в цилиндр дизеля ТНВД с плунжером золотником: 1 – кулачок распределительного вала; 2 – корпус насоса; 3 – ролик толкателя; 4 – толкатель; 5 – пята толкателя; 6 – тарелка пружины; 7 – пружина; 8 – опорная шайба; 9 – опорная втулка; 10 – плунжер; 11 – штифт; 12 – впускное отверстие; 13 – втулка плунжера; 14 – нагнетательный клапан; 15 – штуцер; 16 и 21 – уплотнительные кольца секций; 17 – корпус секций насоса; 18 – шайба; 19 – спиральная канава плунжера; 20 – перепускное отверстие; 22 – рейка; 23 – поворотная втулка плунжера;

Принцип действия насоса, такой же, как и у насоса поршневого типа.

11.4.1. Плунжерная пара

Различные варианты плунжерных пар приведены на рис. 11.9.

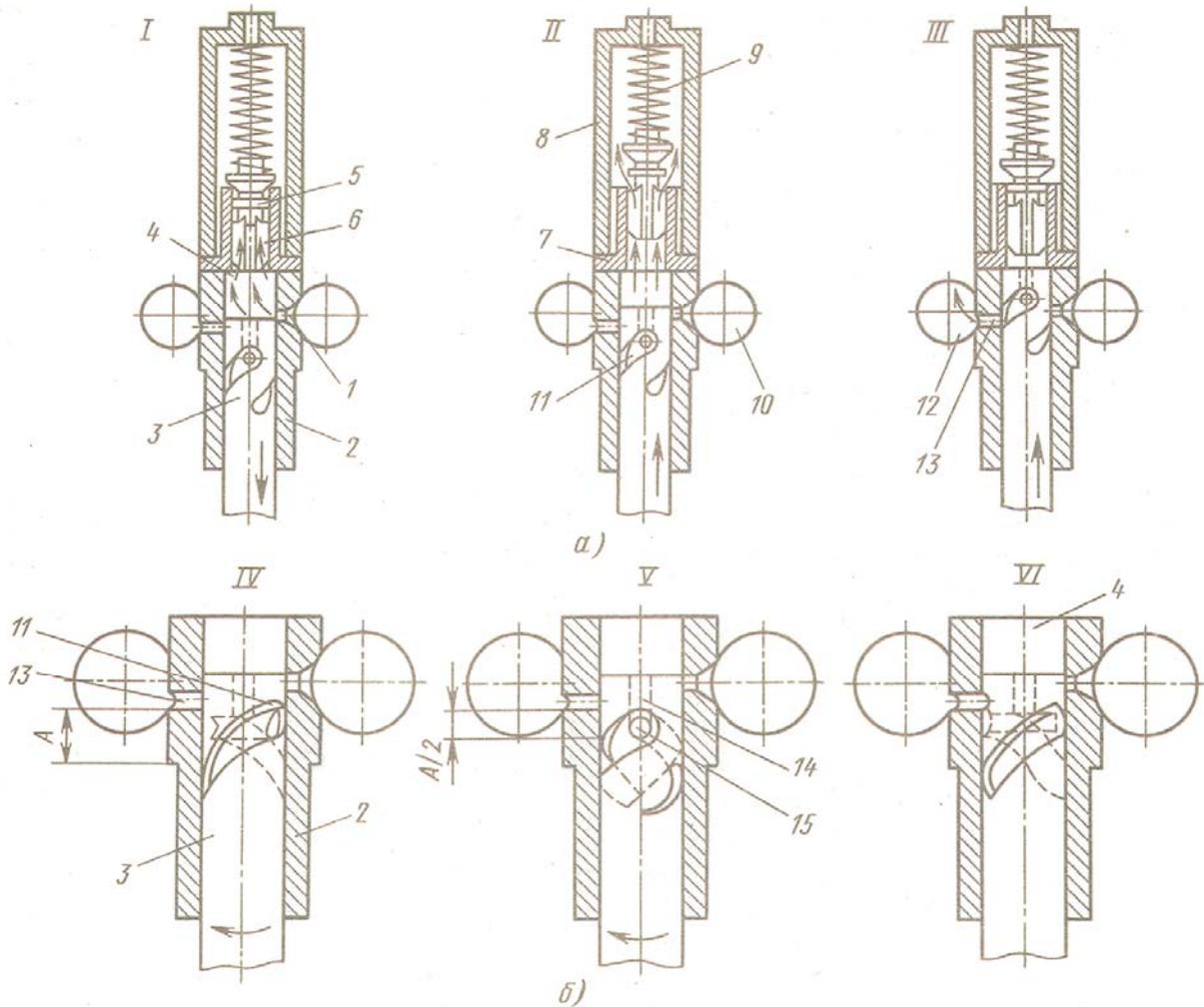


Рис. 11.9. Плунжерные пары.

а – схемы работы секций насоса; б – схемы изменения количества подаваемого топлива; I – впуск топлива; II – начало подачи; III – конец подачи; IV – максимальная подача; V – половинная подача; VI – отсутствие подачи;

1 – впускное отверстие; 2 – втулка плунжера; 3 – плунжер; 4 – надплунжерное пространство; 5 – разгрузочный пояс; 6 – нагнетательный клапан; 7 – седло нагнетательного клапана; 8 – штуцер; 9 – пружина нагнетательного клапана; 10 – канал подвода топлива; 11 – спиральная канавка на плунжере; 12 – канал отвода топлива; 13 – перепускное отверстие; 14 – осевое отверстие в плунжере; 15 – диаметрально отверстие в плунжере.

11.4.2. Автоматическая муфта опережения впрыска

Служит для автоматического изменения момента начала подачи топлива насосом в зависимости от изменения числа оборотов двигателя.

Схема муфты приведена на рис. 11.10.

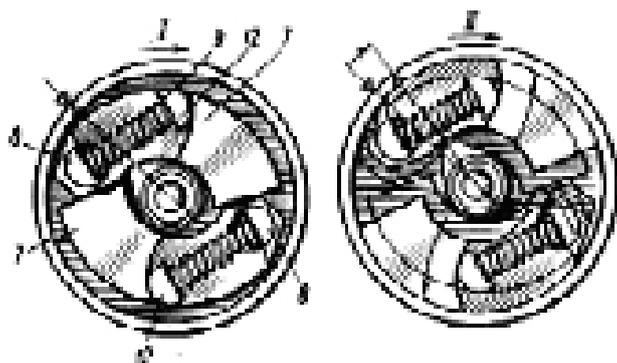


Рис. 11.10. Схема подачи топлива в цилиндр дизеля ТНВД с плунжером золотником: 1 – ведомый диск; 2 – ведущий диск; 3 – пальцы; 4 – грузы; 5 – пружины

При максимальном числе оборотов кулачкового вала (в 2 раза меньше коленчатого) грузы муфты раздвигаются до упора, и угол возрастает до 6–8 относительно первоначального.

11.4.4. Регулятор числа оборотов

Автоматически поддерживает заданное водителем с помощью педали подачи топлива рабочее число частоты вращения коленчатого вала двигателя, устанавливает необходимое *min* число оборотов, а так же *max* число.

В зависимости от сохранения скоростных режимов регуляторы делятся на *двухрежимные* и *всережимные*.

Двухрежимные – ограничивают *max* число оборотов и поддерживают *min* число.

При двух режимном – педаль газа связана с рейкой. При всережимном – через пружину.

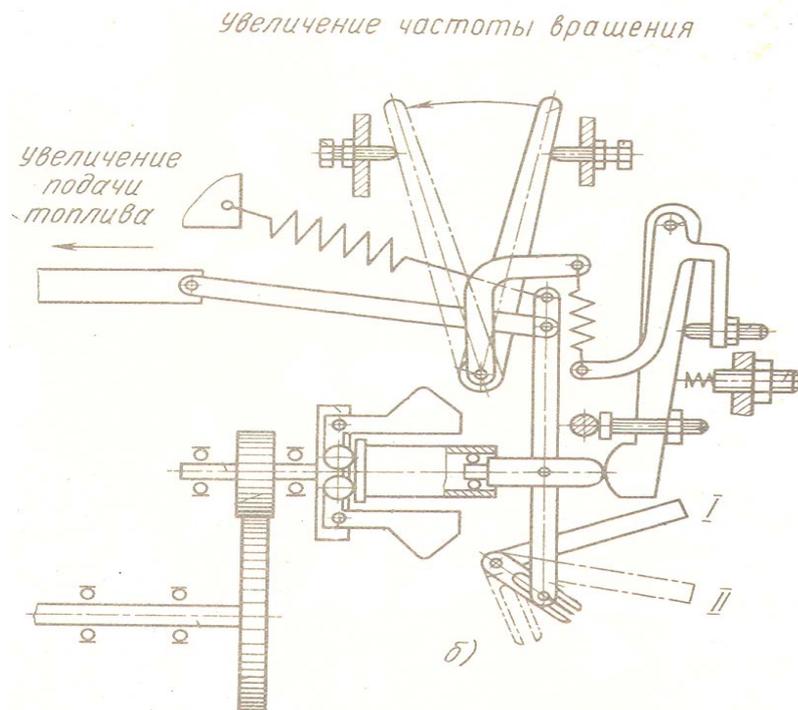


Рис. 11.11. Всережимный центробежный регулятор.
I – скоба кулисы в положении «Работа»;
II – скоба кулисы в положение «Стоп».

11.4.5. Распределительные ТНВД

Наряду со многими положительными качествами многосекционные насосы более дорогостоящие в производстве и не обеспечивают равномерной подачи по цилиндрам. Поэтому применяют насосы распределительного типа.

В таких насосах одна плунжерная пара обслуживает несколько цилиндров. Они более просты, имеют меньший вес и габариты. Однако быстрее изнашивается плунжерная пара.

11.5. Насос форсунки

Насос форсунки – объединяет в одном агрегате насосную секцию и форсунку. Благодаря отсутствию промежуточного объема (трубки высокого давления) топливо в секции сжимается до давления впрыскивания равном 200 МПа. Привод осуществляется от коленчатого или распределительного валов.

11.6. Аккумуляторные системы

В аккумуляторных системах подачей топлива управляет специальный орган не связанный с движением плунжера.

Аккумуляторные системы с электрогидроуправляемыми форсунками позволяют с помощью микропроцессора оптимизировать подачу топлива в соответствии с режимом и условиями работы дизеля.

Смысловой модуль (тема 12)

Топливная система газовых ДВС и впрыскивание легкого топлива в ДВС

- 12.1. Топливо для газовых двигателей
- 12.2 Газобаллонные установки.
- 12.3 Приборы и арматура.
- 12.4 Топливная система с впрыскиванием топлива.

12.1. Топливо для газовых двигателей

Горючие газы могут быть естественными и искусственными.

Естественные (природные) газы добывают в газовых или нефтяных месторождениях. Искусственные, получают на химических или металлургических заводах, газогенераторных установках.

Преимущества газовых топлив по сравнению с жидкостью:

- более высокое октановое число,
- меньшее количество токсичных веществ в ОГ;
- больший срок службы из-за отсутствия конденсации паров воды в топливе и смыва масла со стенок цилиндра;
- повышенный срок службы масла (не разжижено);
- повышенный срок службы свечей.

Недостатки:

- снижается грузоподъемность из-за наличия баллонов;
- газы, обладающие большей плотностью, чем воздух могут скапливаться в понижениях и заглубленных местах и создавать взрывную и пожарную способность;
- уменьшают мощность ДВС за счет более низкой теплотворности;

– более трудоемки в техническом обслуживании;

Сжатыми (сжимаемыми) называются газы, которые при обычной температуре окружающей среды и высоком давлении до 20 МПа сохраняют газообразное состояние и при снижении давления не теряют своих свойств (природный – метан, промышленный – светильный, коксовый, синтез – газ).

Сжиженными (сжижаемыми) называются газы, которые переходят в жидкое состояние при нормальной температуре и не большом давлении до 1,6 МПа (пропан – бутановые смеси, др. углеводороды).

12.2. Газобаллонные установки

12.2.1. Установка для сжатого газа.

Схема установки приведена на рис. 12.1.

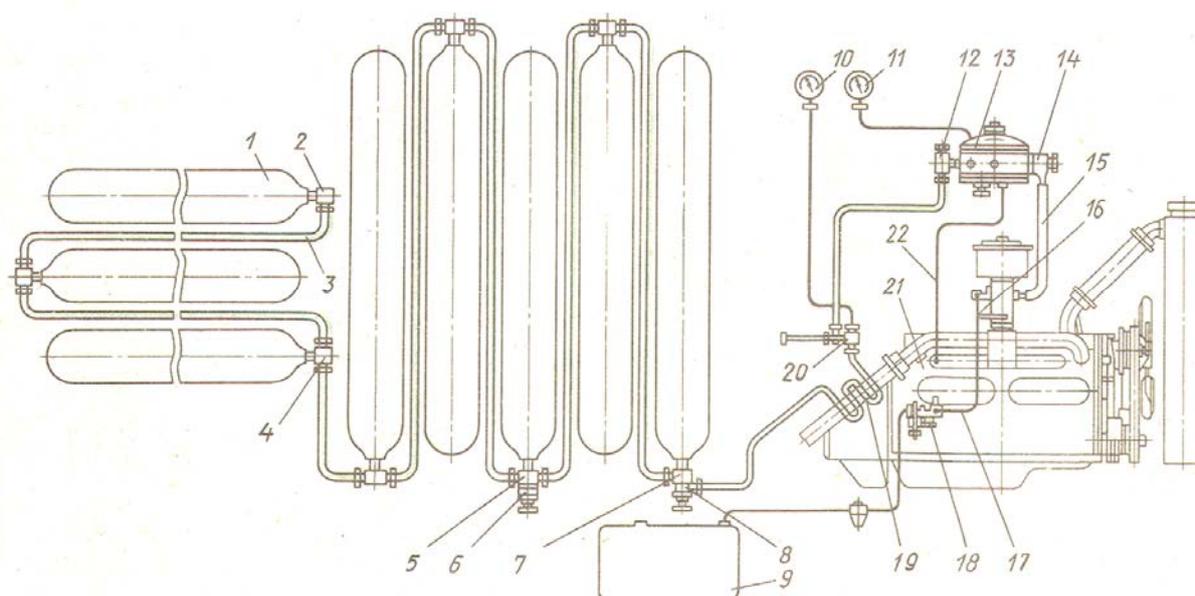


Рис. 12.1. Схема автомобильной газобаллонной установки для сжатого газа: 1 – баллон; 2 – угольник баллона; 3 – газопровод высокого давления; 4 – тройник баллона; 5 – крестовина наполнительного вентиля; 6 – наполнительный вентиль; 7 – угольник вентиля; 8 – расходный вентиль; 9 – топливный бак; 10 и 11 – 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 – топливопровод; 18 – топливный насос; 19 – подогреватель сжатого газа; 20 – магистральный вентиль; 21 – двигатель; 22 – трубка;

Принцип работы:

Сжатый газ из баллонов 1 через расходный вентиль 3 поступает в теплообменник 7, подогревается в нем и далее через магистральный вентиль 5 и фильтр 9 поступает в двухступенчатый редуктор 10, где давление падает до атмосферного. Два манометра высокого и низкого давления контролируют систему. Наполняется баллон через накопительный вентиль 4.

12.2.2. Установка для сжиженного газа

Приведена на рис. 12.2.

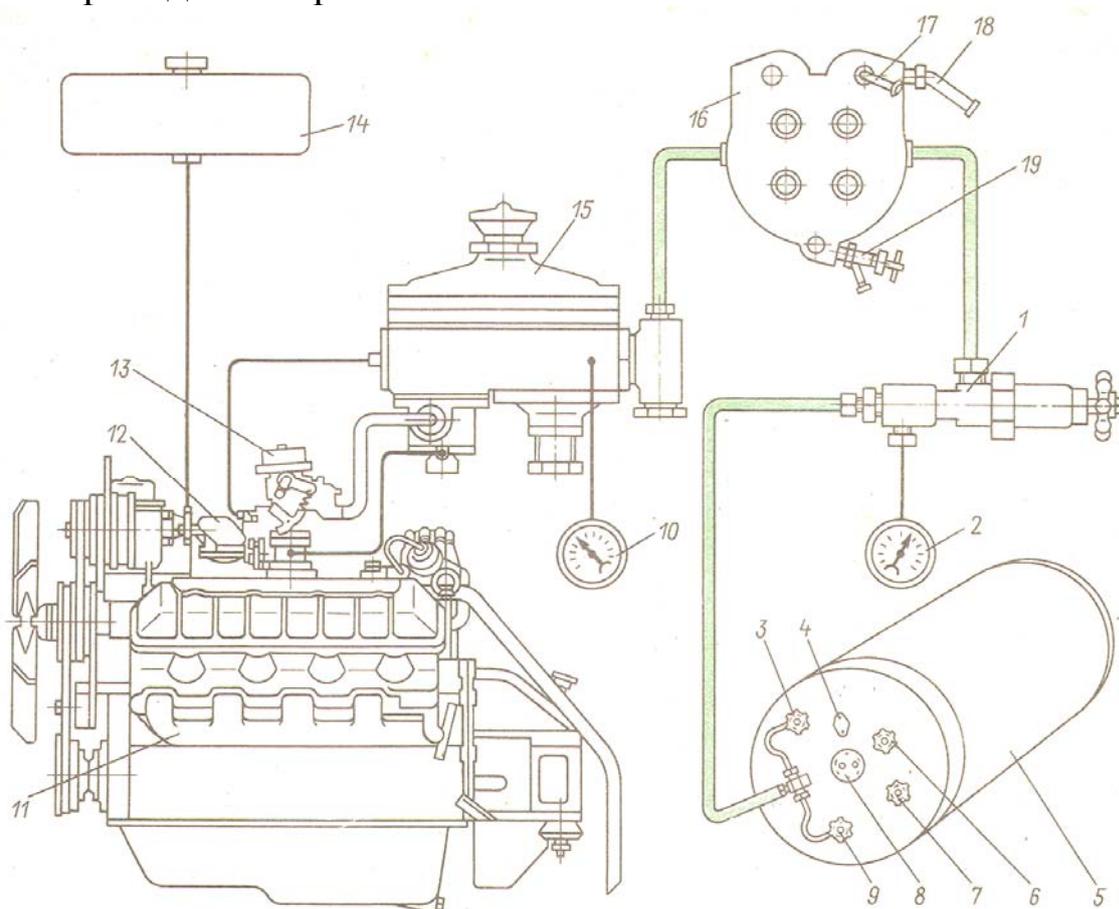


Рис. 12.2. Схема газобаллонной установки для сжиженного газа:
1 – магистральный вентиль; 2 – манометр баллона; 3 – паровой вентиль; 4 – предохранительный клапан; 5 – баллон для сжиженного газа; 6 – контрольный вентиль; 7 – наполнительный вентиль; 8 – указатель уровня сжиженного газа; 9 – жидкостный вентиль; 10 – манометр редуктора; 11 – двигатель; 12 – карбюратор; 13 – смеситель газа; 14 – бак для бензина; 15 – газовый редуктор; 16 – испаритель; 17 – штуцер для подвода горячей воды; 18 – штуцер для отвода; 19 – кран для слива воды.

Принцип работы:

Жидкий газ через магистральный вентиль 8 попадает в испаритель 10 и через фильтр 11 направляется в газовый редуктор 13, где давление газа снижается до 0.1 МПа (до атмосферного). Баллон обычно наполняют газом на 90%, для предотвращения взрыва.

12.3. Приборы и арматура

12.3.1. Баллоны

Для изготовления баллонов под сжатый газ используется бесшовная легированная сталь. Баллоны должны быть клейменные с датой последнего испытания. Трубки медные и стальные, шланги из бензомаслостойкой резины.

12.3.2. Наполнительные и контрольные вентили

Приведены на рис 12.3.

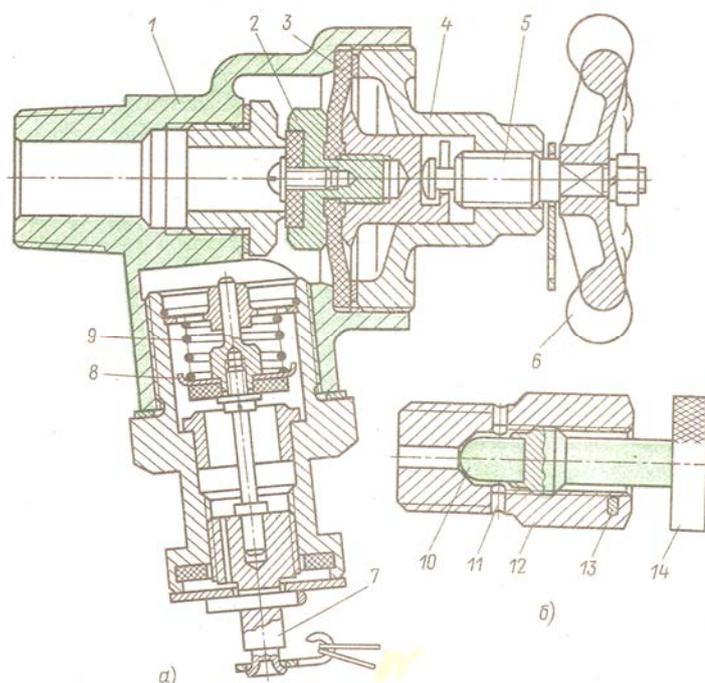


Рис. 12.3. Вентили: а – наполнительный; б – контрольный;
1 и 12 – корпуса; 2 – клапан; 3 – мембрана; 4 – крышка;
5 – шток; 6 и 14 – маховик; 7 – пробка; 8 – обратный
клапан; 9 – пружина; 10 – уплотнитель; 11 – контрольное
отверстие; 13 – штифт

Работа:

При заправке откручивают пробку и вставляют заправочный шланг, откручивают клапан 2 и 6. При полной заправке через контрольное отверстие 7 появляется жидкость. Закручивают в обратном порядке.

12.3.3. Предохранительный клапан и расходный вентиль

Предохранительный клапан срабатывает, при увеличении давления более 1,6 МПа. Выполнен ПК по аналогии с паровым клапаном радиатора.

Расходный вентиль по конструкции, такой же, как и наполнительный.

12.3.4. Датчик уровня

Такой же, как и в бензобаке.

12.3.5. Магистральный вентиль

Конструкция, такая же, как и у расходного. Устанавливается в кабине, должен быть открыт полностью.

12.3.6. Газовый редуктор

Редукторы современных газобаллонных установок представляют собой двухступенчатый регулятор давления диафрагменно-рычажного типа. Одновременно с понижением давления газа, поступающего в карбюратор смеситель, в них осуществляется необходимое дозирование его и отключение газовой магистрали при отключении двигателя.

Принцип работы:

Клапан 1-й ступени открыт, и газ, попадая в 1-ю ступень повышает давление в ней до 100 – 200 кПа. Однако во вторую ступень он не поступает, т. к. надежно закрыт клапаном. При запуске двигателя за счет разрешения полости 1 и 2 ступени сообщаются. При дополнительном разрежении включается экономайзер. При возрастании давления до 450 кПа срабатывает обратный клапан.

12.3.7. Газовый смеситель

Представляет собой газоподводящий патрубок с несколькими нерегулируемыми отверстиями и обратного клапана.

Установленная на том же автомобиле бензиновая аппаратура простая и выполнена в виде аварийной (расст. не более 30 мм для ГАЗ-53-07).

12.4. Топливная система с впрыскиванием топлива

Классифицируются:

1 – по месту подвода топлива (в цилиндры или впускной трубопровод);

2 – по способу подачи (периодическим или непрерывным впрыском);

3 – по типу узлов дозирующих топливо:

а) с дозированием плунжерными насосами;

б) с дозированием распределительными клапанами или золотникового типа;

в) с дозированием форсунками с электромагнитным и электронным управлением;

г) с системами регулируемые давлением топлива;

4 – по способу регулирования количества смеси: (пневматическим, механическим и электронным управлением);

5 – по основным параметрам регулирования состава смеси: (разрежению во впускной системе, часовому расходу воздуха, углу поворота дрос. заслонки).

Преимущества:

– повышается коэффициент наполнения η_v т. к. нет карбюратора;

– повышается равномерность распределения топлива по цилиндрам;

– уменьшается неоднородность топливной смеси;

– в 2-х тактных ДВС снижаются потери смеси при продувке;

Недостатки:

– более сложны в производстве и ремонте;

– менее долговечны (плохая смазываемость бензином);

– более высокая стоимость изготовления и ремонта;

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
4. Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Блок смысловых модулей (раздел 5)

Смысловой модуль (тема 13)

Система охлаждения ДВС (СО)

13.1. Назначение и функции системы охлаждения (СО).

13.2. Классификация систем охлаждения, их преимущества и недостатки.

13.3. Система жидкостного охлаждения.

13.4. Система воздушного охлаждения.

13.1. Назначение и функции системы охлаждения

Назначение СО: система предназначена для поддержания оптимального теплового режима ДВС.

Температура газов в цилиндре ДВС достигает до 2500 С° при сгорании и 900 С° при выпуске.

Детали ДВС перегреваются, что может привести: к заклиниванию, термическому разрушению, недостаточному наполнению со цилиндров, ухудшению работы системы смазки, и как следствие, большому износу деталей и ДВС.

При переохлаждении наблюдается также рост механических потерь, снижение экономичности за счет ухудшения рабочего процесса ДВС.

Функции системы: 1 – автоматическое поддержание оптимального теплового режима; 2 – быстрый прогрев ДВС до рабочей температуры; 3 – продолжительное сохранение теплоты после остановки; 4 – небольшие энергетические затраты, связанные с приводом агрегатов системы охлаждения.

13.2. Классификация систем охлаждения, их преимущества и недостатки.

Схемы систем охлаждения приведены на рис. 13.1.

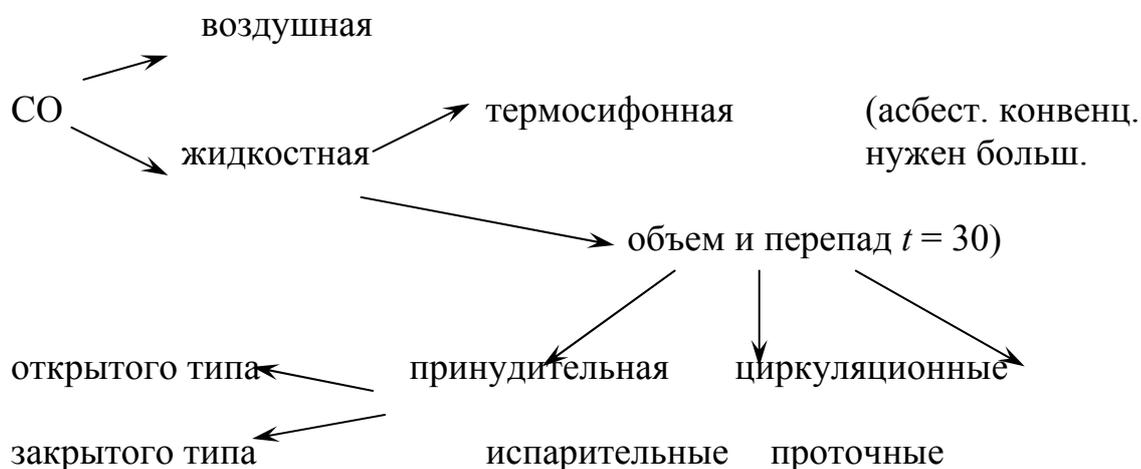


Рис. 13.1. Схема системы охлаждения

СО бывает жидкостного и воздушного охлаждения.

Жидкостная СО	Воздушная СО
<i>Преимущества:</i>	<i>Преимущества:</i>
– меньшая средняя температура деталей;	– стабильность теплоотвода от стенок;
– меньший шум;	– уменьшение времени прогрева;
– уменьшение ДВС за счет блочной конструкции;	– меньшая вероятность переохлаждения цилиндра
более легкий пуск и нагрев кабины	– большая надежность системы;
<i>Недостатки:</i>	<i>Недостатки:</i>
– подтекание жидкости;	– увеличение габаритов ДВС;
– замерзание жидкости	– повышенный шум;
	– усложнение производства изготовления повышенные требования к маслам и топливу

13.3. Система жидкостного охлаждения

В СО жидкостного охлаждения входят следующие узлы, которые приведены на рис. 13.2.

Радиатор служит теплообменником системы. В него входит: верхний бачок (трубки, подвод с патрубками, горловины), нижний бачок (с отводящими патрубками, сливной кран).

Радиаторную 2 крышку 5 наливной горловины, выполняют с двумя предохранительными клапанами: паровым и воздушным.

Паровой срабатывает при $1,3-1,5 \text{ кг/см}^2$

Воздушный срабатывает при $0,1 \text{ кг/см}^2$

Жидкостный насос 14 сообщает необходимую скорость движения жидкости и обеспечивает заданную подачу жидкости в СО ДВС. Состоит из: чугунную или алюминиевого корпуса, валика со ступицей для вентилятора, двух шарикоподшипников, крыльчатки, уплотнительного устройства (чугун, алюминий, пластмасса). Насос создает давление $0,4-1 \text{ кг/см}^2$.

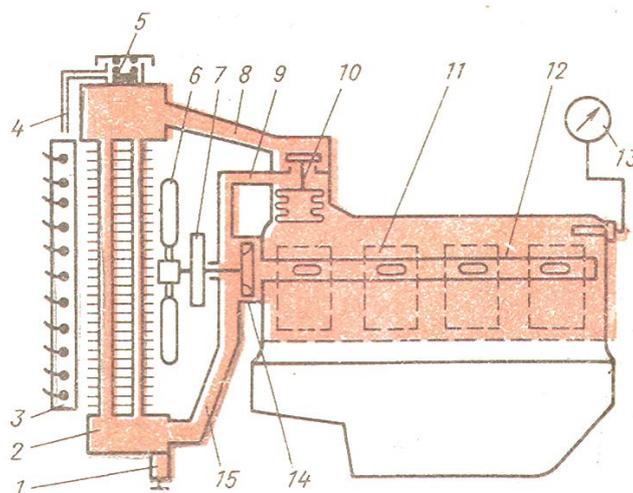


Рис. 13.2. Схема системы водяного охлаждения ДВС

- 1 – сливной край; 2 – радиатор; 3 – жалюзи; 4 – трубка;
5 – пробка; 6 – вентилятор; 7 – шкив; 8 – патрубков;
9 – трубка; 10 – термостат; 11 – цилиндры; 12 – трубопровод;
13 – термометр; 14 – насос; 15 – патрубок

Вентилятор 6 обеспечивает необходимую подачу воздуха в решетки радиатора с расчетной скоростью движения воздушной массы. Обычно применяют одноступенчатые вентиляторы с 2, 4, 6 – 8 лопастями. Для снижения шума принимают неравномерное распо-

ложение лопастей по окружности. Обычно используют клиноремной привод, редко – шестеренчатый (ЯМЗ-236). Вентилятор обычно размещают в направляющем кожухе (диффузоре) для повышения эффективности его работы.

Применяются автоматические муфты, вентиляторы со съемными лопастями, электровентиляторы.

Термостат 10 служит для автоматической регулировки температуры воды в системе охлаждения, представляет собой автоматический клапан, действие которого основано на использовании легкокипящих жидкостей и легкоплавких твердых тел. Различают: одно и двух клапанные термостаты, жидкостные (сильфонные) и с твердым наполнителем. Обычно применяются сильфонные двухклапанные термостаты (жидкостные).

Жалюзи 3 выполняют в виде набора вертикальных или горизонтальных пластин. Управляют ими из кабины.

13.4. Система воздушного охлаждения

В системах воздушного охлаждения применяют осевые и центробежные вентиляторы.

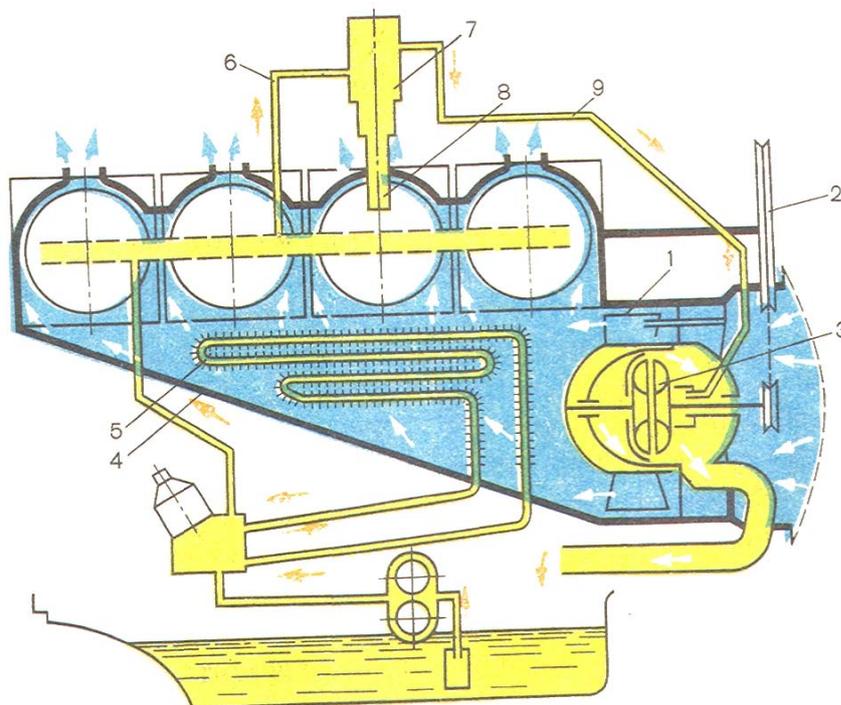


Рис. 13.3. Схема системы воздушного охлаждения ДВС:
1 – вентилятор; 2 – ременная передача; 3 – гидромуфта;
4 – капот; 5 – масляный радиатор; 6 и 9 – маслопроводы;
7 – термоклапан; 8 – датчик;

В зависимости от расположения вентилятора применяются системы с просасыванием (ЗАЗ-968) или нагнетанием воздуха (ГАЗ-542).

Системы с просасыванием применяются сравнительно редко. Отличаются большей равномерностью и лучшим использованием нагретого воздуха.

Недостаток мощность вентилятора $N_{\text{вент}}$ увеличивается пропорционально $T_{\text{охл}}$ (МеМЗ-966). Обычно ставят системы с нагнетанием. Регулировка осуществляется давлением масла через гидромфту и термодатчик (ГАЗ-542).

Смысловой модуль (тема 14)

Система смазки

14.1. Назначение системы смазки (СС), классификация.

14.2. Принцип работы.

14.3. Элементы системы смазки.

14.1. Назначение системы смазки (СС), классификация

Назначение системы смазки:

- уменьшает трение в парах трения;
- осуществляет частичное охлаждение деталей;
- производит удаление продуктов износа;
- осуществляет уплотнение газовых стыков;
- обладает антикоррозионными свойствами.

Системы смазки осуществляют подвод смазки к деталям:

- под давлением;
- разбрызгиванием;
- комбинированным способом;

Делятся на системы:

- с мокрым картером;
- с непрерывной подачей масла;
- с сухим картером;
- с пульсирующим потоком масла.

Система включает:

- масляный резервуар;
- маслоприемник;

- маслонасос;
- фильтры;
- маслорадиатор;
- редуционные клапаны;
- приборы контроля.

Система смазки с сухим картером применяется на машинах высокой проходимости, тракторах работающих на уклонах, спортивных автомобилях, самолетах и др.

Смазка двухтактных двигателей осуществляется горючей смесью, в которую подмешивают в пропорции (1:25–1:50) масло. При попадании такой смеси в цилиндр бензин испаряется, а масло остается на стенках цилиндра. Специальные насосы дозаторы меняют отношение подачи масла (1:25–1:200) для улучшения рабочего процесса.

В автомобильных двигателях наибольшее распространение получила комбинированная система смазки.

14.2. Принцип работы

Схема системы смазки приведена на рис 14.1.

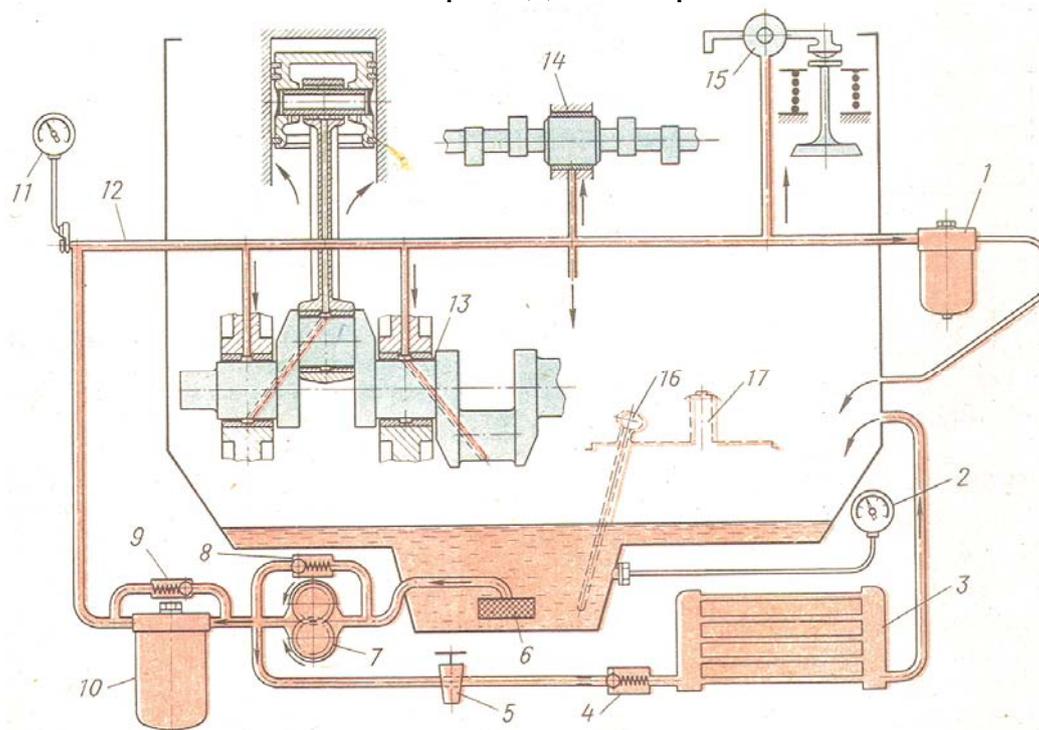


Рис. 14.1. Схема масляной системы ДВС:

- 1 – фильтр; 2 – электрический термометр; 3 – кран;
- 4 – предохранительный клапан; 5 – клапан; 6 – маслоприемник;
- 7 – насос; 8 – лампа; 9 – перепускной клапан; 10 – фильтр;
- 11 – электрический манометр; 12 – масляная магистраль;
- 13 – гидромурфта; 14 – подшипник; 15 – полая ось;

Масло под действием разрежения захватывается зубьями масляного насоса 7, проходит через фильтр 10 грубой очистки и попадает в магистраль 12 и масляный радиатор 3. В радиаторе 3 масло охлаждается и попадает в поддон. В магистрали 10 часть масла идет к подшипникам коленчатого вала 13, а часть – в фильтр 1 тонкой очистки, а затем в поддон. Остальная часть масла идет в ГРМ, смазывает подшипники распределительного вала 14.

14.3. Элементы системы смазки

14.3.1. Масляные насосы

Применяют два типа насосов:

- шестеренчатые;
- роторные.

Шестеренчатый масляный насос приведен на рис 14.2.

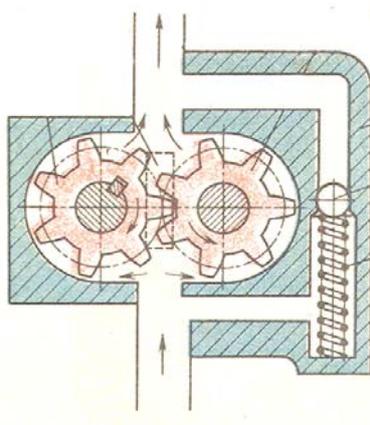


Рис. 14.2. Масляный насос

14.3.2. Маслоприемник

Маслоприемник бывает *неподвижный* или *плавающий*.

14.3.3. Редукционный клапан

Редукционный клапан служит для ограничения давления в системе смазки. Повышается давление в системе при чрезмерно больших оборотах или густом масле.

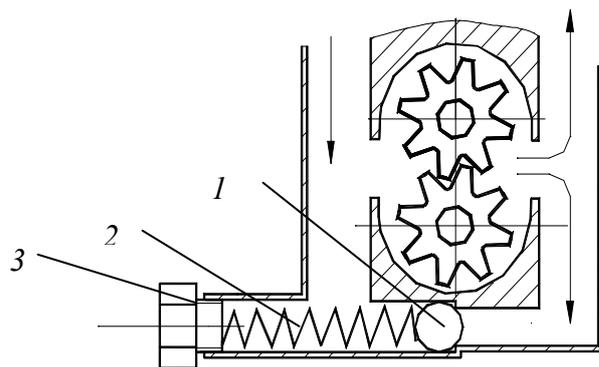


Рис. 14.3. Схема редукционного клапана:
1 – регулировочная пробка; 2 – шарик; 3 – пружина

14.3.4. Масляные фильтры

Служат для очистки масла от механических примесей.

Тип	Глубина очистки, мкм	Способ включения
Щелевые: – поверхностные – объемные	Грубой очистки (до 40)	Полнопоточные
Центробежные: – с механич. приводом – с рективным приводом	Тонкой очистки (до 1 – 2)	Неполнопоточные

Фильтры грубой очистки масла бывает:

- щелевой ленточный;
- щелевой пластинчатый;
- картонный фильтр типа АСФО или ДАСФО;
- объемный фильтр:
- полнопоточный бумажный фильтр.

На грузовых автомобилях и тракторах применяют масляные центрифуги. На легковом автомобиле МеМЗ-968 применялась центрифуга.

Масляный радиатор бывает: – масло-воздушный;
– водо-масляный.

Конструктивно, аналогичен водяному радиатору.

Приспособления для контроля.

1. Уровень масла;
 2. Давление масла (аварийная лампа $0,9 - 0,8 \text{ кг/см}^2$)
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| КБД | Дизель |
| $3 - 5 \text{ кг/см}^2$ | $5 - 7 \text{ кг/см}^2$ |

14.3.5. Система вентиляции картерных газов.

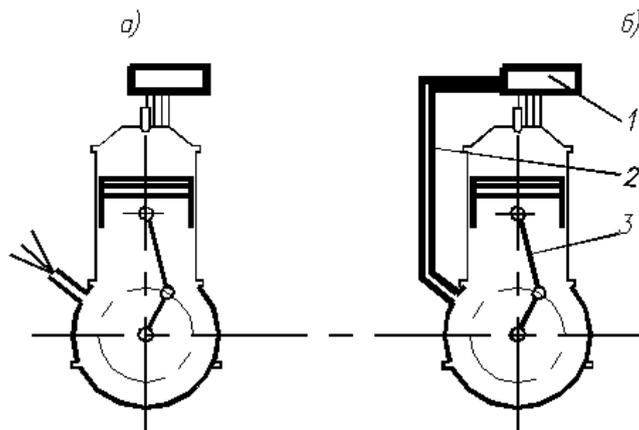
В картер прорываются газы. Содержат CO, серу, азот, пары топлива, пары воды и др., поэтому необходимо продувать картерное пространство.

Система вентиляции картера делится на:

- вытяжные;
- приточно – вытяжные.

Бывают: – открытые;

- закрытые.



**Рис. 14.4. Открытая естественная (а) и закрытая принудительная система вентиляции:
1 – воздушный фильтр; 2 – трубопровод; 3 – ДВС**

В картер прорываются газы. Содержащие CO, серу, азот, пары топлива, пары воды и др., поэтому необходимо продувать картерное пространство.

Система вентиляции картера делиться на:

- вытяжные;
- приточно-вытяжные.

Система вентиляции картера бывает открытая и закрытая.

Смысловой модуль (тема 15)

Системы впуска и выпуска ДВС. Система пуска

- 15.1. Система впуска и выпуска.
- 15.2. Фильтрация воздуха.
- 15.3. Глушители шума.
- 15.4. Система пуска.

15.1. Система впуска и выпуска

Система впуска и выпуска служат для подвода свежего заряда (смеси) к цилиндрам двигателя и отвода из них выпускных газов.

Общим требованием является их малое сопротивление и благоприятное протекание газодинамических процессов.

Впускная система состоит из:

- воздухозаборника;
- компрессора для сжатия воздуха;
- охладителя воздуха;
- впускных органов.

Впускной трубопровод делают литым, обычно из легких сплавов. Для улучшения испарения смеси его подогревают охлаждающей жидкостью. В двигателях большой мощности впускной трубопровод представляет собой цилиндрический ресивер с приваренными к нему патрубками.

В двухтактных двигателях воздух из компрессора подается непосредственно в ресивер, размещаемый в полостях блока или остова.

Выпускная система включает:

- выпускные органы;
- патрубки, выпускной трубопровод;
- дожигатель, нейтрализатор;
- газовую турбину, компрессор;
- эжекционное устройства для удаления пыли из воздухоочистителя и просасывания охлажденного воздуха;

– глушитель шума.

Выпускные трубопроводы на ДВС небольших размеров выполняются в виде общего трубопровода, отлитого из чугуна.

При наддуве объем трубопровода увеличивается и такое устройство называется преобразователем импульсов.

Для предотвращения от ожогов выпускные трубопроводы теплоизолируются экраном либо охлаждаются водой.

При нагревании и остывании длина трубопровода меняется. Поэтому перед турбиной устанавливаются компенсаторы (поршневые кольца).

15.2. Фильтрация воздуха

Фильтры служат для очистки воздуха от пыли.

Фильтры должны обладать:

- малым гидравлическим сопротивлением;
- необходимой емкостью;
- надежностью в работе;
- удобством в обслуживании;
- иметь компактную и технологичную конструкцию.

По способу очистки фильтры делятся:

- 1 – инерционные;
- 2 – фильтрующие, сухие и мокрые;
- 3 – комбинированные, сухие, мокрые и комбинированные.

15.2.1. Фильтрующие элементы инерционного типа

В этих элементах (см. рис. 15.1) осуществляется резкое изменение направления воздушного потока. Так как плотность частиц пыли больше, чем плотность воздуха, то часть пыли собирается в специальной емкости (сухой инерционный фильтр), либо в масляной ванне – (мокрый инерционный фильтр).

В мокрых фильтрующих элементах (см. рис. 15.2) частицы пыли оседают или в масляной ванне или на смоченной поверхности металлического элемента либо на волокнах сухого элемента.

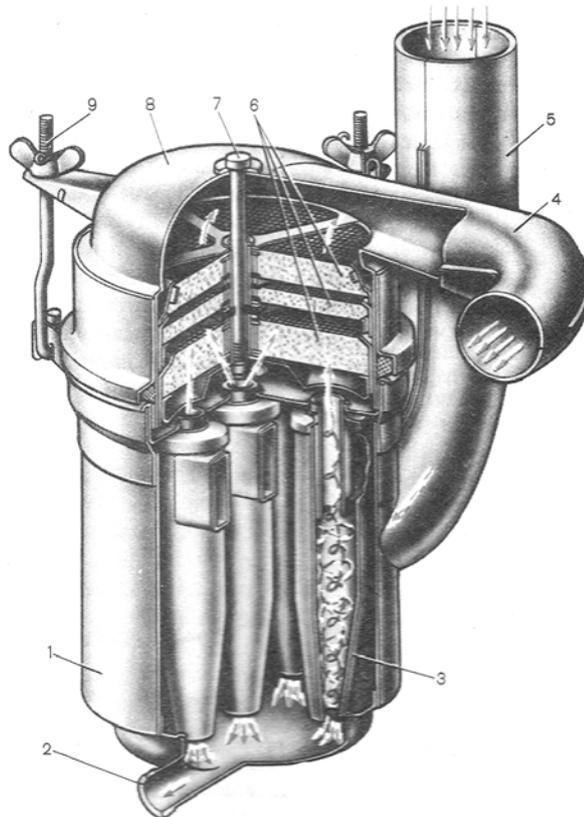


Рисунок 15.1. Комбинированный сухой воздушный фильтр двигателей типа СМД: 1 – корпус; 2 – патрубок для отсоса пыли; 3 – циклон; 4 – патрубок для отвода воздуха; 5 – патрубок для подвода воздуха; 6 – кассеты фильтрующего элемента; 7 и 9 – стяжные болты; 8 – крышка фильтра;

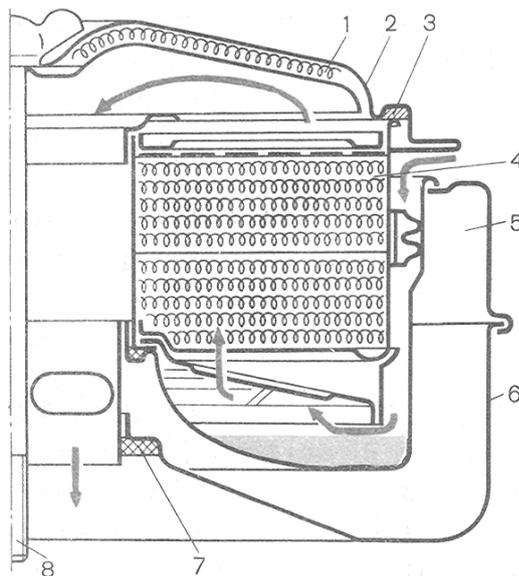


Рис. 15.2. Комбинированный мокрый воздушный фильтр двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238: 1 – шумопоглотитель; 2 – крышка; 3 и 7 – прокладки; 4 – фильтрующий элемент; 5 – камера глушения шума впуска; 6 – корпус; 8 – стержень крепления воздушного фильтра;

В инерционных центробежных фильтрах, часто применяется устройство циклон (мультициклон), в котором загрязненному воздуху придается вихревое движение.

15.2.2. Фильтрующие воздушные фильтры

Мокрые фильтрующие элементы изготавливают из проволочной металлической сетки, капроновой или проволочной «путанки», стекловолокна, металлической стружки.

Сухие фильтрующие элементы (см. рис. 15.3) делают из специального фильтровального картона, пеноуритана, нетканых материалов

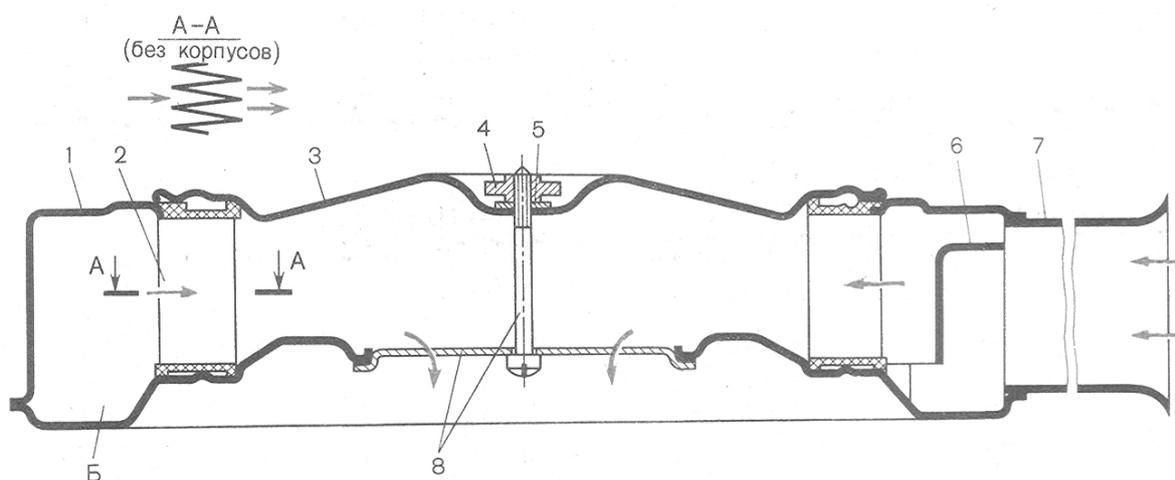


Рис. 15.3. Фильтрующий воздушный фильтр типа ВСГ-4:
Б – кольцевая полость глушения шума; 1 – корпус;
2 – фильтрующий элемент; 3 – крышка; 4 – гайка;
5 – прокладка; 6 – отражатель; 7 – воздушный патрубок;
8 – детали (винт и пластина), предохраняющие
фильтр при транспортировке

15.2.3. Комбинированные воздушные фильтры

Комбинированные воздушные фильтры совмещают вышеуказанные способы очистки. Обычно применяют мокрый инерционный фильтр (первая ступень) и мокрый фильтрующий элемент (вторая ступень) или мультициклон и картонный фильтрующий элемент.

Сопротивление воздушных систем составляет 0,6–5,5 кПа.

15.3. Глушители шума

Уровень шума в ДВС достигает 120 ДБ, и создается за счет шума механического и газодинамического происхождения:

- работы КШМ;
- впуска и выпуска рабочего тела;
- процесса сгорания
- работы топливного насоса и масляного насосов;
- работы клапанного механизма.

Уровень шума снижают капотированием, использованием звукопоглощающих перегородок, конструктивных мероприятий способствующих снижению шума:

- увеличением длины юбки поршня;
- применением дезаксального механизма;
- безударным профилем кулачка;
- увеличением толщины гильзы цилиндров и КС;
- использованием шумопоглощающих прокладок.

Глушители делятся, на:

- активные;
- реактивные.

Активные глушители. Энергия превращается в теплоту при прохождении волны через сопротивления (сетки, перфорированные листы, звукопоглощающий материал). Схема активных глушителей приведена на рис. 15.4.

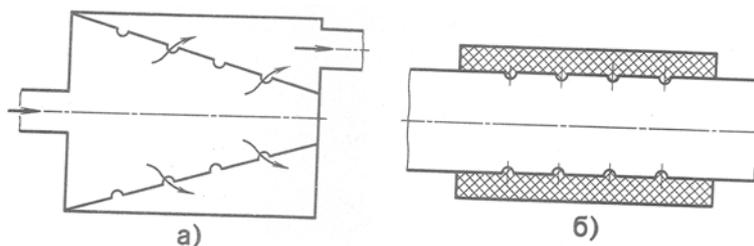


Рис. 15.4. Схемы активных глушителей:
а – с перфорированным корпусом;
б – с звукопоглощающим материалом

Реактивные глушители представляют собой или расширительную камеру либо ряд резонансных камер. Эти глушители приведены на рис. 15.5.

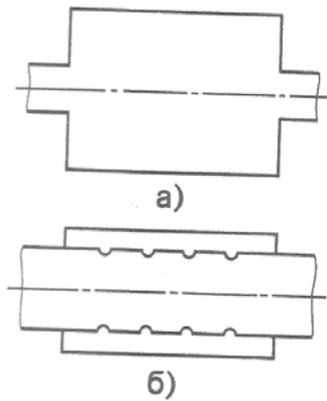


Рис. 15.5. Схемы реактивных глушителей:
а – с расширительной камерой;
б – с резонансными камерами

Реактивные глушители эффективнее «глушат» низкочастотный шум, а активные – высокочастотный.

Обычно используют комбинацию обоих типов. Комбинированный глушитель приведена на рис. 15.6.

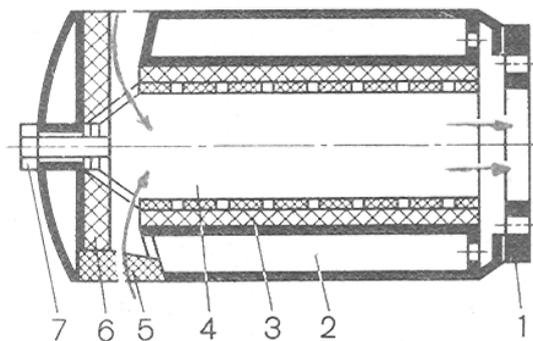


Рис. 15.6. Активно-реактивный глушитель впуска:
1 – фланец для крепления к впускному патрубку;
2 – реактивный глушитель; **3** – звукопоглотитель;
4 – перфорированная трубка; **5** – защитная сетка;
6 – звукопоглотитель на крышке;
7 – финт для регулирования зазора впуска

15.4. Системы пуска

Все виды ДВС нуждаются в предварительном раскручивании коленчатого вала (посторонним источником) до заданной частоты вращения, при которой осуществляется устойчивый запуск и работа силового агрегата.

Минимально устойчивая частота вращения вала ДВС составляет, для:

- бензиновые – 50–70 мин⁻¹;
- Дизелей – 100–250 мин⁻¹;
- Роторно-поршневых – 200–500 мин⁻¹;
- Газовых турбин – 20000 мин⁻¹.

Классифицируются системы пуска:

По способу прокручивания коленчатого вала:

- механическими системами впуска;
- пневматическими системами впуска.

Механические системы пуска: (кинематически связаны с валом ДВС).

- мускульная сила человека (инерционные стартеры, рукояткой);
- электрический стартер;
- пневматические и гидравлические аккумуляторы;
- вспомогательные пусковые двигатели.

Пневматические системы пуска:

- сжатый воздух (подача воздуха в цилиндр или на лопадки ГТД);
- пороховые патроны.

Устройства, облегчающие пуск:

- уменьшающие вязкость масла (использование легкоиспаряющихся фракций бензина или подогрев);
- интенсифицирующее испарение топлива (подогрев воздуха, калильные свечи, легкоиспаряющийся бензин);
- комбинированные.

Используется комбинированный (каскадный) пуск (стартер – пусковой ДВС – дизель).

Пусковые качества двигателей оценивают минимальной температурой пуска, при которой осуществляется возгорание рабочего тела, продолжительностью пуска и временем до приема нагрузки.

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
4. Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Блок смысловой модуль (раздел 6)

Смысловой модуль (тема 16)

Системы зажигания

16.1. Назначение. Общие сведения. Условия работы.

16.2. Батарейное зажигание. Устройство. Элементы системы зажигания: катушка зажигания, прерыватель, распределитель, конденсатор, добавочное сопротивление. Принцип работы.

16.3. Электронные системы зажигания: контактно – транзисторные системы, тиристорные, с поверхностным разрядом, цифровые.

16.4. Свечи зажигания: Применяемые материалы.

16.1. Назначение. Общие сведения. Условия работы

Система зажигания служит для создания тока высокого напряжения, распределения его по цилиндрам двигателя и воспламенения горючей смеси в камере сгорания в заданные моменты времени.

Системой зажигания называется совокупность приборов и устройств, обеспечивающих воспламенение рабочей смеси в цилиндрах в соответствии с порядком и режимом работы ДВС.

Величина напряжения пробоя искры зависит от зазора в свечах, давления в цилиндре и составляет 8-12 кВт. Для повышения надежности воспламенения напряжение достигает 16-25 кВт.

Так как рабочая смесь сгорает не мгновенно, то ее следует воспламенять с некоторым опережением, т. е. раньше, чем поршень подойдет в ВМТ.

Опережение воспламенения смеси называется опережением зажигания и обычно измеряют в градусах угла поворота коленчатого вала ДВС.

Угол опережения зажигания должен меняться с изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя и его нагрузки.

В зависимости от условий работы ДВС, система зажигания может быть обычной (однопроводной) или экранированной.

16.2. Батарейное зажигание.

Система состоит из следующих элементов зажигания: катушки зажигания, прерывателя – распределителя, конденсатора, добавочного сопротивления.

На современных двигателях применяют однопроводную систему зажигания. Вторым проводником служит масса. Отрицательные выводы системы соединены с массой, а положительные изолированы от нее.

В контактную систему батарейного зажигания входят: катушка зажигания 1 с добавочным резистором, прерыватель низкого напряжения с конденсатором 2, распределитель импульсов высокого напряжения 3, свечей зажигания 4, проводов низкого и высокого напряжения.

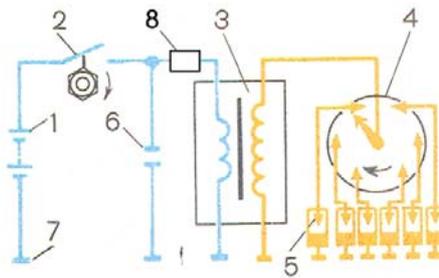


Рис. 16.1. Принципиальная схема системы зажигания:

1 – источник тока; 2 – прерыватель; 3 – катушка зажигания; 4 – распределитель; 5 – свеча зажигания; 6 – конденсатор; 7 – масса

16.2.1. Катушка зажигания (КЗ).

КЗ – служит для преобразования тока низкого напряжения (6 или 12 В) в ток высокого напряжения (12000-20000 В).

Основными частями катушки являются сердечник, первичная и вторичная обмотки.

Первичная обмотка выполнена из толстой проволоки и имеет малое число витков (300). Один конец подключен, через прерыватель и массу, другой к аккумуляторной батарее. Вторичная обмотка состоит из большого числа витков (20000) и для получения небольших размеров наматывается из очень тонкой проволоки. Один конец КЗ соединен с боковым электродом (через массу), другой с центральным.

При замкнутых контактах по первичной обмотке проходит ток. При размыкании контактов в каждом витке вторичной обмотки катушки наводится ЭДС, и на ее концах возникает высокое напряжение. В результате между электродами свечи проскакивает искра.

При размыкании контактов появляется ЭДС и в первичной обмотке, возрастает напряжение, появляется сильное искрение между контактами.

Для поглощения тока самоиндукции при размыкании и уменьшении искрения между контактами, устанавливается конденсатор.

Применяют два вида катушек:

- КЗ заполненные твердой изолирующей компаундной массой (Б – 1, Б – 7А)

- КЗ заполненные – трансформаторным маслом (такие катушки используют более высокое напряжение) (Б – 13, Б – 115, Б – 117).

Некоторые катушки для автоматической регулировке первичного тока имеют добавочное сопротивление (вариатор), который при пуске отключается.

Расшифровка сокращений на КЗ:

Р – от распределителя зажигания.

ВК – от выключателя или реле стартера.

ВК – Б – от выключателя зажигания.

Экранированные катушки используются на двигателях, для автомобилей специального назначения (ЗИЛ – 131) Б 102 Б.

16.2.2 Прерыватель – распределитель.

Прерыватель служит для размыкания и замыкания первичной цепи катушки зажигания, *распределитель* – для направления (распределения) тока высокого напряжения к свечам в соответствии с порядком работы.

Выполнен прерыватель и распределитель в общем корпусе.

В нижней части находится площадка, где размещаются контакты прерывателя. Ток от КЗ подводится к подвижному контакту (от кулачка вала). Неподвижный контакт соединен с массой. Параллельно контактам включается конденсатор (емкость которого составляет 0.17 – 0.35 мКф).

Для регулировки опережения зажигания по оборотам имеется центробежный регулятор, соединенный с подвижным контактом.

Для регулировки по нагрузке имеется вакуумный регулятор, подвижно соединенный с контактами.

Распределитель (ротор) изготовлен из карболитового ротора, имеющий латунную токопроводящую пластину и карболитовой крышки с контактными гнездами для проводов высокого напряжения.

16.3 Электронные системы зажигания.

Для повышения топливной экономичности в современных ДВС увеличивают степень сжатия и обедняют смесь. Устойчивое воспламенение смеси требует увеличение искрового зазора. Из – за увеличения силы тока в первичной катушке подгорают контакты прерывателя. Эти недостатки устраняются в электронных системах зажигания.

16.3.1. Контактнo-транзисторная система зажигания

Схема системы зажигания приведена на рис. 20.2.

Кроме распределителя и КЗ система имеет еще и транзисторный коммутатор, который включен в цепь между первичной обмоткой КЗ и прерывателем. В прерывателе отсутствует конденсатор. В цепь первичной обмотки включены два резистора, один из которых при пуске замыкается.

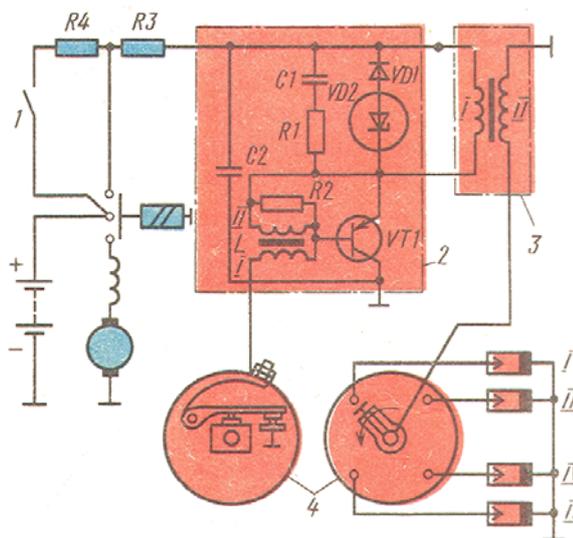


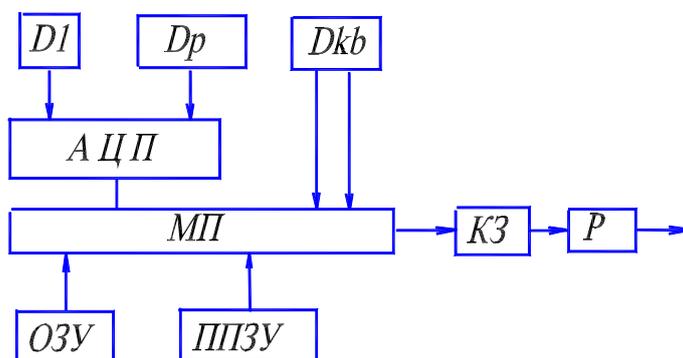
Рис. 16.2. Схема контактно-транзисторной системы зажигания: 1 – выключатель зажигания; 2 – транзисторный коммутатор; 3 – катушка зажигания; 4 – распределитель; I-IV – номер цилиндров

16.3.2. Бесконтактно-транзисторная система зажигания.

Такая система позволяет обеспечить высокое напряжение во вторичной цепи, что позволяет получить более мощный и продолжительный заряд и более устойчивое воспламенение смеси. Вследствие отсутствия трущихся изнашиваемых элементов момент зажигания не изменяется, не зависимо от срока службы.

16.3.3. Электронная (цифровая) система зажигания

Сигналы датчиков температуры D , и разрежения D_p во впускном трубопроводе через АЦП (аналогово – цифровой преобразователь) поступают в МП (микропроцессор), связанным с ППЗУ (постоянно запоминающим устройством) ОЗУ (обрабатывающее запоминающее устройство). После результатов обработки МП выдает сигнал на КЗ (катушку зажигания) и (распределитель) P к свечам зажигания.



16.3.4. Тиристорная система зажигания

Система зажигания с накоплением энергии в емкости. В качестве коммутирующего прибора с накоплением емкости обычно используют тиристор.

Обмотки катушки обладают малой индуктивностью и малым сопротивлением. Такая система уменьшает отложения на свече. Высокая частота искрообразования (600 искр/с) позволяет применять их в двигателях Ванкеля и др.

16.4. Свечи зажигания

Конструктивные схемы свечей зажигания приведены на рис 16.3.

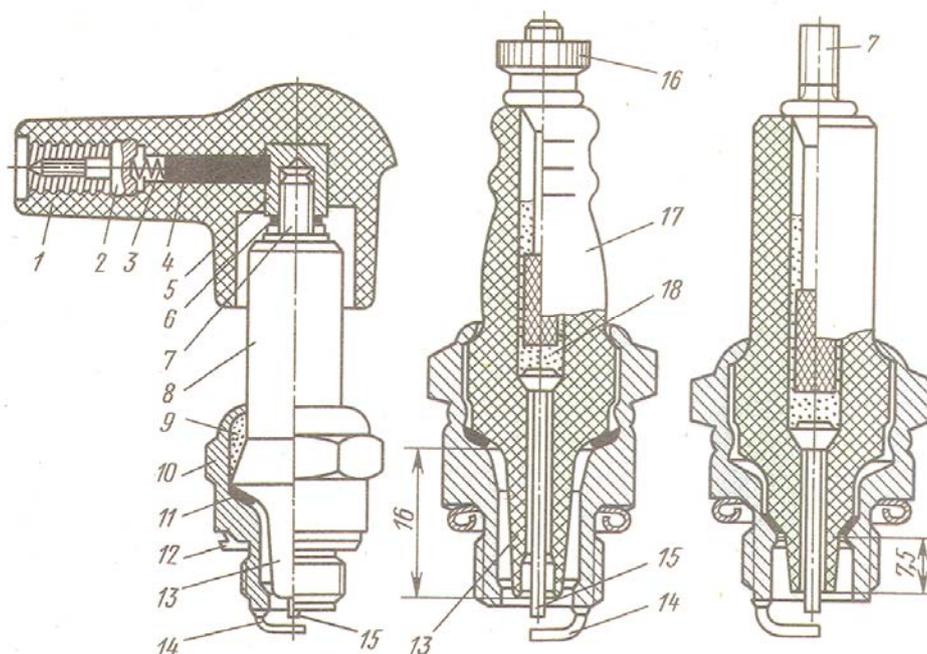


Рис. 16.3. Свечи зажигания: а – устройство; б – горячая свеча; в – холодная свеча; 1 – корпус; 2 – вывод; 3 – контактная пружина; 4 – подавительный резистор; 5 – контакт; 6 – стопорная пружина; 7 – стержень центрального электрода; 8 – изолятор; 9 – уплотняющий порошок; 10 – корпус свечи; 11 – медная шайба; 12 – медно асбестовая шайба; 13 – тепловой конус; 14 – боковой электрод; 15 – центральный электрод; 16 – контактная гайка; 17 – контактная головка; 18 – токопроводящий стеклогерметик

Чем короче свеча, тем лучше теплоотвод и «холоднее» свеча. Чем выше калильное число, тем «холоднее свеча», т. е. она может работать в более высоком тепловом режиме.

Обозначения и маркировка свечей зажигания: А 20 ДВ

А – диаметр и шаг резьбы (А – 14 × 1,25; М – 18 × 1,5).

20 – калильное число (8; 11; 14; 17; 20; 23; 26).

Д – длина резьбы (Н – 11мм; Д – 19мм; если 12мм то не обозначается)

В – выступает нажная часть изолятора;

Т – применяется герметизация термогерметиком.

Электрооборудование установок с ДВС

- 17.1. Назначение и принципиальная схема электрооборудования.
- 17.2. Источники тока.
- 17.3. Потребители тока.
- 17.4. Электронные системы.

17.1. Назначение и принципиальная схема электрооборудования

Весь комплекс электрических приборов и аппаратуры, включая источники тока, образует в совокупности *систему электрооборудования автомобиля*.

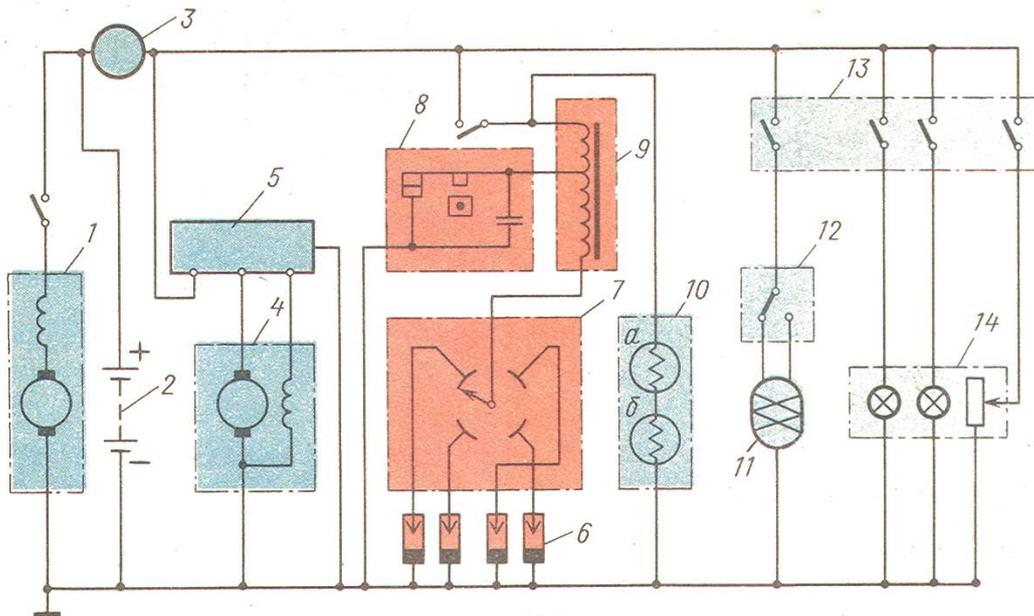


Рис. 17.1. Принципиальная схема электрооборудования автомобиля:
1 – стартер; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – амперметр;
4 – генератор; 5 – регулятор; 6 – свечи зажигания; 7 – распределитель;
8 – прерыватель; 9 – катушка зажигания; 10 – контрольно
измерительные приборы; 11 – фары; 12 – ножной переключатель
света фар; 13 – центральный переключатель света;
14 – приборы освещения и световой сигнализации

Система электрооборудования предназначена для выполнения ряда функций, необходимых для нормальной работы автомобилей, осуществляющих с помощью электрического тока:

- воспламенение рабочей смеси;
- пуск ДВС;
- освещения (дороги, салона, кузова);
- сигнализация (об изменении направления движения, торможение);
- звуковой сигнализации;
- контрольно – измерительных приборов и дополнительного оборудования);

Схема электрооборудования приведена на рис. 17.1.

Электрооборудование делится, на :

- источники тока;
- потребители тока;

17.2. Источники тока.

На автомобилях применяются два источника тока.

- *аккумуляторная батарея*, питающая потребители при неработающем двигателе;
- *генератор*, питающий потребители при работающем двигателе.

17.2.1. Аккумуляторная батарея (АКБ)

Получили применение свинцово-кислотные АКБ, состоящие из нескольких последовательно соединенных АКБ. Такие АКБ обладают не большим внутренним сопротивлением и способны за несколько секунд отдавать ток в несколько сотен ампер.

АКБ представляет собой сосуд, заполненный электролитом, в который опущены свинцовые электроды – пластины.

Электролит – раствор серной кислоты в дистиллированной воде.

Электроды – свинцовые пластины, одна пластина состоит из губчатого свинца Pb, вторая – двуокиси свинца (PbSO₄).

Сепаратор – изолирующие прокладки между электродами.

Маркировка АКБ:

6СТ – 60 ЭМ – Н

6- число последовательно соединенных элементов (банок);

СТ – стартерная;

60 – емкость в амперчасах (Ач);

Э – эбонит; Т – термопласт (материал моноблока);

n – асфальто-пековая пластмасса;

М – мипласт, С – стекловолокно, Р – мипор (материал сепараторов);
Н – несухозаряженная, З – сухозаряженная.

17.2.2. Генератор

Генератор – это электрическая машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.

Применяются генераторы постоянного и переменного тока.

Преимущества генераторов переменного тока:

1 – ротор генератора переменного тока может вращаться с более высокой частотой, чем якорь постоянного тока, т. е. обмотка надежно закреплена под звездочками;

2 – достигает пом частоты при меньших оборотах, что разрушает АКБ;

3 – щеточный узел генератора более долговечен т. к. щетки скользят по сплошному кольцу, а не по коллектору, состоящему из отдельных ламелей (секций).

17.2.3. Реле-регулятор (РР)

Необходимо для обеспечения всех элементов электрооборудования постоянным электрическим током от генератора при переменном числе оборотов коленчатого вала двигателя, а так же при неработающем двигателе. Регулирование осуществляется специальными автоматическими приборами.

По назначению эти приборы делятся:

1 – регулятор напряжения;

2 – ограничитель тока;

3 – реле обратного тока;

4 – реле включения;

1 – обеспечивает поддержание необходимого напряжения генератора при переменном числе оборотов коленвала и ротора генератора.

2 – служит для предотвращения перегрузки генератора большой силы тока, который может вызвать перегрев, генератора и перегорания его обмоток.

3 – обеспечивает включение генератора в цепь потребителей, когда напряжение его становится больше напряжение параллельно включенной АКБ, а также для выключения генератора при падении

его напряжения ниже напряжения АКБ, во избежание ее разрядки через обмотки генератора.

4 – обеспечивает подключение обмотки возбуждения генератора к АКБ при включенном зажигании и пуске ДВС.

Для генераторов постоянного тока применяют 1,2,3,4 соединенные узлы, которые называются *реле-регулятором*.

Для генераторов переменного тока применяют 1 и 4.

1 – электромагнитные, контактно-вибрационные;

2 – безконтактно-транзисторные;

3 – контактно-транзисторные (смешанные).

Принцип действия приборов основан на использовании свойств электромагнита, притягивающего к своему сердечнику якорек с контактной системой или отпускающей его в зависимости от силы тока.

17.3. Потребители тока

17.3.1. Стартеры

Стартеры – служат для проворачивания коленчатого вала ДВС при пуске.

Используются электродвигатели постоянного тока. Стартер питается от АКБ.

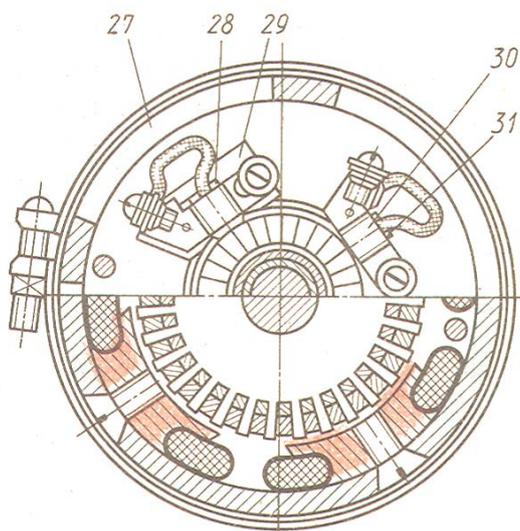


Рис. 17.2. Стартер СТ-130А2: 27 – окна; 28 – щетка; 29 – щеткодержатель; 30 – щетка; 31 – щеткодержатель

Стартер мало отличается от генераторов постоянного тока, основан на явлении обратимости электромашин.

Стартеры имеют в основном одинаковую конструкцию и различаются по типу приводного механизма и способу включения (см. рис. 21.2).

Обычно применяют включение с помощью 2-х шестерен (стартера и маховика ДВС).

Приводные устройства:

- ножной привод;
- электромагнитный.

Работа муфты свободного хода

17.3.2. Система освещения и световой сигнализации

Система освещения и световой сигнализации служит для обеспечения работы автомобиля в ночное время и затемненных местах.

В нее входят:

- передние фары;
- подфарники;
- задние фонари;
- лампы освещения щитка приборов;
- плафоны освещения салона;
- переключатели и выключатели;
- предохранители.

Все приборы питаются от АКБ или генератора.

17.3.3. Звуковой сигнал

Применяют сигналы с электромагнитной вибрационной системой-шумовые и тональные.

17.3.4. Контрольно-измерительные приборы и сигнализация

К контрольно-измерительным приборам относятся:

- 1 – амперметр;
- 2 – указатель температуры жидкости;
- 3 – указатель давления масла;
- 4 – указатель уровня бензина в бензобаке.

Приборы делятся на:

- тепловые;
- электроимпульсные (биметаллические пластины);
- электромагнитные (реостатные датчики);
- дополнительные приводы (электродвигатель вентилятора, электростеклоподъемники).
- сигнализация

17.4. Электронные системы

Автомобиль может комплектоваться:

- электронной системой впрыскивания топлива;
- электронной системой регулировки фаз газораспределения;
- электронной системой блокировки дифференциала;
- электронной системой регулировки турбонаддувом;
- электронной системой зажигания;
- АБС (антиблокировочной системой);
- электронной системой курсовой устойчивости и др.

ЭВУ – электронно-вычислительное устройство;

ИМ – исполнительный механизм.

Дк – колесный электромагнитный датчик;

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.

2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.

3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.

4 Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Блок смысловой модуль (раздел 7)

Смысловой модуль (тема 19)

Трансмиссия. Сцепление

- 19.1. Назначение и состав. Классификация.
- 19.2. Механические трансмиссии.
- 19.3. Гидрообъемные и электрические трансмиссии.
- 19.4. Трансмиссии автопоездов.
- 19.5. Назначение и основные типы сцепления.
- 19.6. Привод сцепления.
- 19.7. Усилители привода.

19.1. Назначение и состав. Классификация.

Трансмиссия – предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам автомобиля.

Изменение крутящего момента в трансмиссии оценивается ее передаточным числом, равным отношению частот вращения коленвала ДВС и ведущих колес

$$P_{\text{тяги}} = M_{\text{кр}}/r_k,$$

где $P_{\text{тяги}}$ – сила тяги;

$M_{\text{кр}}$ – крутящий момент, подведенный к колесу;

r_k – радиус колеса.

Сила тяги складывается из:

- силы сопротивления качению колес;
- силы сопротивления воздуха;
- силы сопротивления подъему;
- силы сопротивления разгону.

Сумма сил может меняться в широких пределах, в зависимости от условий движения.

Сила тяги ограничивается сцеплением ведущих колес с дорогой. Максимальная сила тяги равна произведению коэффициента сцепления колеса с дорогой на сцепной вес автомобиля (АТС).

Наибольшая сила тяги реализована при наличии привода ко всем колесам.

Трансмиссия по характеру связи между ДВС и ведущими колесами делится, на:

- механическую;
- гидромеханическую;
- электрическую;
- комбинированную (гидромеханическую, электромеханическую).

Для оценки трансмиссии и для характеристики автомобиля применяют колесную формулу (4×2) – первая цифра, обозначает общее количество колес, вторая – количество ведущих колес.

19.2. Механические трансмиссии

Схема с передним расположением ДВС, задними ведущими колесами и центральным расположением основных узлов трансмиссии относительно продольной оси приведены на рис. 19.1.

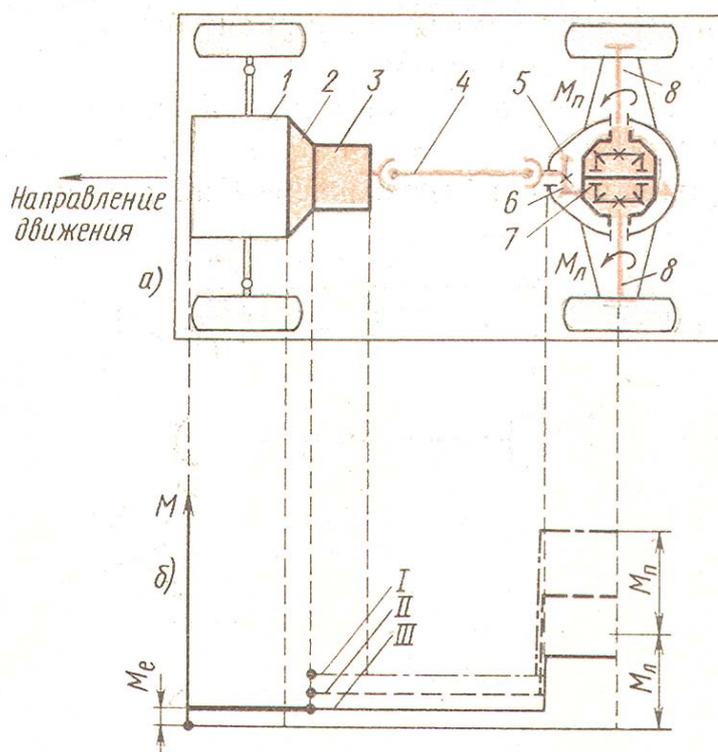


Рис. 19.1. Трансмиссия автомобиля 4×2 : а – схема трансмиссии; б – эпюра моментов; I-III – передачи; 1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка передач; 4 – карданная передача; 5 – ведущий мост; 6 – карданные шарниры; 7 – раздаточная коробка; 8 – межосевой дифференциал

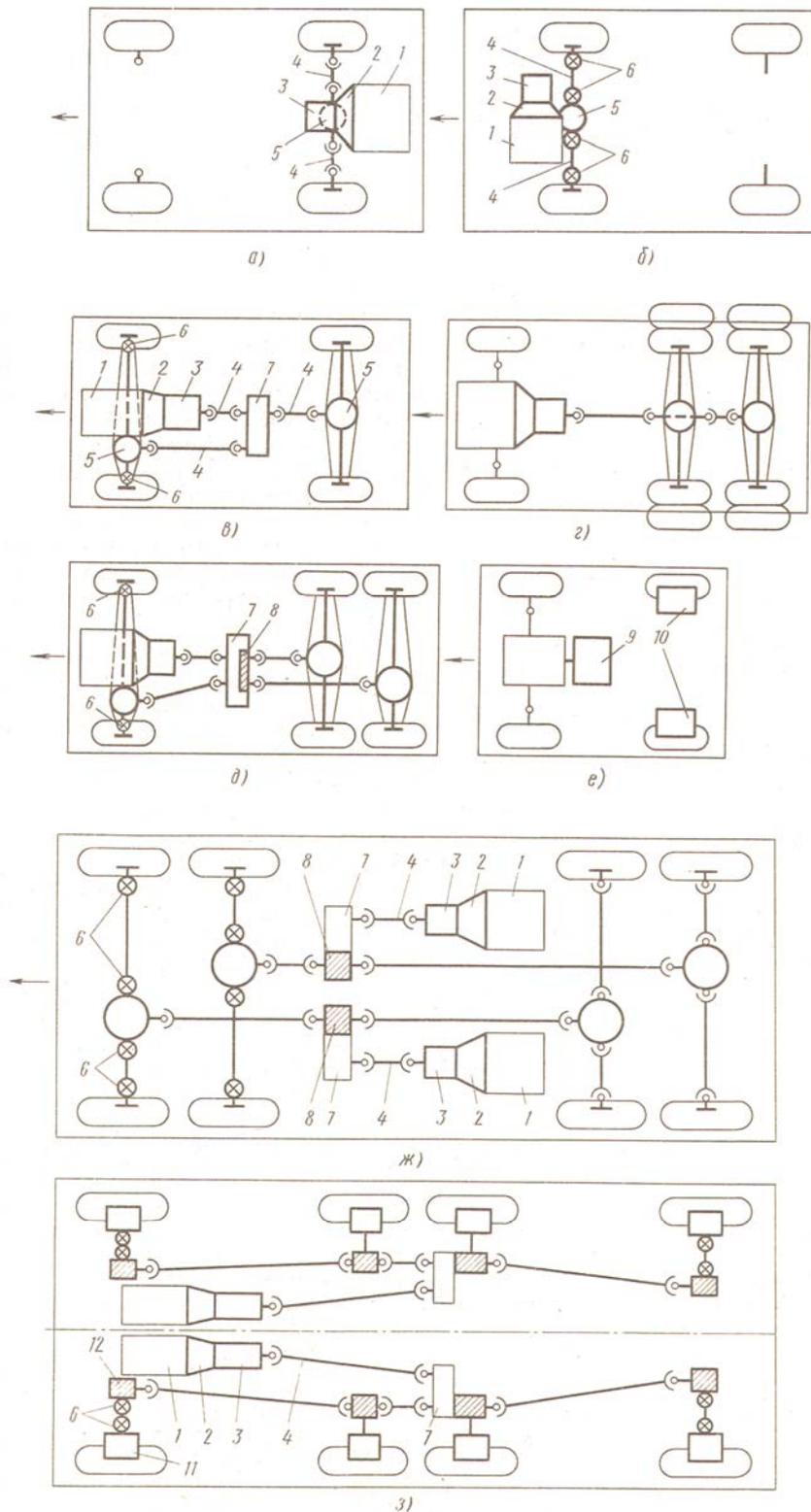


Рис. 19.2. Схемы трансмиссий: а, б – механической трансмиссии автомобиля 4 х 2; в – механической трансмиссии автомобиля 4 х 4; г – механической трансмиссии автомобиля 6 х 4; д – механической трансмиссии автомобиля 6 х 6; е – гидрообъемной и электрической трансмиссии автомобиля 4 х 2; ж и з – механической трансмиссии автомобиля 8 х 8

Трансмиссии, ДВС, сцепления и КПП объединены в общий блок, который называется силовым агрегатом.

В главной передаче крутящий момент увеличивается.

Дифференциал разделяет (дифференцирует момент) момент между правым и левым колесом.

На рис. 19.2 приведены различные схемы трансмиссии отечественных и зарубежных автомобилей с различными колесными формулами.

На грузовых автомобилях и колесных тягачах большой грузоподъемности более широко применяются гидромеханические трансмиссии. Гидротрансформатор устанавливают вместо сцепления. Крутящий момент от гидротрансформатора передается на КПП, где передачи включаются при помощи фрикционных механизмов.

19.3. Гидрообъемные и электрические трансмиссии

Гидростатический напор жидкости, создаваемый насосом реализуется в виде $M_{кр}$ на колесах.

В электрических трансмиссиях ДВС приводит в работу генератор постоянного тока, от которого напряжение поступает к электродвигателям которые вмонтированы в колеса автомобиля (БелАЗ).

При применении быстроходных гидро- и электромоторов в ведущих колесах используются понижающие зубчатые передачи – колесные редукторы.

19.4. Трансмиссии автопоездов

Автопоезд состоит из тягача и прицепа или (полуприцеп).

Трансмиссию имеет только тягач.

Прицепы предназначенные для бездорожья имеют ведущие мосты. $M_{кр}$ к ним передается механическим, гидравлическим и электрическим способами.

Коробка отбора мощности, присоединяемая к КПП, приводит в работу дополнительное оборудование (лебедки, подъемники и др.)

19.5. Назначение и основные типы сцепления

Сцепление предназначено для кратковременного разобщения коленчатого вала ДВС с трансмиссией и последующего их плавного соединения, необходимого для трогания автомобиля с места и после переключения передач во время движения.

Вращающиеся детали сцепления относят или к ведущей части, соединенной с коленвалом, либо к ведомой части, соединенной с КПП и разобщенной с ведущей частью при выключенном сцеплении.

По характеру связи между ведущей и ведомой частями, сцепления различают:

- фрикционные;
- гидравлические;
- электрические (порошковые).

19.5.1. Фрикционные

19.5.1.1. Однодисковые

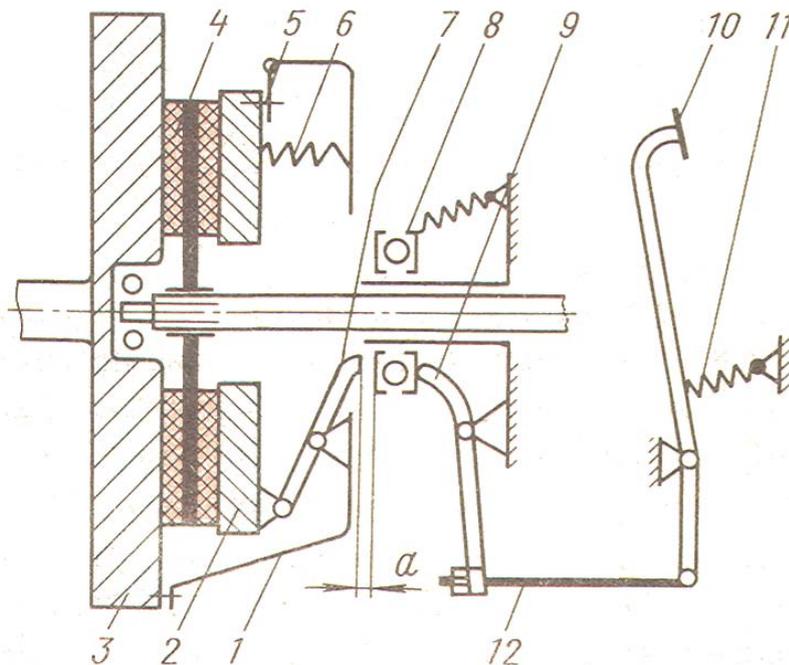


Рис. 19.3. Схема фрикционного сцепления:

- 1 – кожух; 2 – нажимной диск; 3 – маховик; 4 – ведомый диск;
5 – пластины; 6 – пружины; 7 – рычаг; 8 – подшипник;
9 – вилка; 10 – педаль; 11 – пружина; 12 – тяга

Работа сцепления. При включенном сцеплении крутящий момент от коленчатого вала через маховик и нажимной диск передается через зажатый между ними ведомый диск, ступица которого имеет шлицевое соединение с первичным валом КПП.

Для выключения сцепления водитель нажимают (через привод) на вилку и муфту, а также рычаг и пальцы, в результате чего отжимной диск передвигается. При этом нажимные пружины сжимаются и освобождают ведомый диск, по обеим сторонам, которого образуются зазоры.

При отпуске педали сцепления все возвращается в исходное состояние.

19.5.1.2. Двухдисковое сцепление

В двухдисковом сцеплении, приведенном на рис. 23.2, дополнительно имеется второй нажимной и промежуточный диски. Такие сцепления используются на грузовых автомобилях средней мощности (МАЗ, КамАЗ и др.).

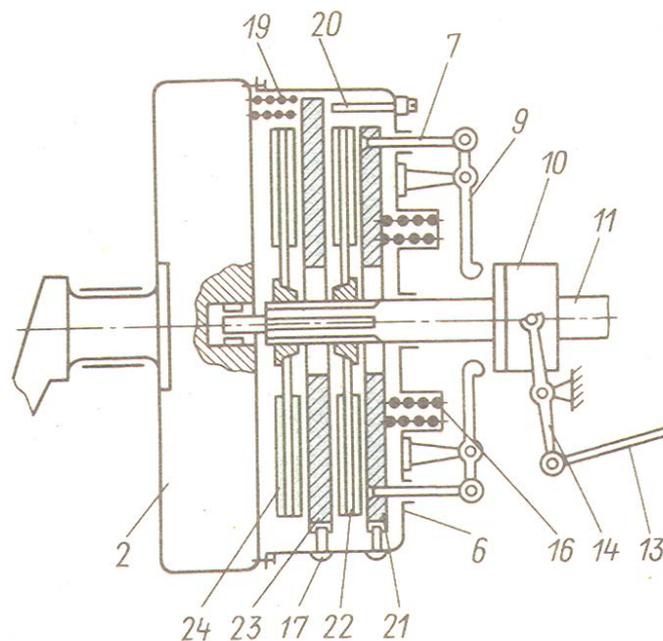


Рис. 19.4. Сцепление двухдисковое: 2 – маховик; 7 – оттяжной палец; 9 – оттяжной рычаг; 10 – муфта выключения сцепления; 11 – ведущий вал; 13 – тяга; 14 – вилка выключателя; 16 – нажимная пружина; 17 – направляющий палец; 19 – отжимная пружина промежуточного диска; 20 – регулировочный болт промежуточного диска; 21 – нажимной ведущий диск; 22 – задний ведомый диск; 23 – промежуточный ведущий диск; 24 – передний ведомый диск

19.5.1.3. Демпфер крутильных колебаний

Для предохранения валов трансмиссии от крутильных колебаний ставят **гаситель крутильных колебаний (демпфер)**.

Подбором шайб регулируют силу сжатия ведомого диска. При отсутствии крутящего момента прорези фланца ступицы и диска совпадают. Передача крутящего момента от диска к ступице ведомого диска сцепления осуществляется при помощи пружин демпфера.

Пружины сглаживают ударные нагрузки при выжимании сцепления.

19.5.2. Гидравлическое сцепление (гидромукфта)

Схема гидроусилителя, приведена на рис. 19.5.

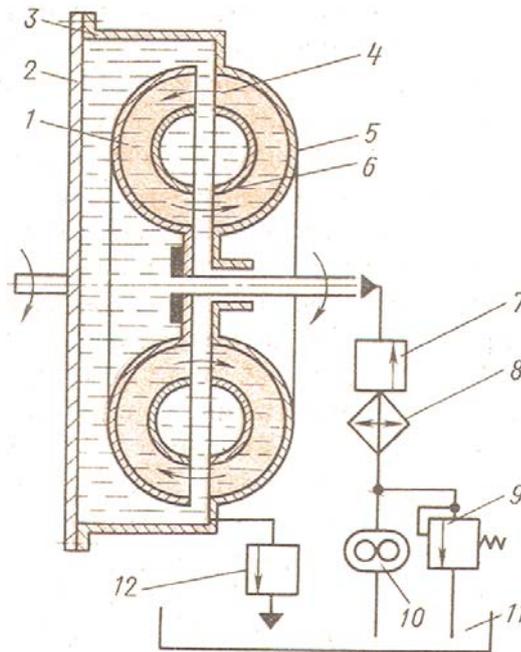


Рис. 19.5. Схема гидравлического сцепления:

- 1 – турбинное колесо; 2 – крышка; 3 – насосное колесо;
- 4 – лопасти; 5 – наружный тор; 6 – внутренний тор;
- 7 – клапан; 8 – радиатор; 9 – предохранительный клапан;
- 10 – насос; 11 – бак; 12 – клапан опорожнения

В качестве рабочей жидкости используется масло с малой вязкостью. Насосное колесо вращается вместе с маховиком. Заполняя пространство между турбинными и насосными колесами, получив

энергию от насосного колеса, переносит ее к турбинному колесу. Момент регулируется полнотой заполнения резервуара.

19.5.3. Электромагнитное порошковое сцепление

Схема электромагнитного сцепления приведена на рис. 19.6.

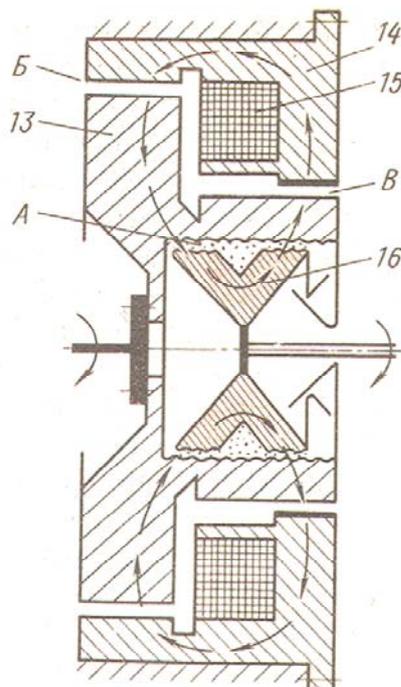


Рис. 19.6. Схема электромагнитного порошкового сцеплений:
А и Б – зазоры; 13 – ведущая часть; 14 – неподвижный корпус;
15 – обмотка возбуждения; 16 – ведомая часть

Рабочее тело – специальный железный порошок. При прохождении магнитного поля через порошок его частицы концентрируются вдоль магнитных силовых линий, образуя «жесткие нити», соединяющие ведомую и ведущую части. При выключении магнита порошок вновь становится сыпучим.

19.6. Привод сцепления.

19.6.1. Механический привод

Механический привод – применяют в непосредственной близости педали от сцепления.

Состоит из систем рычагов и тяг.

19.6.2. Гидравлический привод

Гидравлический привод – обеспечивает передачу усилия при помощи жидкости.

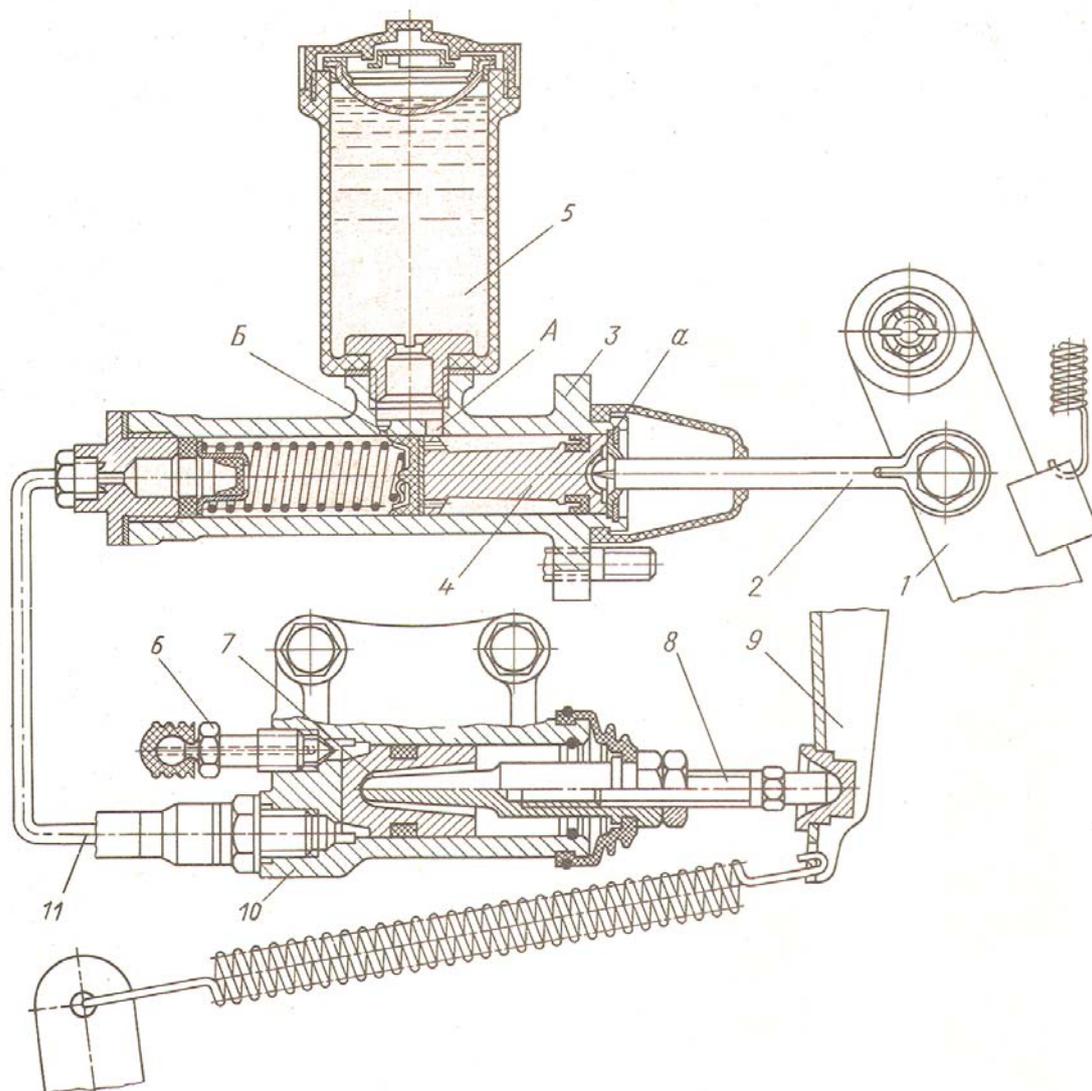


Рис. 19.7. Схема гидравлического привода сцепления:
 1 – педаль; 2 – тяга; 3 – главный цилиндр; 4 – поршень;
 5 – бачок; 6 – клапан; 7 – поршень; 8 – шток; 9 – вилка;
 10 – исполнительный цилиндр; 11 – трубопровод

При нажатии на педаль сцепления давление жидкости передается на поршень главного цилиндра сцепления и далее на рабочий цилиндр, а затем на вилку выключения сцепления.

При резком отпуске педали в главном цилиндре может возникнуть разрежение. Тогда часть жидкости через перепускное отверстие отжимая резиновую манжету А поступает в полость цилиндра. Если в цилиндре собирается избыточная жидкость, то

под действием давления через компенсационное отверстие она поступает обратно в бачок.

19.7. Усилитель привода

19.7.1. Пневматический усилитель

Пневматический усилитель – установленный в гидравлическом приводе сцепления состоит, из:

- источника энергии (компрессора, ресиверов);
- исполнительного механизма (исполнительный цилиндр);
- распределительного устройства (управляющего работой цилиндра).

19.7.2. Электровакуумное управление сцеплением

Электровакуумное управление сцеплением – встроено в гидропривод.

Состоит, кроме привода дополнительно из сервокамеры и электромагнита с блоком автоматики.

Смысловой модуль (тема 20)

Коробка передач (КП)

- 20.1. Назначение и основные типы коробок передач
- 20.2. Синхронизаторы
- 20.3. Механизм управления КП
- 20.4. Спидометр и его привод

20.1. Назначение и основные типы коробок передач

КПП предназначена – для изменения силы тяги, скорости и направления движения автомобиля.

При трогании с места и подъеме, необходимо снижение $n_{дв}$ и увеличение $M_{кр}$. Для этого служит КП.

В зависимости от характера изменения передаточного числа КП делится на:

- ступенчатые;
- бесступенчатые;
- комбинированные.

По характеру связи могут быть:

- механические;
- гидравлические;
- электрические;
- комбинированные.

По способу управления классифицируются на:

- автоматические;
- полуавтоматические.

20.1.1. Ступенчатые механические.

Схема ступенчатой механической коробки перемены передач приведена на рис. 20.1.

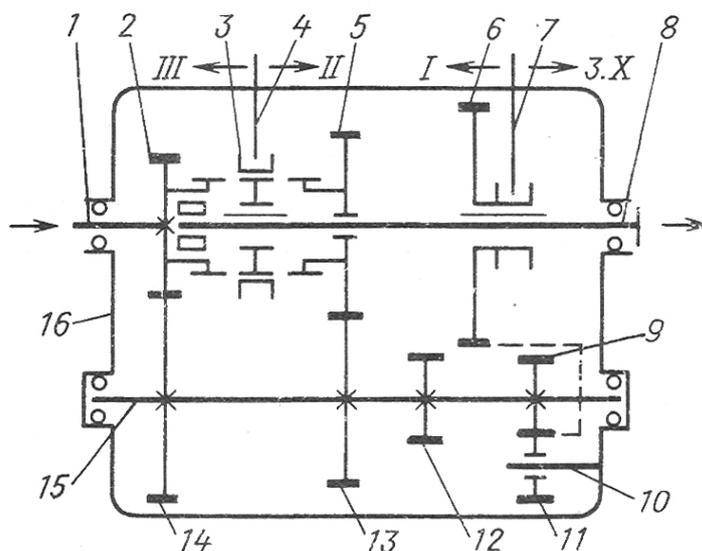


Рис. 20.1. Схема трехступенчатой коробки передач:

- 1 – ведущий вал; 2 – шестерня; 3 – зубчатая муфта; 4 – вилка;**
- 5 – колесо; 6 – колесо-каретка; 7 – вилка; 8 – ведомый вал;**
- 9 – шестерня; 10 – ось; 11 – шестерня; 12 – шестерня;**
- 13 – шестерня; 14 – колесо; 15 – промежуточный вал; 16 – картер.**

Работа КПП:

Шестерни с прямыми зубьями перемещаются, с косыми находятся в постоянном зацеплении. Зубчатая муфта переменного

входит в зацепление с любой парой шестерен при этом включается та или иная передача.

20.1.2. Планетарные

Планетарные (с подвижными осями некоторых зубчатых колес) механизмы:

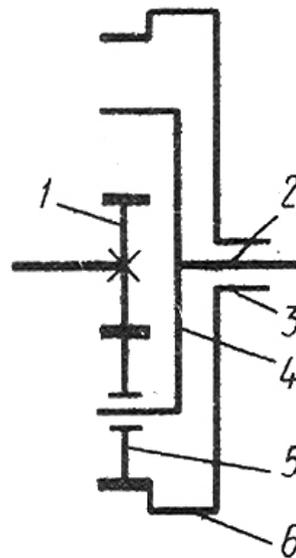


Рис. 20.2. Схема планетарного механизма.

1 – вал с зубчатым колесом; 2 – вал; 3 – вал; 4 – водило;
5 – зубчатое колесо; 6 – зубчатое колесо.

Если один вал (один из трех) будет ведущим, второй ведомым, третий неподвижным, то планетарный механизм превращается в планетарный редуктор.

Дополнительная КП (делитель, демультипликатор).

Делитель имеет отношение 1.2 – 1.3 и позволяет использовать делитель на каждой передаче.

Демультипликатор имеет соотношение 3 и больше.

Бесступенчатые КП.

Гидротрансформатор.

Схема трансформатора приведена на рис. 20.3.

Отличается от гидравлического сцепления, тем, что в схеме имеется реактор. Реактор это узел, в котором имеются поворотные лопатки позволяющие изменять свое угловое положение. При попадании масла на лопатки, поворотом последних можно

регулировать расход масла, подаваемый на турбинное колесо гидротрансформатора, и тем самым изменять крутящий момент в трансмиссии АТС.

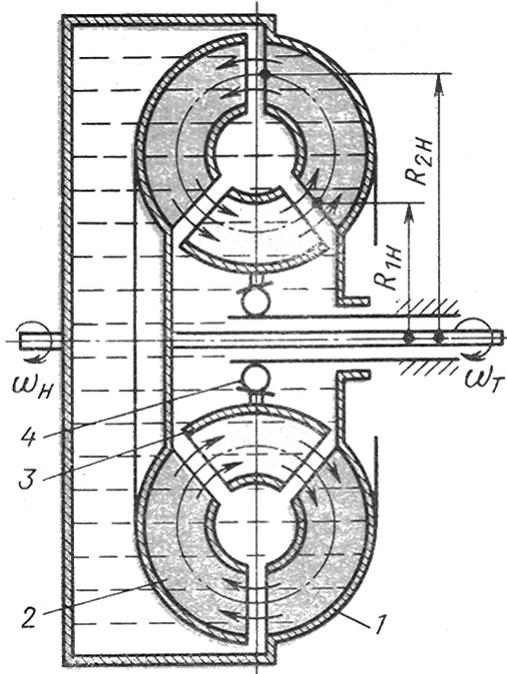


Рис. 20.3. Гидротрансформатор:

- 1 – ведущее насосное колесо; 2 – ведомое турбинное колесо;
- 3 – колесо – реактор; 4 – механизм свободного хода.

Гидромеханическая КП – состоит из гидротрансформатора, механической КП, механизмов переключения и системы управления.

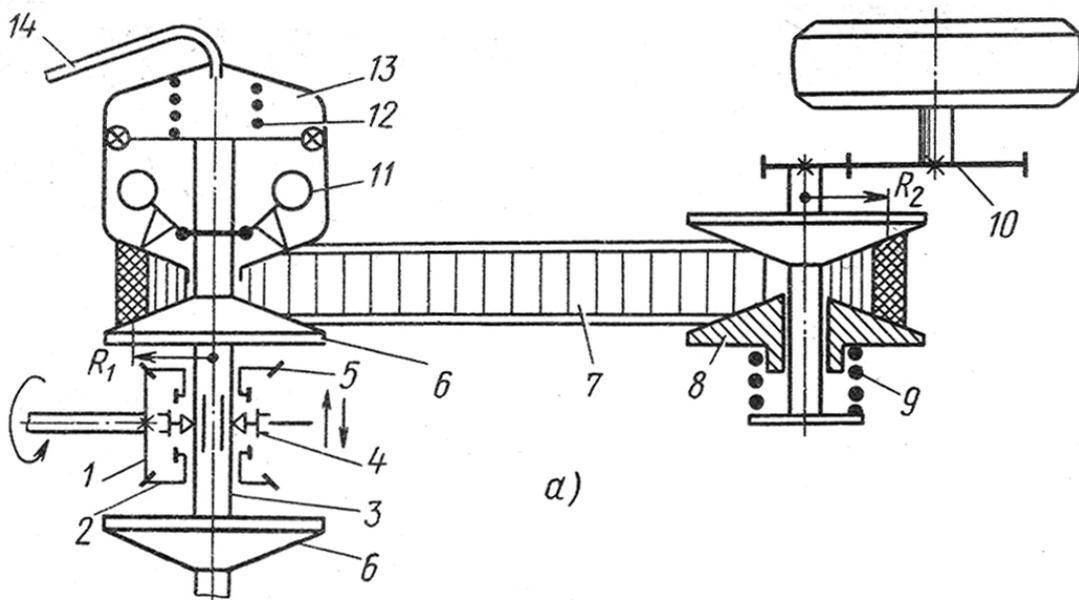


Рис. 20.4. Схема клиноременной передачи:
1 – коническая шестерня реверс-редуктора; 2 – колесо
3-14 – остальные позиции

Гидрообъемная КП – состоит из насосов и гидромоторов, соединенных трубопроводами.

Бесступенчатые механические КП.

Клиноременная передача.

Схема такой передачи приведены на рис. 20.4

Изменение $M_{кр}$ бесступенчатый механический КП осуществляется путем осевого перемещения конического колеса 6.

Лобовой трансформатор.

Схема лобового трансформатора приведены на рис. 20.5

Изменение $M_{кр}$ в лобовом трансформаторе осуществляется путем перемещения колеса 17.

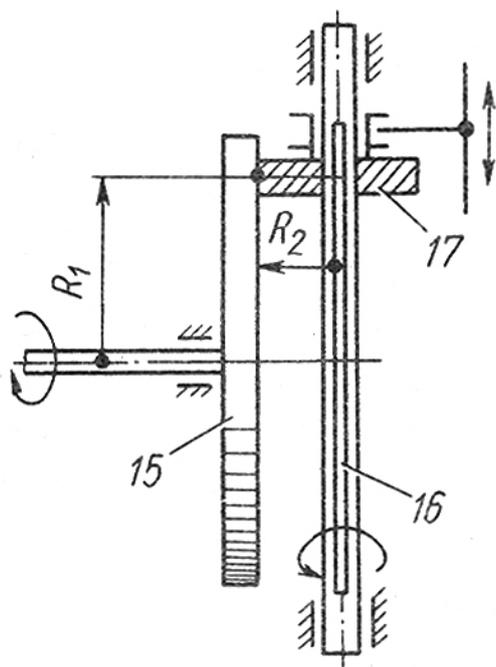


Рис. 20.5. Схема лобового трансформатора:
 15 – фрикционное колесо прижатое к торцу;
 16 – ведомый вал; 17 – фрикционное колесо.

Торроидный трансформатор.

Схема торроидного трансформатора изображения на рис. 20.6

В торроидальном трансформаторе изменения $M_{кр}$ осуществляется путем изменения углового положения ролика 20 относительно оси 21.

Недостатки: изнашивание трущихся поверхностей.

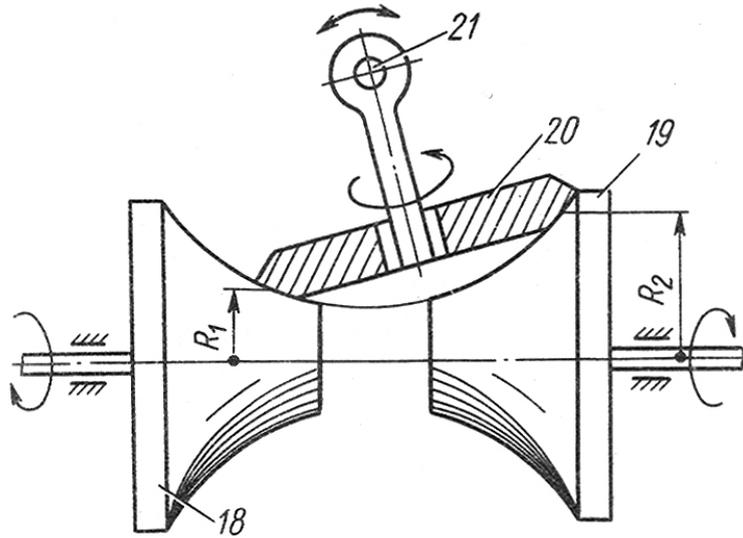


Рис. 20.6. Схема торроидного трансформатора.

18 – ведущее торроидное колесо; 19 – ведомое торроидное колесо;
20 – ролик; 21 – ось.

Многодисковые фрикционные передачи.

Схема такой передачи приведена на рис. 20.7

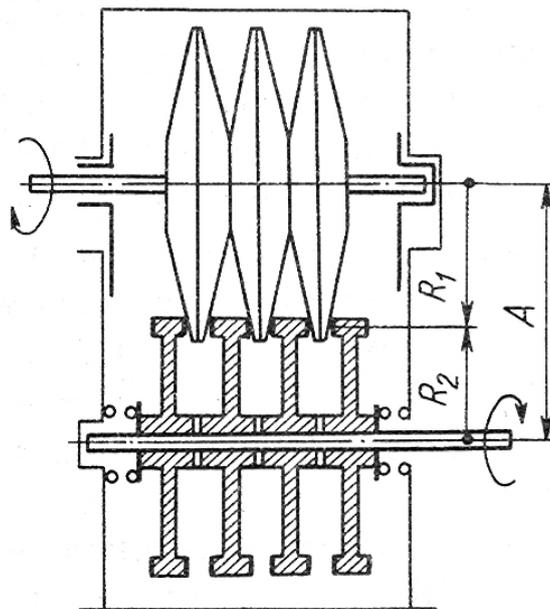


Рис. 20.7. Схема многодисковой фрикционной механической передачи.

У многодисковой фрикционной передачи момент передается за счет сил трения (между дисками и зажимами).

20.1.4.5. Импульсные передачи

Импульсные передачи – основаны на преобразовании вращательного движения в колебательное (см. рис. 20.8).

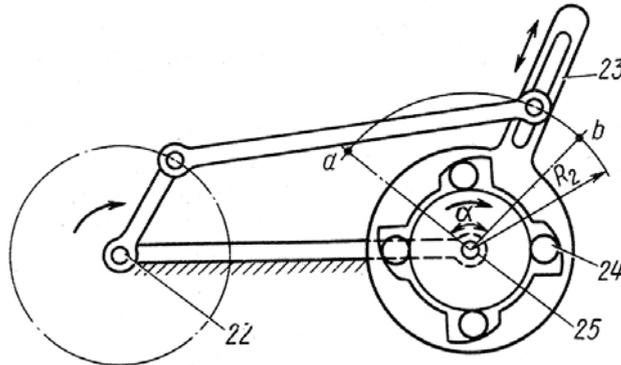


Рис. 20.8. Схема бесступенчатой импульсной передачи:
22 – коленчатый вал; 23 – промежуточная деталь;
24 – механизм свободного хода; 25 – ведомый вал.

20.2. Синхронизаторы

Переключение передач сопровождается ударами зубчатых колес, приводит к их изнашиванию и поломке. Для уменьшения износа зубчатых колес и шума служат **синхронизаторы**.

Он состоит из неподвижной ступицы, сухарей, подвижной ступицы, блокирующих колец.

20.3. Механизм управления КП.

Схема механизма управления приведена на рис. 20.9.

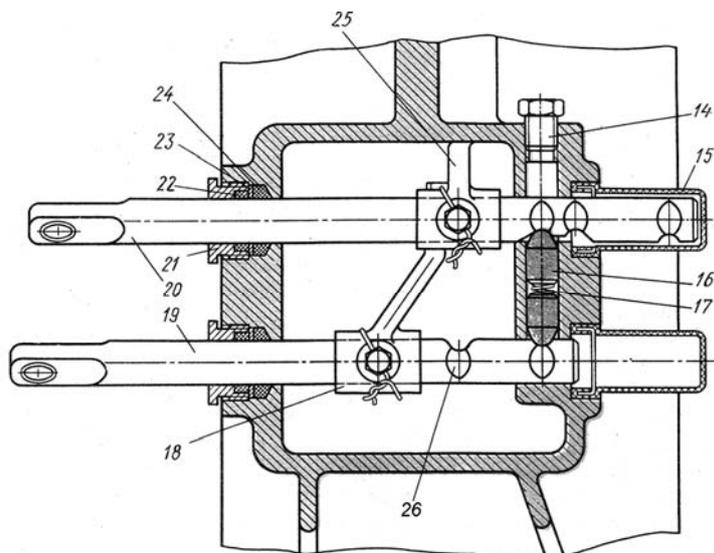


Рис. 20.9. Механизм управления КП.
20.4. Спидометр и его привод.

Привод спидометра может быть:

- механический;
- электрический;

Спидометр и его привод состоит из:

- измеритель скорости;
- суммарный счетчик пройденного пути;

Работа скоростных узлов основана на магнитоиндукционном способе.

Счетный узел спидометра делают механическим. Сигнал через трос передается на спидометр.

Смысловой модуль (тема 21)

Карданная передача

21.1. Назначение и принцип действия.

21.2. Конструкция карданных валов.

21.1. Назначение и принцип действия

Карданная передача предназначена для передачи крутящего момента от одного механизма к другому, если оси их валов изменяют взаимное положение или не лежат на одной прямой.

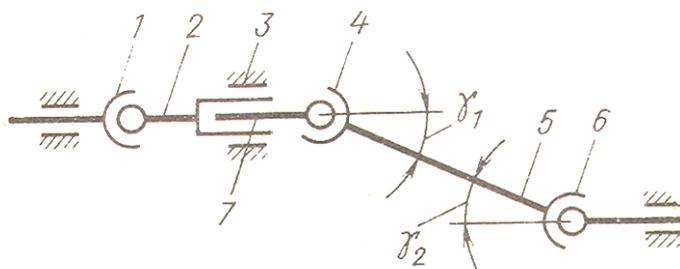


Рис. 21.1. Общая схема карданной передачи:

1, 4 и 6 – карданные шарниры; 2 и 5 – карданные валы;
3 – промежуточные опоры; 7 – компенсирующие соединения

Карданные шарниры бывают:

- равных угловых скоростей (шариковые, кулачковые и сдвоенные);
- неравных угловых скоростей (упругие и жесткие);

Упругие карданные шарниры передают момент между валами с осями, пересекающимися под углом 2 – 3 или несколько больше, в результате упругой деформации соединительных элементов (последние выполняют функции дополнительно гасителя крутильных колебаний).

Жесткие карданные шарниры неравных угловых скоростей передают крутящий момент от одного вала к другому через подвижные соединения жестких деталей.

Компенсирующее соединение обеспечивает изменение длины карданного вала. В результате неравномерного вращения вала, расположенного за карданным шарниром неравных угловых скоростей, в трансмиссии возникают дополнительные пульсирующие нагрузки.

При $\gamma = 5 - 10$ дополнительные нагрузки невелики.

При $\gamma = 15 - 20$ эти нагрузки, могут превышать нагрузки от $M_{кр}$. Стараются делать так, что бы углы в карданных шарнирах были равны ($\gamma_1 = \gamma_2$).

Шарнир равных угловых скоростей.

Расчетная схема такого шарнира приведена на рис. 21.2.

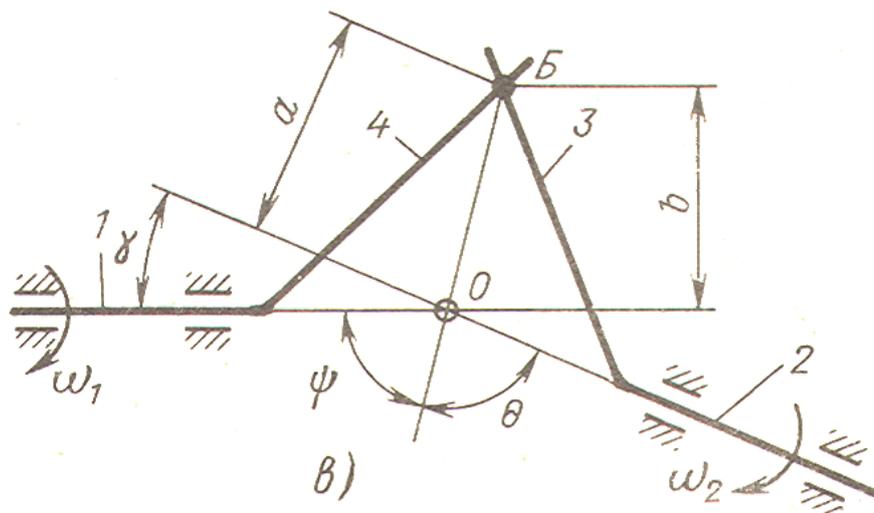


Рис. 21.2. Схема карданного шарнира
равных угловых скоростей:
1 и 2 – валы; 3 и 4 – рычаги

Валы 1 и 2 соединены рычагами 3 и 4. Рычаги контролируют в точке Б, линейная скорость которых $\omega = \omega_1 b = \omega_2 a$. Равенство угловых скоростей $\omega_1 = \omega_2$ возможно, когда $b = a$. Это условие выполнимо, когда $\gamma = \theta$ т. е. точка Б лежит на биссектрисе угла $180 - \gamma$. Конструктивно это обеспечивается различными способами.

21.2. Конструкция карданных валов

а – с одним валом; б – с двумя валами; в – с двумя валами и упругим соединением; 1 и 3 – вилки; 2 и 19 – масленка; 4 – шлицевая втулка; 5 – наконечник; 6, 14, 18 – сальники; 7 – чехол; 8 – карданный вал; 9 – шарнир; 10 – промежуточный вал; 11 – подушка опоры; 12 – скоба; 13 – гайка; 15 – игольчатый подшипник; 16 – крестовина; 17 – скользящая вилка; 20 – хомут; 21 – кронштейн; 23 – заглушка; 24 – упругая муфта.

21.3. Карданные шарниры неравных угловых скоростей

Состоят из 2 – х вилок и крестовины (жесткие). Одна из вилок приварена к фланцу, другая к валу, который изготовлен из тонкостенной трубы. Шипы крестовины входят в проушины обеих вилок с игольчатыми подшипниками.

Подшипники удерживаются в проушине вилки крышкой, которая крепится к вилке двумя болтами. Для смазки узла используется комбинированное уплотнение (однокромковый сальник и торцевое уплотнение), максимальный угол отклонения валов составляет $15\text{--}20^\circ$. Иногда вместо игольчатых подшипников применяют подшипники скольжения.

Для уменьшения поперечных нагрузок валы динамически балансируют в сборе с карданными шарнирами.

21.4. Карданные шарниры равных угловых скоростей

21.4.1. Шарнир шариковый с делительными канавками

Состоит из 2-х кулаков, изготовленных как одно целое с валами. В каждом кулаке выполнено по 4 – канавки, в которые закладываются 4 шарика, 5-й шарик расположен между торцами кулаков и обеспечивает их центрирование. Его фиксируют штифтами.

$M_{кр}$ передается только через два шарика. Каждый шарик лежит одновременно в канавках обоих кулаков. Центр шарика при этом располагается на пересечении осей канавок в биссектрисой плоскости (такие карданы используются на автомобилях УАЗ – 169, ГАЗ – 66, ЗИЛ – 131).

Угол поворота кардана равен $30\text{--}32$.

Недостатки:

- точная фиксация валов в осевом направлении;
- высокие давления на контактные поверхности;

21.4.2. Шариковый шарнир с делительным рычажком.

Связь между ведущей и сферической чашкой (целое с валом) осуществляется шестью шариками, заключенными в сепаратор. При повороте валов относительно друг друга делительный рычажок через направляющую чашку в биссекторной плоскости $M_{кр}$ передается через все 6 шариков. Угол поворота в шарнире может достигать 38° .

21.4.3. Кулачковый карданный шарнир.

В пазах вилок валов и полуосей поворачиваются кулаки, которые соединяются между собой диском.

Оси пазов вилок лежат в одной плоскости, которая проходит через среднюю плоскость диска. Эти оси расположены на равных расстояниях от точки пересечения осей валов и всегда им перпендикулярны, поэтому точка их пересечения при любом положении вилок располагается в биссекторной плоскости.

Угол поворота достигает 50° . Недостаток: более низкий КПД, и как следствие более высокий нагрев при работе (Урал – 375).

21.4.4. Сдвоенные карданные шарниры.

Обычно используются на передних управляемых колесах.

Наружный (ближе к колесу) карданный шарнир представляет собой шарнир с делительными канавками, но канавки не боковые, а внутренние. Угол поворота составляет 35° , центрирование осуществляется сепаратором.

Внутренний – шарик работает при углах отклонения не более 18° , но играет роль компенсирующего устройства. $M_{кр}$ передается на все шарики.

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
4. Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Блок смысловых модулей (раздел 8)

Смысловой модуль (тема 22)

Мосты автомобилей

- 22.1. Типы мостов.
- 22.2. Балка ведущего моста.
- 22.3. Главная передача.
- 22.4. Дифференциал.
- 22.5. Полуоси.

22.1. Типы мостов

Передний и задний мосты автомобилей служат для восприятия вертикальных, продольных и поперечных усилий между кузовом и дорогой, а также передачи $M_{кр}$ на колеса.

Вертикальные усилия передаются упругими элементами подвески, а продольные и поперечные как подвеской, так и специальными штангами.

При передаче $M_{кр}$ возникает $M_{реактив}$. При торможении действуют тормозные моменты.

Задний мост. Как правило, состоит из:

- пустотелой балки;
- главной передачи;
- дифференциала;
- полуосей, снаружи крепятся ступицы колес.

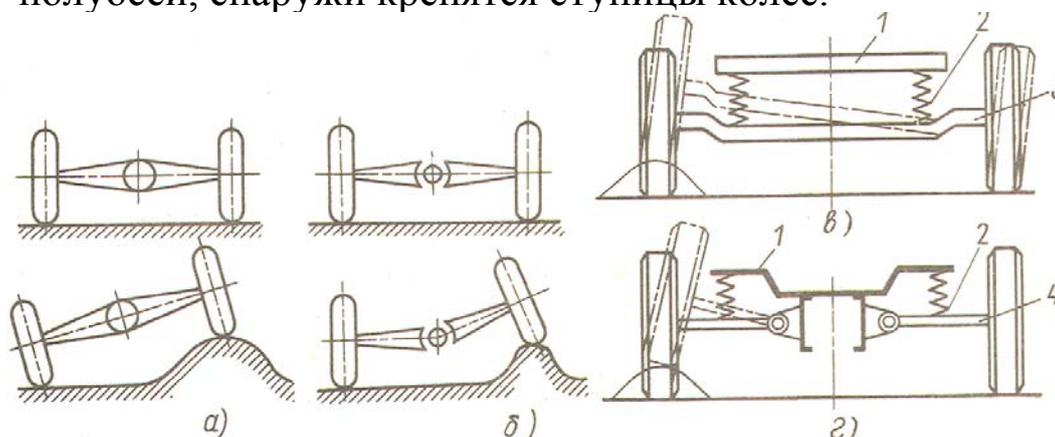


Рис. 22.1. Мосты: а – задний ведущий неразрезной; б – ведущий разрезной с независимой подвеской колес; в – передний неразрезной с зависимой подвеской колес; г – передний разрезной с независимой подвеской колес

22.2. Балка ведущего моста

Разъемная, сочлененная из двух соединенных болтами частей (применяется на легковых автомобилях).

Неразъемная – представленная в виде цельной балки с центральной кольцевой частью. используется на грузовых автомобилях. Конструкция такой балки приведена на рис. 22.2.

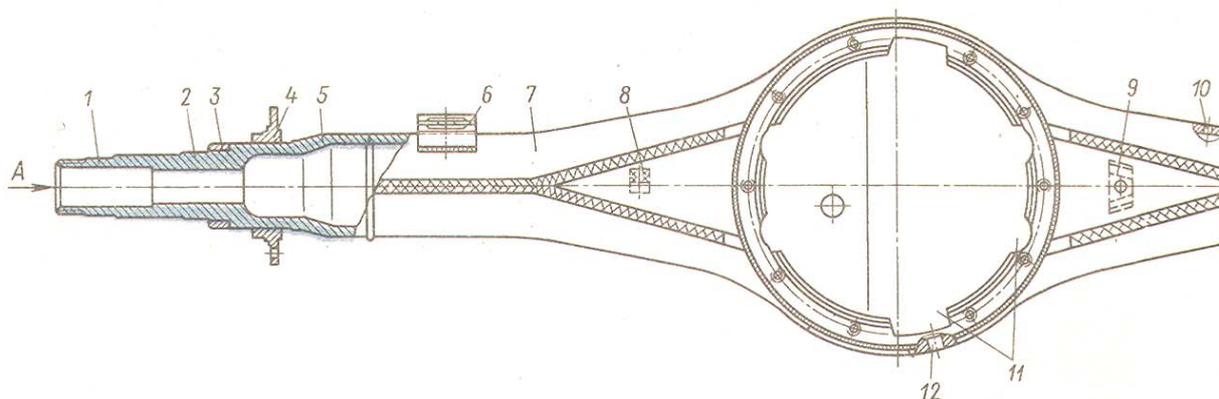


Рис. 22.2. Балка заднего ведущего моста:

- 1 и 2 – шейки под подшипники ступиц; 3 – втулка; 4 – фланец;
- 5 – цапфа; 6 – рессорная подушка; 7 – картер; 8 – скоба;
- 9 – кронштейн тройника; 10 – отверстие для сапуна;

11 – выемки; 12 – отверстие для слива масла

К картеру 1 балки приварена цапфа 2, имеющие обработанные шейки 3 под подшипники ступиц колес. На цапфе приварены стальные фланцы 4 к которым прикреплены тормозные щиты. На балке имеется крепление для тормозных шлангов.

22.3. Главная передача

Предназначена для увеличения крутящего момента и уменьшения частоты вращения до необходимых ведущим колесом значений.

Передаточное число:

- для грузовых автомобилей равно 6.5 – 9.0;
- для легковых автомобилей составляет 3.5 – 5.5.

В зависимости от числа зубчатых пар, она делится на:

- конические;
- гипондные;
- червячные;
- двойные.

Схемы главных передач приведены на рис. 22.3, 22.4, 22.5.

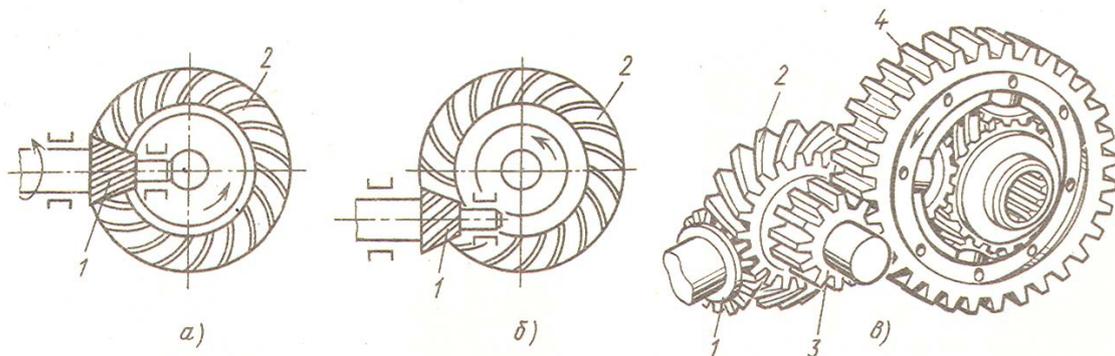


Рис. 22.3. Главные передачи: а – коническая; б – гипондная; в – двойная; 1 и 2 – ведущее и ведомое конические зубчатые колеса; 3 и 4 – ведущее и ведомое цилиндрические зубчатые колеса

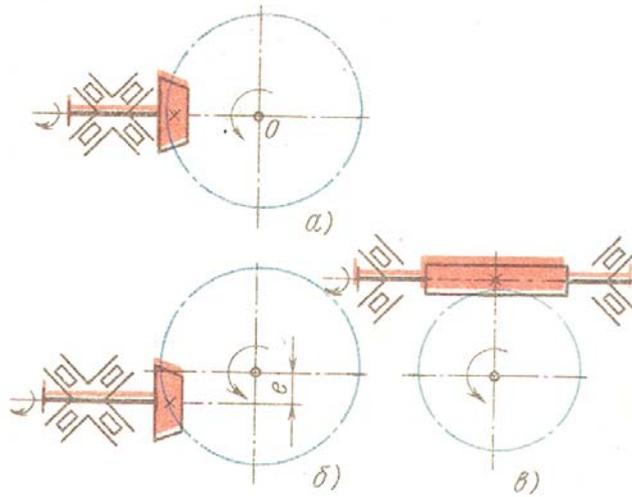


Рис. 22.4. Схемы одинарных главных передач:
 а – коническая передача; б – гипоидная передача;
 в – червяная передача

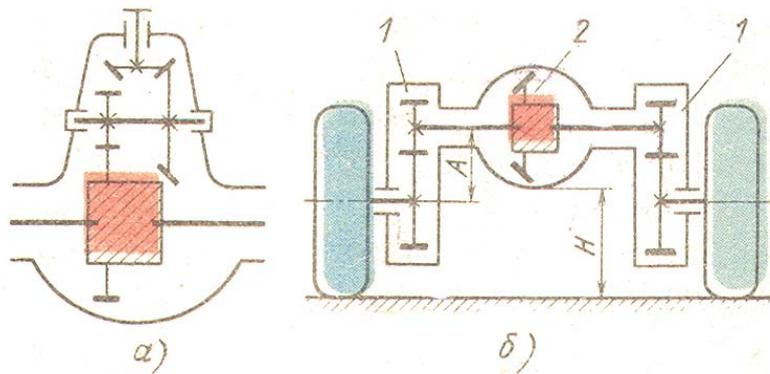


Рис. 22.5. Схемы двойных главных передач:
 а – центральные; б – разнесенные

22.4. Дифференциал

Предназначен для распределения $M_{кр}$ между ведущими колесами, которым он позволяет вращаться с неодинаковыми частотами при движении автомобиля на поворотах или по неровностям (см. рис. 22.6).

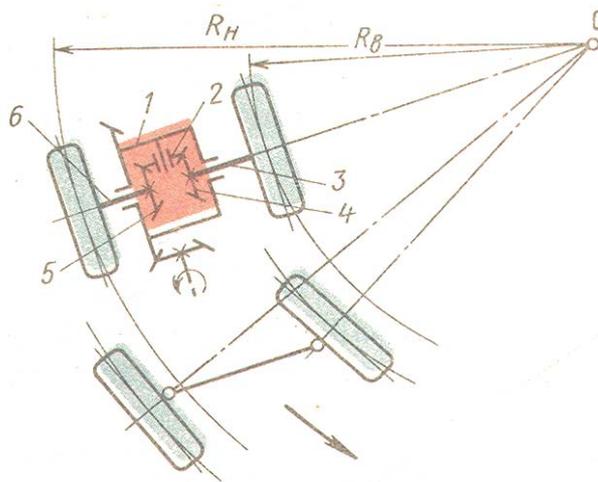


Рис. 22.6. Схема поворота автомобиля 4 x 2:
 1 – корпус; 2 – сателлиты; 3 и 6 – полуоси;
 4 и 5 – полуосевые шестерни

Схема дифференциала приведена на рис. 22.7.

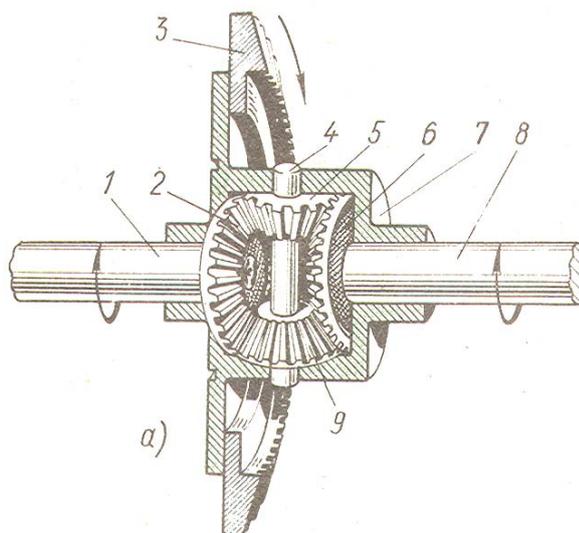


Рис. 22.7. Схема работы дифференциала при движении
 автомобиля по прямой: 1 и 8 – полуоси; 2 и 6 – полуосевые
 зубчатые колеса; 3 – ведомое колесо главной передачи;
 4 – ось сателлитов; 5 и 9 – сателлиты; 7 – коробка дифференциала

Перераспределение крутящего момента в мосте осуществляется при помощи сателлитов.

По месту расположения дифференциалы делятся, на:

– межколесные (распределяющие $M_{кр}$ между ведущими колесами одной оси)

– межосевые (распределяющие $M_{кр}$ между главными передачами ведущих мостов)

По соотношению $M_{кр}$:

– симметричные (число зубьев левой и правой полуосевых шестерен равны);

– несимметричные.

Дифференциал может быть:

– простой (шестеренчатый);

– самоблокирующийся (дифференциал повышенного трения или с механизмом свободного хода, кулачковый, червячный)

Устройство и работа.

1. Межколесный конический симметричный дифференциал применяется на автомобиле (ГАЗ – 53);

2. Межосевой симметричный дифференциал устанавливается на автомобиле (КамАЗ -5320, ЗИЛ – 133Г);

3. Дифференциал повышенного трения используют на автомобиле (ГАЗ – 66).

22.5. Полуоси

Передают $M_{кр}$ к ведущим колесам (см. рис. 22.8).

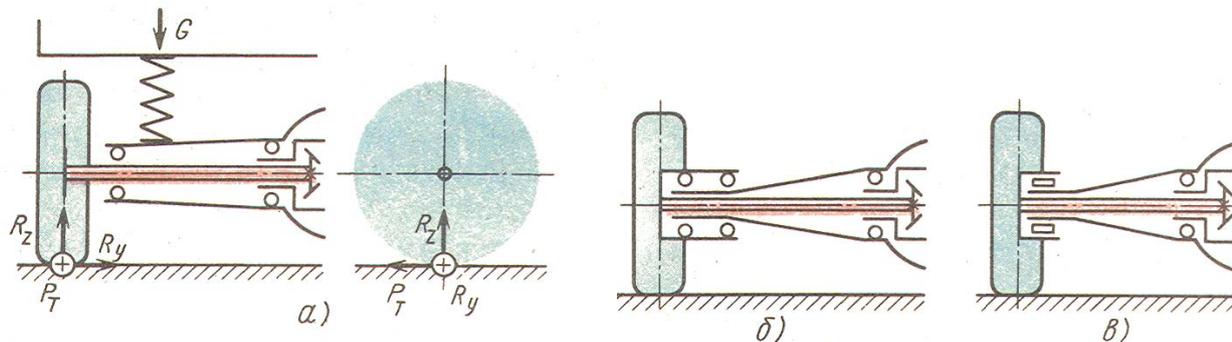


Рис. 22.8. Схемы полуосей: а – полуразгруженная; б – полностью разгруженная; в – разгруженная на три четверти

В зависимости от конструкции внешней опоры, полуоси могут быть:

– полуразгруженным;

– полностью разгруженных;

– разгруженных на три четверти.

Полуоси на концах имеют шлицы и фланец.

1.1. Особенности конструкции передних ведущих мостов.

1.2. Передний ведущий мост (ЗИЛ 131);

1.3. Передний ведущий мост (ГАЗ – 66, ВАЗ 2108);

1.4. Управляемый передний мост (ГАЗ – 53).

Балка со шкворнями и поворотными кулаками. К фланцам поворотных кулаков прикреплены тормозные диски. Ступицы колес устанавливаются на двух подшипниках (конические роликовые). В цапфе закреплены рычаги поворотного кулака, связанные с рулевым механизмом.

Смысловой модуль (тема 23)

Подвеска автомобиля

23.1. Назначение и основные части подвески.

23.2. Основные типы упругих устройств.

23.3. Конструкция упругих и гасящих устройств.

23.4. Конструкция подвесок.

23.1. Назначение и основные части подвески

Подвеска осуществляет упругую связь рамы (кузова) автомобиля с мостами или непосредственно с колесами АТС, смягчая, толчки и удары, возникающие при наезде колес по поверхности.

Подвеска состоит из: следующих устройств:

1.1. Упругое устройство подвески – служит для уменьшения динамических нагрузок, обусловленных главным образом действием части массы автомобиля на колеса. (Исключает копирование рамой профиля дороги).

Упругое устройство состоит из одного или нескольких упругих элементов, которые могут быть металлическими и неметаллическими.

Металлические упругие элементы (рессоры, пружины торсионные);

Неметаллические упругие элементы (резиновые, пневматические, гидравлические);

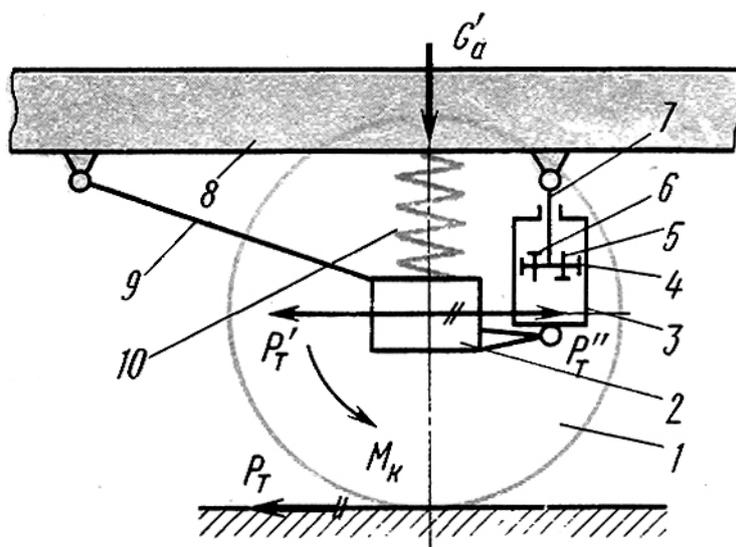


Рис. 23.1. Схема подвески автомобиля.

1 – колесо; 2 – балка моста; 3 – гасящее устройство; 4 – поршень;
5, 6 – клапаны; 7 – шток; 8 – рама; 9 – рычаг; 10 – упругое устройство.

1.2. Направляющее устройство подвески – предназначено для передачи силы тяги P_T и восприятия реактивного момента, а так же тормозной и боковой сил.

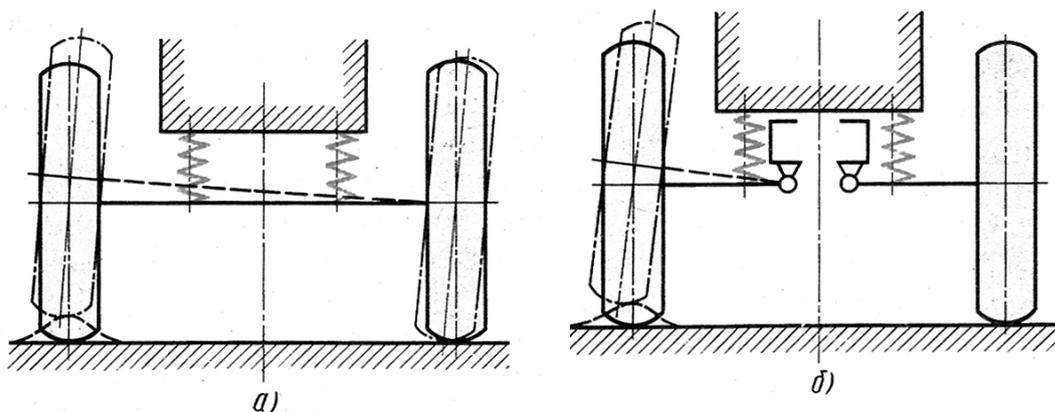


Рис. 23.2. Основные типы подвесок.

а – независимая; б – зависимая.

Оно так же определяет характер перемещения колес относительно рамы (кузова) автомобиля.

По типу направляющих устройств подвески делятся на:

- зависимые;
- независимые;

Отличительной особенностью зависимой подвески является наличие жесткой балки, связывающей левое и правое колесо.

1.3. Гасящее устройство (амортизатор) – предназначен для уменьшения количества колебаний системы.

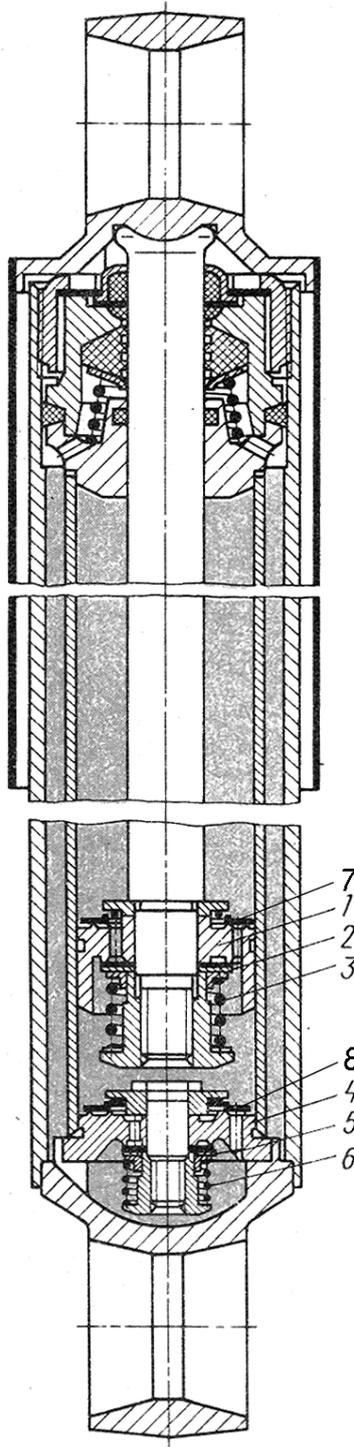


Рис. 23.3. Амортизатор грузового автомобиля ЗИЛ-130.

1 – поршень; 2 – клапан отдачи; 3 – пружина;

4 – отверстие в днище; 5 – клапан сжатия; 6 – пружина

Сопротивление хода отдачи в 2 – 5 раз больше хода сжатия.

По принципу действия гасящие устройства делятся на:

- односторонние
- двусторонние

1.4. Стабилизатор поперечной устойчивости – специальное упругое устройство. Стержень П – образной формы.

Уменьшает боковой крен и поперечные колебания автомобиля.

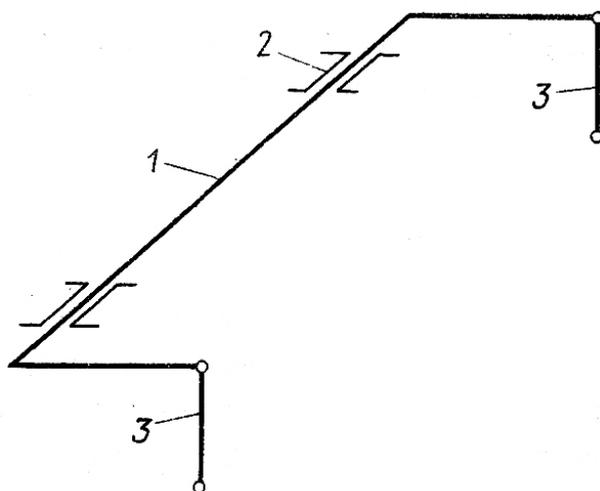


Рис.23.4. Стабилизатор поперечной устойчивости.

23.2. Основные типы упругих устройств.

23.2.1. Листовая рессора

Состоит из отдельных листов выгнутой формы. Кривизна зависит от их длины (более плотное прилегание и разгрузка рессоры). Взаимное положение листов в собранной рессоре обеспечивается центровым болтом, и хомутами. Лист 1, имеющий наибольшую длину называются коренным. При сборке рессоры смазывают графитовой смазкой. Передний конец закрепляют обычно пальцем, задний конец подвижный, закрепляют в серьге.

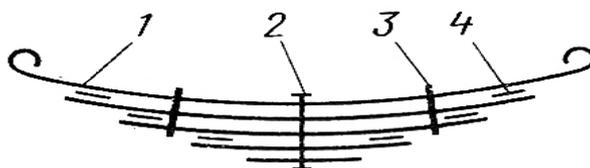


Рис. 23.5. Листовая рессора:

1 – лист рессоры; 2 – центровой болт; 3 – хомуты; 4 – прокладки.

Основным преимуществом листовых рессор является их способность выполнять одновременно функции упругого и направляющего устройств.

Спиральные (витые) пружины – изготавливаются из стального прута и они имеют цилиндрическую форму. Воспринимают только вертикальную нагрузку. Поэтому необходимо применение гасящих и направляющих устройств.

Торсион представляет собой стальной упругий стержень, работающий на скручивание. Может быть сплошным (круглого сечения) или составным (из круглых стержней или прямоугольных пластин). На концах имеются головки с нарезанными шлицами. Один конец торсиона крепится к кузову, другой к подвеске. Как и пружины, торсионы требуют направляющих и гасящих устройств.

Резиновые упругие элементы, которые называются ограничителями или буферами.

Они подразделяются на буфера сжатия и отдачи. Первые ограничивают ход колес вверх, другие вниз.

Пневматические упругие элементы – обеспечивают упругие свойства подвески за счет сжатия воздуха. Наибольшее применение получили элементы выполненные в виде двойных круглых баллонов.

Оболочка баллона резинокордовая (корд – капроновый или нейлоновый). Внутренняя часть покрыта воздухонепроницаемым слоем резины, а наружная маслостойкой резиной. Для упрочнения бортов в корд заделана металлическая проволока. Грузоподъемность двойных круглых баллонов составляет 2 – 3 т, при давлении 0,3 – 0,5 мПа.

В пневмоэлемент входит: компрессор, ресивер, фильтр – маслоотделитель, регулятор давления, пневматический элемент.

Пневмоэлементы обеспечивают высокую плавность хода, и устойчивость автомобиля, повышают износостойкость шин.

Комбинированные упругие элементы – объединяют металлические и неметаллические упругие элементы.

В комбинированный элемент входят: бак, насос, аккумулятор, регуляторы колес, поршневой пневматический элемент.

Под мембраной находится жидкость, над мембраной – воздух.

Сжатый газ является рабочим телом, обеспечивающий упругие свойства подвески, жидкость – передает вертикальные нагрузки. Корпус прикреплен к кузову, поршень к подвеске.

Изменяя давление жидкости, можно менять давление газа т. е. тем самым изменять жесткость подвески.

23.3. Конструкция упругих и гасящих устройств

Листовая рессора прикреплена к мосту двумя стремянками, а к раме через резиновые опоры. Резиновые опоры закреплены в кронштейнах, приклепанных к раме.

Кронштейны имеют крышки, которые позволяют монтировать и демонтировать рессоры. Листы стянуты центровым болтом. Два коренных листа концы, которых отогнуты под углом 90°, образуют торцевую опорную поверхность.

К отогнутым концам прикреплены специальные гайки, увеличивающие площадь контакта с резиновыми опорами. Для увеличения жесткости применяется *подрессорник*.

Гидравлические амортизаторы.

Гидроамортизаторы могут быть: телескопическими и рычажными.

Включают:

- цилиндр с днищем;
- поршень со штоком;
- направляющей втулки с уплотнениями.

Особенностью является наличие компенсационной камеры, которая служит для изменения объема жидкости в рабочем цилиндре по обе стороны от поршня.

Жидкость сжимает воздух под давлением 80 – 100 кПа. При ходе отдачи воздух заставляет перетекать жидкость обратно.

23.4. Силы и моменты, действующие в подвеске

На рис 23.6 приводятся конструкции подвески грузового автомобиля.

Усилия и моменты в подвеске.

$M_{кр}$ создает тяговое усилие P_k , а на мосту $M_{реактивный}$.

В результате тягового усилия P_k , толкающая сила P_b через подвеску возникает, которая передается на раму. При торможении возникает тормозной момент $M_{тр}$, а на колесах возникает тормозное усилие T .

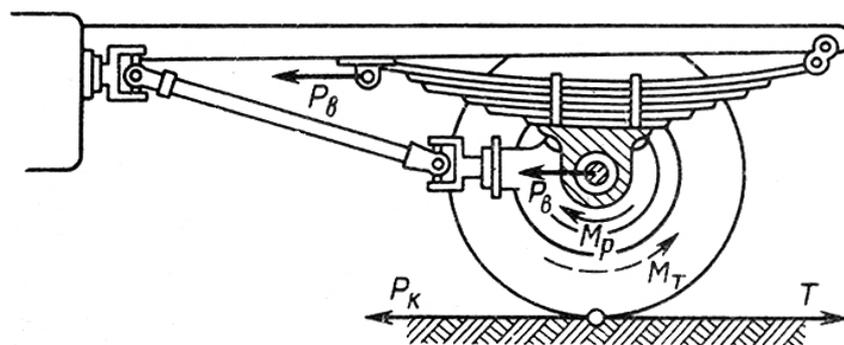


Рис. 23.6. Усилия и моменты подвесок.

Смысловой модуль (тема 24)

Колеса

- 24.1. Назначение колес.
- 24.2. Конструкция пневматической шины.
- 24.3. Основные типы автомобильных шин.
- 24.4. Размеры и маркировка.
- 24.5. Ободья, ступица и соединительный элемент колеса.

24.1. Назначение колес

Колесо обеспечивает движение автомобиля по дороге, его подрессоривание, изменение направления движения, передачу вертикальных нагрузок от автомобиля на дорогу.

В зависимости от выполняемых функций колеса разделяются на:

- ведущие;
- управляемые;
- комбинированные;
- поддерживающие;

Ведущие – преобразуют $M_{кр}$ в силу тяги, вращающее движение колес в поступательное движение автомобиля.

Ведомые – воспринимают толкающее усилие от рамы, преобразуя поступательное движение автомобиля в свое – вращательное.

В процессе качения колесо деформируется. Часть энергии теряется на внутреннее трение в резине. Нагрев вредно отражается на свойствах шины. Чем больше деформация шины, тем больше потери на внутреннее трение.

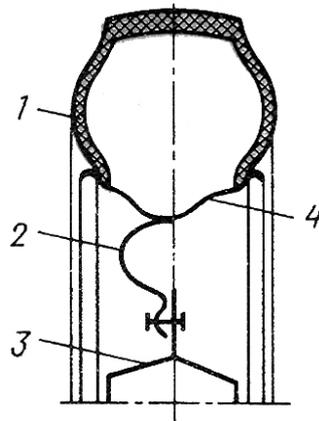


Рис. 24.1. Автомобильное колесо состоит:
1 – пневматической шины; 2 – обода;
3 – соед. элемент (диск); 4 – ступица

Для уменьшения деформации надо увеличивать давление. Однако необходимо выбрать оптимум для каждого вида автомобиля. $P_{ш}$. Легковых – 0.2 – 0.27 МПа, Грузовых – 0.5 – 0.7 МПа, Регул. – 0.05 – 0.35 МПа.

24.2. Конструкция пневматической шины

Шины относятся к наиболее дорогостоящим частям автомобиля (20 – 30 от первоначальной стоимости).

Камерная шина состоит:

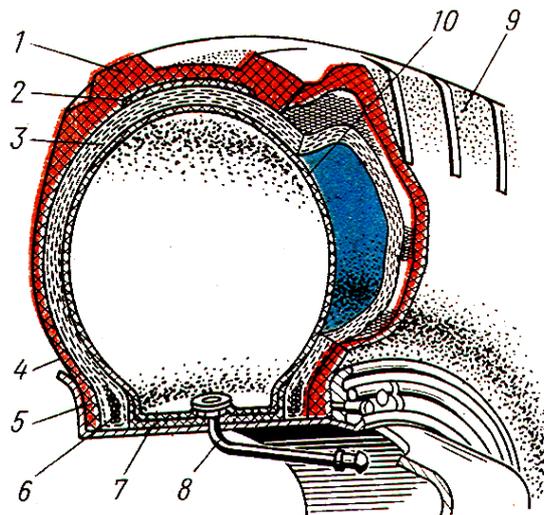


Рис. 24.2. Камерная пневматическая шина.
1 – протектор; 2 – подушечный слой (брекер); 3 – каркас; 4 – боковина;
5 – борт; 6 – сердечник; 7 – ободная лента; 8 – ободная лента;
9 – крышка; 10 – камера.

Каркас служит основой покрышки, придает ей необходимую жесткость. Выполнен из нескольких слоев корда (1 – 1.5 мм). Число слоев четное 4 – 14.

Корд спец. ткань состоящ. из продольных нитей 0.6 – 0.8 мм в диаметре.

- х/б;
- капроновый, прочность в 2 раза выше
- вискозный;
- перлоновый;
- нейлоновый;
- металлический (стальн. проволока 0.15 мм).

Протектор – обеспечивает сцепление шины с дорогой и предохраняет каркас от повреждений. Рисунок и ширина зависят от назначения автомобиля ля.

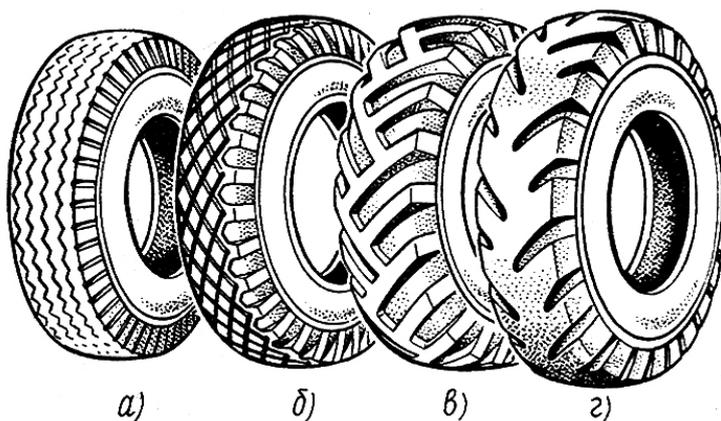


Рис. 24.3. Рисунок протектора шины:
а – дорожный; *б* – универсальный;
в – повышенной проходимости; *г* – карьерный.

Подушечный слой (бренкер) связывает протектор с каркасом и предохраняет каркас от толчков и ударов. Состоит из нескольких слоев разрезанного обрезаемого корда (толщиной 3 -7 мм)

Боковины – предохраняют каркас от повреждений и влаги. Изготавливаются из протекторной резины толщиной 1.5 – 3.5 мм.

Борта – надежно укрепляют покрышку на ободке. Снаружи борта имеют 2 слоя прорезиненной ленты, внутри заделаны стальные проволочные сердечники для увеличения прочности бортов. Шины с поврежденным сердечником не пригодна к эксплуатации.

Камера – удерживает сжатый воздух внутри шины. Эластичная резиновая оболочка в виде тора. Находится всегда в растянутом состоянии. Изготавливается из высокопрочной резины.

Вентиль – специальный клапан для накачивания и выпуска воздуха из камеры. В зависимости от типа и размера обода вентили выпускают различной длины.

Состоит из:

- корпуса;
- золотника (стержень с клапаном);
- колпачка.

Ободная лента – предохраняет камеру от повреждения и трения об обод колеса и борта покрышки. Исключает возможность зацепления камеры между ободом и покрышкой. Она выполнена из резиновой профилированной ленты и имеет форму кольца.

Бескамерная шина – не имеет камеры и ободной ленты. Особенностью такой шины явл. наличие на ее внутренней поверхности герметизирующего, воздухонепроницаемого резинового слоя (толщиной 1.5 – 3.5 мм).

Слой привулканизирован к внутренней поверхности покрышки.

Преимущества:

- повышает безопасность движения;
- легко ремонтируются (в дорожных условиях вводятся иглой уплотнительной пробки);
- меньше нагреваются (отвод через обод колеса);
- более долговечны (10 – 20%);
- проще по конструкции;
- меньшая масса.

Недостатки:

- требуют специальных ободьев;
- труднее монтаж.

При потере герметичности используют как обычные покрышки.

Тип рисунка:

- зигзагообразный;
- универсальный;
- зимний рисунок – состоит из отдельных резиновых блоков.

При езде по твердому покрытию имеют интенсивный износ и шум.

Могут иметь шины, которые состоят из корпуса и сердечника.
Корпус – сплавы стали и свинца, пластмассовые.
Сердечники – термопластовые.
В месте контакта колеса с дорогой 8 – 12 шипов.

24.3. Основные типы автомобильных шин

По назначению:

- легковые;
- грузовые;

По форме профиля:

- обычный профиль $H/v = 0.9$;
- широкопрофильные $H/v = 0.6 - 0.9$;
- низкопрофильные $H/v = 0.7 - 0.88$;
- сверх низкопрофильные H/v не более 0.7
- арочные $H/v = 0.35 - 0.5$;
- пневмокотки $H/v = 0.25 - 0.4$.

По габаритам:

- обычные;
- крупногабаритные $B = 350$ мм и более наружный диаметр 2 -3 м.

По конструкции:

- диагональным расположением корда;
- радиальным.

Преимущества:

- (грузоподъемность;
- (радиальной эластичностью;
- (сопротивление качению;
- (нагрев;
- (сроком службы (1.5 – 2 раза).

Шины РС отличаются от Р съемным протектором.

- морозостойкие;
- шины для тропического климата;
- шины с регулируемым давлением.

По принципу герметизации:

- камерные;
- бескамерные;

24.4. Размеры и маркировка шин

Основной размер:

Ширина B и высота профиля H посадочный d и наружный диаметр D .

Размер шин обозначают двумя буквами

$B - d$ в мм (дюймах)

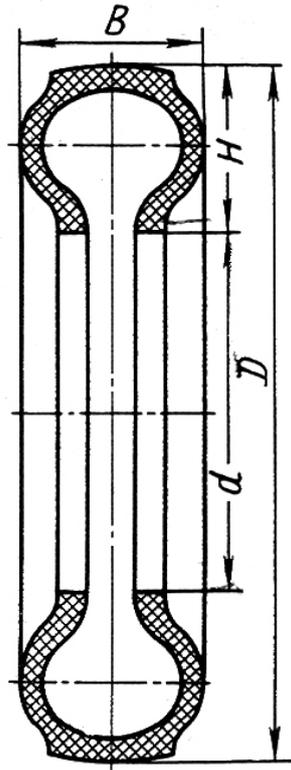


Рис. 24.4. Основные размеры пневматической шины.

Например: **195/70 R 14 89H**

195 – ширина профиля шины в мм;

70 – соотношение высоты к ширине (высота профиля шины составляет 70% от ширины) Если специальное обозначение высоты профиля отсутствует (например 155R 15) то это значит что данное соотношение является нормальным для радиальных шин оно составляет 82%;

R – радиальная шина;

14 – посадочный диаметр в дюймах;

89 – обозначает допустимую нагрузку на шину (индекс грузоподъемности)

Индекс грузоподъемности 75 – 3870 Н;
85 – 5750 Н;
103 – 8750 Н;

Н – индекс скорости

Индекс скорости

L – 120 км/ч;

M – 130 км/ч;

N – 140 км/ч;

P – 150 км/ч;

Q – 160 км/ч;

R – 170 км/ч

S – 180 км/ч;

T – 190 км/ч;

H – 210 км/ч

W – 220 км/ч

Кроме того, указывается:

- завод изготовитель;
- дата выпуска (месяц, год);
- модель шины и ее порядковый номер;
- номер ГОСТа;
- норма слойности (для грузовых).

Дополнительные обозначения

«Radial» – радиальные шины;

« Tubeless» – бескамерные;

«Север» – морозостойкие;

M + S – с зимним рисунком;

Ш – преднозначенные для шиповки.

C – для микроавтобусов

Специальные типы D (B – d – для широкопрофильных (1200 (500 – 508);

D (B – для арочных (1140 (700);

D (B (d – для пневмоклатков (1000 (1000 (250);

24.5. Ободья, ступицы и соединительные элементы колеса

В зависимости от конструкции ободья бывают:

- неразборными глубокими (для легковых автомобилей);
- разборными (для грузовых автомобилей).

По соединительному элементу:

- дисковые;
- бездисковые;
- 1 – съемное бортовое кольцо;
- 2 – пруж. разрезное кольцо;
- 3 – обод.

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
- 4 Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.

Смысловой модуль (тема 25)

Рулевое управление

- 25.1. Поворот автомобиля
- 25.2. Рулевой механизм
- 25.3. Рулевой привод
- 25.4. Усилители рулевого привода

25.1. Привод автомобиля

25.1.1 Схемы поворота

Изменение направления движения автомобиля осуществляется поворотом управляемых колес, которыми, как правило, являются передние.

Схемы поворота автомобилей

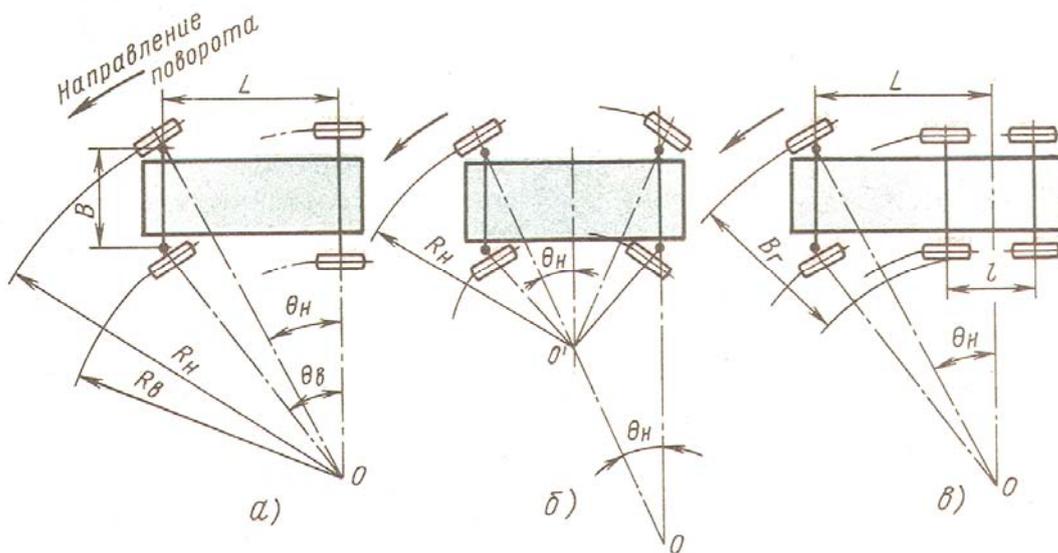


Рис. 25.1. Схемы поворота автомобилей:

- а) схема движения автомобиля по окружности при повернутых передних управляемых колесах; б) передние и задние колеса управляемы; в) ширина габаритного коридора для трехосного автомобиля

Зависимость между углами поворота определяется из выражения.

$$\operatorname{ctg}\theta_{\text{н}} = \operatorname{ctg}\theta_{\text{в}} + B/L$$

где B – расстояние между колесами

L – база автомобиля

Способность автомобиля разворачиваться на заданной площади, т.е. его поворачиваемость, характеризуется минимальным радиусом поворота

$$R_{\text{нmin}} = L/\sin\theta_{\text{нmax}}$$

где $\theta_{\text{нmax}}$ – максимальный угол поворота колеса. Обычно $\theta_{\text{нmax}}$ приблизительно равен 30° поэтому $R_{\text{нmin}} = 2L$ для $\downarrow R_{\text{нmin}} \uparrow \theta_{\text{нmax}}$ до $40 - 45^\circ$. $R_{\text{ЗИЛ-130}} = 8 \text{ м}$. $R_{\text{ВАЗ}} = 5.6 \text{ м}$.

Поворачиваемость автомобиля характеризуется также габаритным коридором шириной полосы, в которую вписывается автомобиль, совершающий поворот с минимальным радиусом.

25.1.2. Назначение рулевого управления

Рулевое управление обеспечивает необходимое направление движения автомобиля путем отдельного и согласованного поворота его управляемых колес. Рулевым управлением называется – совокупность механизмов, обеспечивающих поворот.

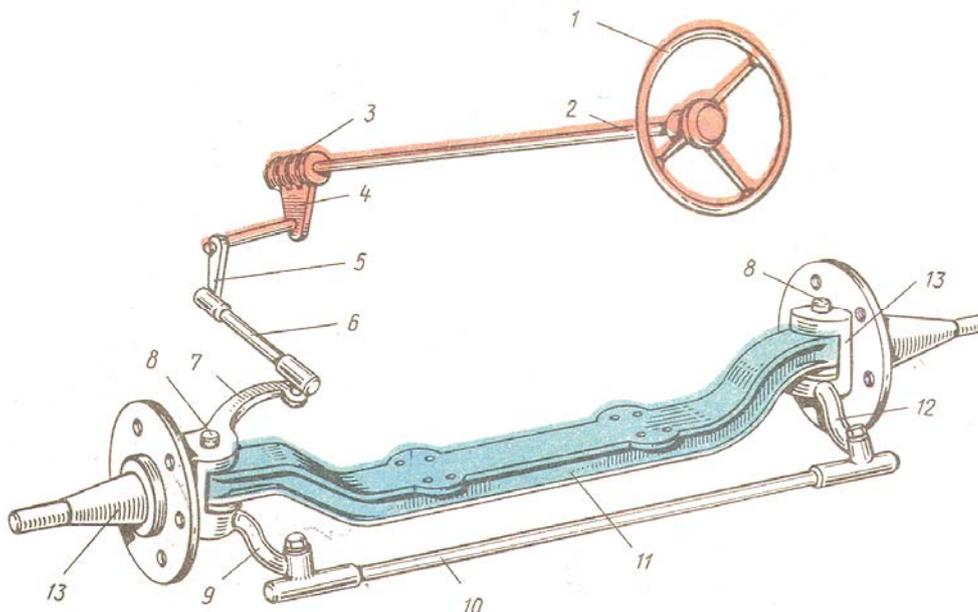


Рис. 25.2. Схема рулевого управления: 1 – рулевое колесо; 2 – вал; 3 – червяк; 4 – сектор; 5 – сошка; 6 – продольная тяга; 7 – рычаги; 8 – шкворень; 9 и 12 – рычаги; 10 – поперечная тяга; 11 – балка; 13 – цапф

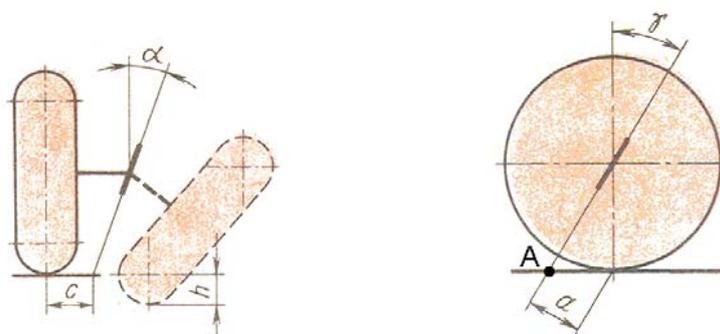
Рулевое Управление состоит:

- рулевой механизм;
- рулевой привод;

25.1.3. Стабилизация управляемых колес

Стабилизацией называется – свойство управляемых колес возвращаться в первоначальное положение, для сохранения прямолинейного движения.

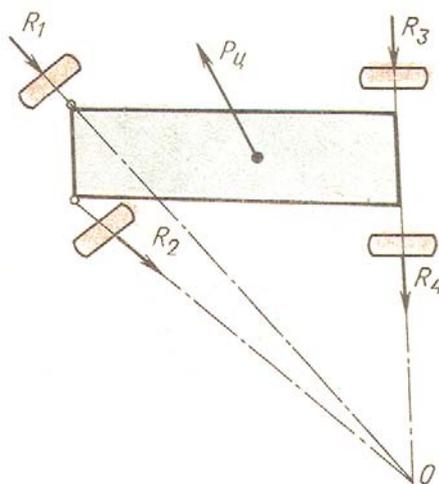
Поперечный наклон шкворня – вызывает подъем центра масс автомобиля при повороте управляемых колес.



Как видно из схемы, колесо при повороте на 180 градусов, автомобиль опустится на величину h . Не самом деле, автомобиль приподнимается. При отпускании рулевого колеса под действием веса автомобиля колеса вернуться назад. Т.е. будет обеспечено стабилизирующее свойство.

Продольный наклон шкворня.

Точка А расположена впереди пятна контакта колеса с дорогой.



Силы R_1 и R_2 (реакция дороги), действующая на плечо “а” старается возвратить упр. колеса в прямолинейное движение. Стабилизационный момент равен квадрату скорости и называется скоростным стабилизационным моментом.

25.2. Рулевой механизм.

25.2.1. Основные типы.

РУ должно обеспечивать легкий поворот управляемых колес снижение обратных ударов. РУ обеспечивает возможность восстанавливать зазор при износе и допустимый свободный ход.

Делятся:

- червячные (червяк сектор и ролик)
- винтовые (винт-гайка)
- шестеренчатые (цилиндрические, конические, реечные)

25.2.2. Конструкция РМ

Червячный

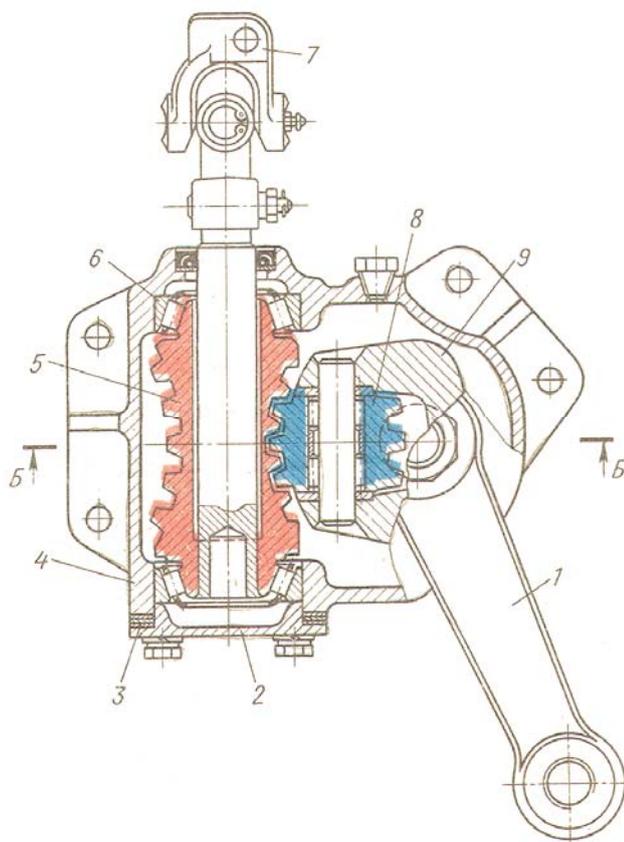


Рис. 25.3. Рулевой механизм автомобиля КАЗ-6086: 1 – рулевая сошка; 2 – крышка; 3 – прокладки; 4 – чугунный картер; 5 – червяк; 6 – подшипники; 7 – карданный шарнир; 8 – трёхрёберный ролик; 9 – вал

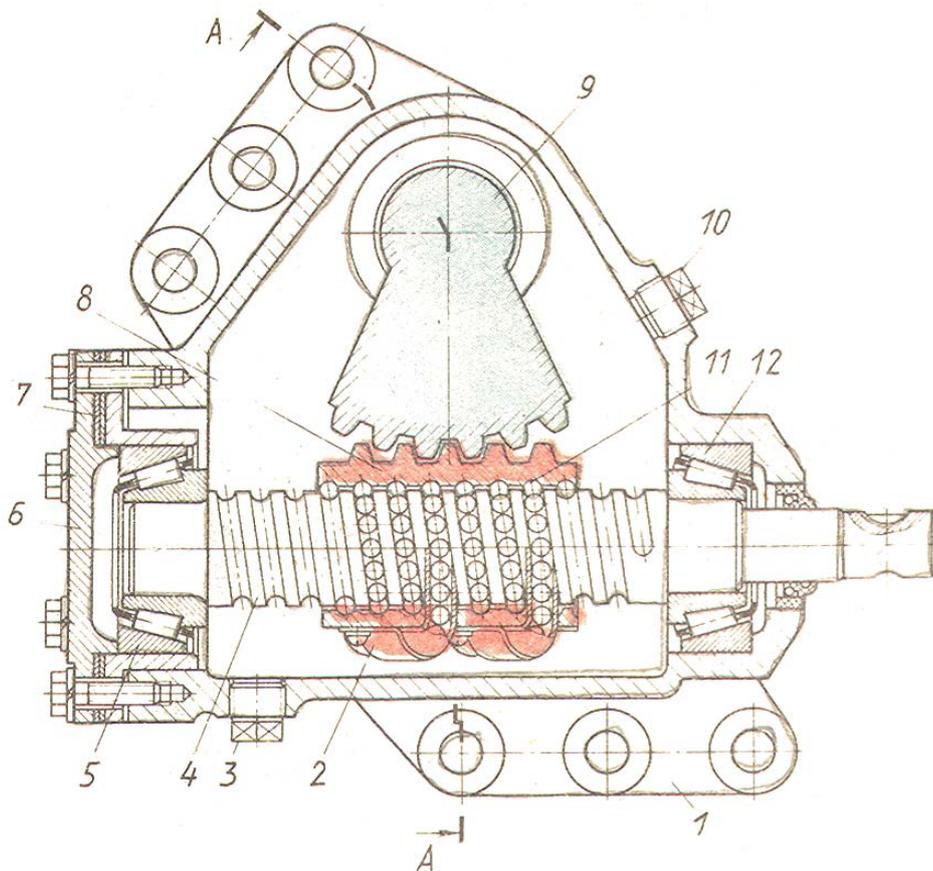


Рис. 25.4. Рулевой механизм автомобиля БелАЗ-540.

1 – картер; 2 – направляющая трубка; 3 – пробка сливного отверстия; 4 – винт; 5 и 12 – конические роликовые подшипники; 6 – гайка с рейкой; 7 – регулировочный прокладки; 8 – гайка с рейкой; 9 – сектор; 10 – пробка заливного отверстия; 11 – шарики

Реечный

Конструкция РУ повышенной безопасности

1. Устройство поглощающее энергию удара.

- телескопические рулевая колонка и вал;
- резиновые муфты соединяющие части рулевого вала;
- пластины на рулевой колонке;

2. Подушки безопасности

25.3. Рулевые приводы:

25.3.1. При зависимой подвеске

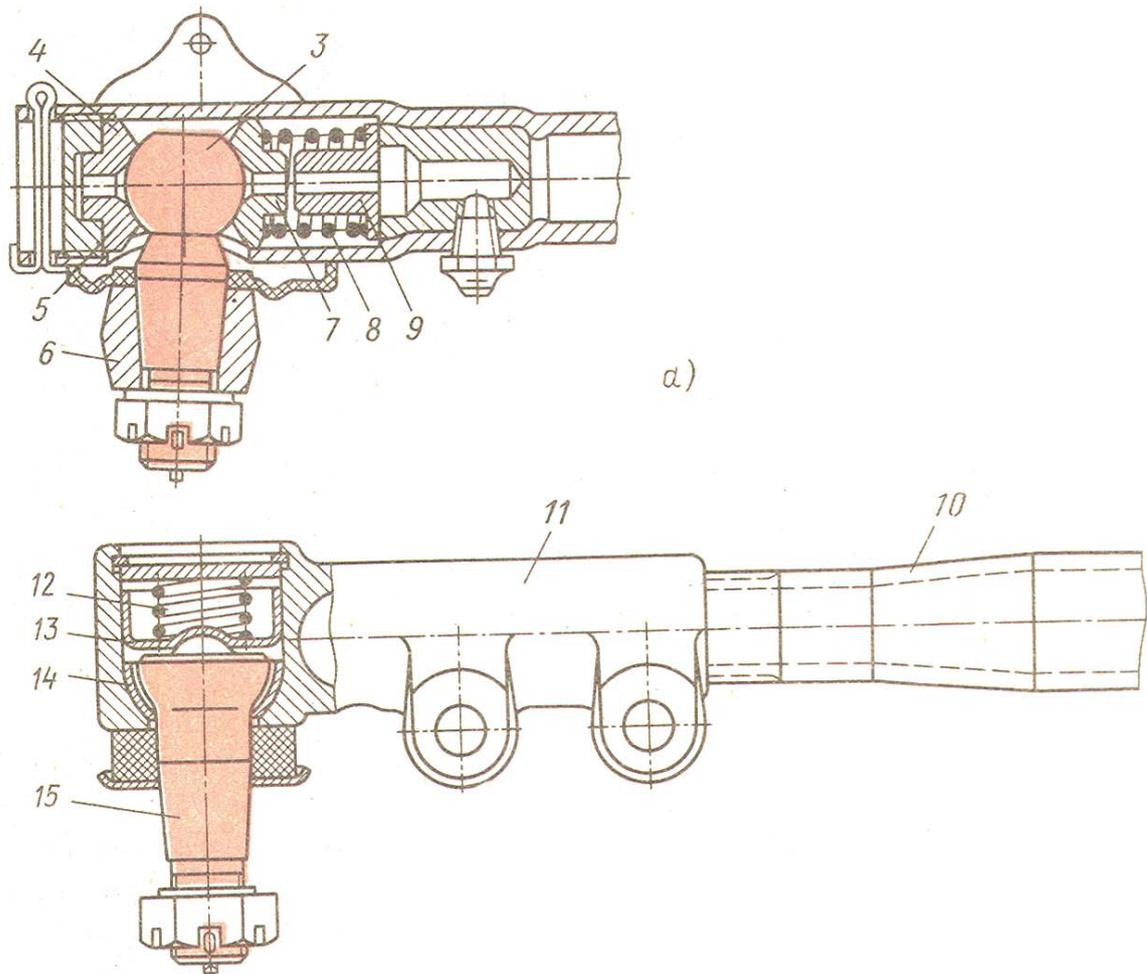


Рис. 25.5. Рулевые тяги автомобиля ГАЗ-53А

- а) – продольная; б) – поперечная; 3 – палец; 4 – сухарь;
5 – пробка; 6 – сошка; 7 – сухарь; 8 – пружина;
9 – ограничитель; 10 – тяга; 11 – неподвижные наконечники;
12 – сжатая пружина; 13 – пятка; 14 – сухарь; 15 – палец.

25.3.2. При независимой подвеске

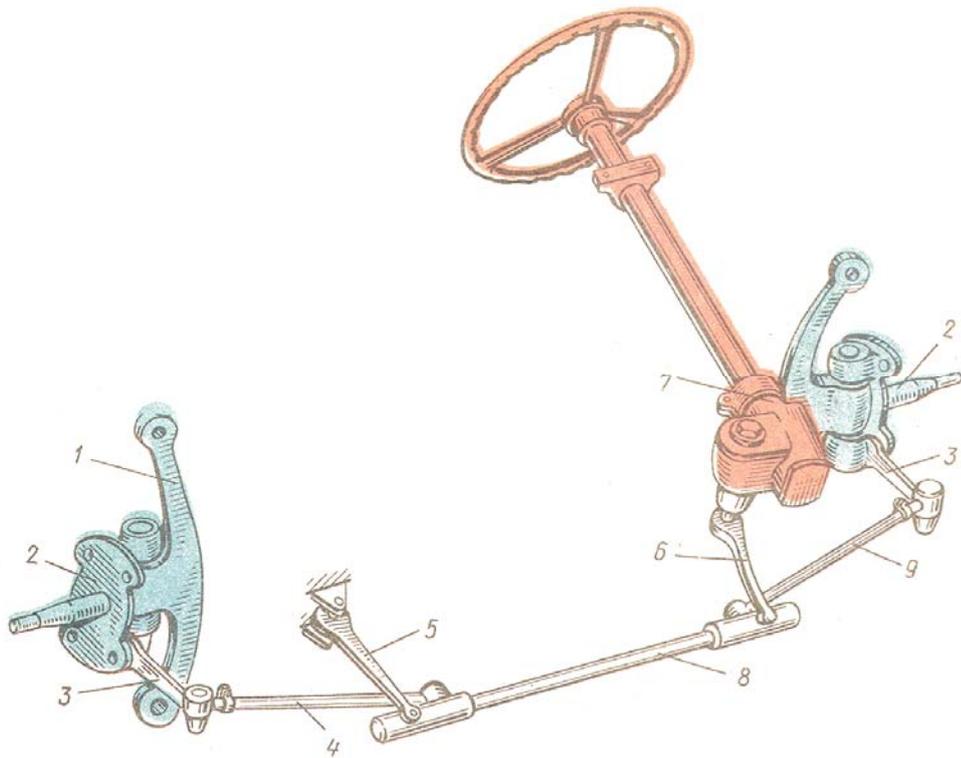


Рис. 25.6. Схема рулевого привода при независимой подвеске:
 1 – стойка; 2 – поворотные цапфы; 3 – рычаг поворотной цапфы;
 4 и 9 – боковые тяги; 5 – маятниковый рычаг; 6 – сошка;
 7 – рулевой механизм; 8 – средняя тяга

25.3.3. Усилители рулевого привода.

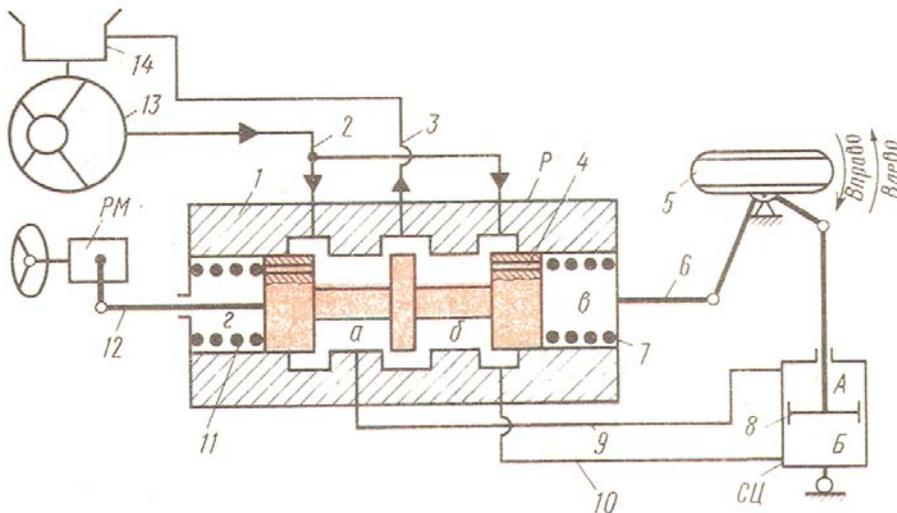


Рис. 25.7. Схема гидроусилителя рулевого привода:
 1 – корпус; 2 – маслопровод; 3 – маслопровод; 4 – золотник; 5 – колесо;
 6 – штанга; 7 – пружина; 8 – поршень; 9 – маслопровод;
 10 – маслопровод; 11 – пружина; 12 – штанга; 13 – насос; 14 – бачок;

Смысловой модуль (тема 26)

Тормозные системы

- 26.1. Назначение и основные типы тормозных систем.
- 26.2. Тормозные механизмы.
- 26.3. Механический и гидравлический приводы.
- 26.4. Принцип действия пневмопривода.
- 26.5. Структурные схемы пневматических тормозных приводов.
- 26.6. Конструкция пневмопривода.
- 26.7. Комбинированный тормозной привод.

26.1. Назначение и основные типы тормозных систем

Тормозные системы служат: для снижения скорости движения и полной остановки автомобиля, а так же для удержания на месте неподвижно стоящего автомобиля.

На автомобилях должны быть установлены:

- рабочая тормозная система, используется при движении автомобиля для снижения скорости и полной остановки.
- стояночная тормозная система, служит для удержания остановленного автомобиля на месте.
- запасная тормозная система, предназначена для остановки автомобиля при выходе их строя основной рабочей тормозной системы.
- вспомогательная тормозная система, используется при длительном торможении (тормозо-заменитель).

Рабочая система: обычно приводится в действие усилием ноги водителя, приложенного к педали.

Эффективность действия оценивается по тормозному пути, (расстоянию по горизонтальной сухой дороге с твердым покрытием при торможении от 40 км/ч. до полной остановки).

Запасная система: менее эффективна, может выполняться не отдельным а разными контурами.

Стояночная: должна выдерживать полностью груженный автомобиль на уклоне не менее 25%.

Вспомогательная: обязательна для АТС полной массой свыше 12тонн, а так же для горных районов.

Тормозная система состоит:

- тормозных механизмов (тормозов);
- тормозного привода;

Тормозные системы препятствуют вращению колес, вследствие чего между колесами и дорогой возникает тормозная сила. С помощью привода осуществляют управление тормозными механизмами.

26.2. Тормозные механизмы

Тормозные системы в основном бывают фрикционные.

Тормозные приводы различают:

- колесные;
- трансмиссионные (центральные).

По форме вращающихся деталей делятся:

- барабанные; (колодочные и ленточные).
- дисковые.

26.2.1. Барабанные (колодочные)

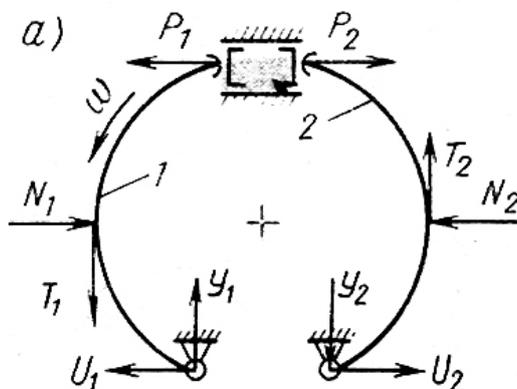


Рис. 26.1. Тормоз с равными приводными силами и односторонним расположением опор: 1, 2 – колодки.

Равные приводные силы P_1 и P_2 возникают в результате того, что площади поршней цилиндра одинаковы.

Тормоз с равными приводными силами и односторонним расположением опор.

- 1 – колодка само прижимная;
- 2 – колодка само отжимная.

- Тормозные механизмы оценивают:
- эффективностью, (чем больше МТ тем больше эффект);
 - уравновешенностью (силы трения не создают нагрузки на опоры вращающихся деталей);
 - стабильностью (сохранение эффективности действия при изменении коэффициента трения (нагрев вала)).

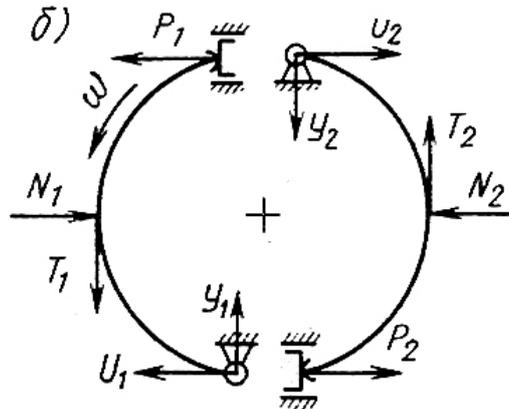


Рис. 26.2. Каждая из колодок приводится в действие своим гидроцилиндром.

Каждая колодка приводится своим гидроцилиндром; обеспечивает равенство приводных сил. Каждая колодка работает как первичная.

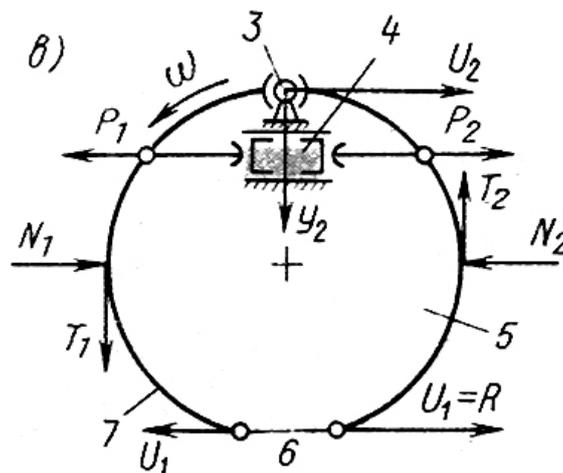


Рис. 23.6. Тормоз с дополнительной приводной силой.
 3 – опорный палец; 4 – гидроцилиндр; 5 – задняя колодка;
 6 – шарнир; 7 – передняя колодка.

Стяжные пружины прижимаются к пальцу 1. 2 колодка захватывается и упирается в палец. После этого колодка работает как первичная.

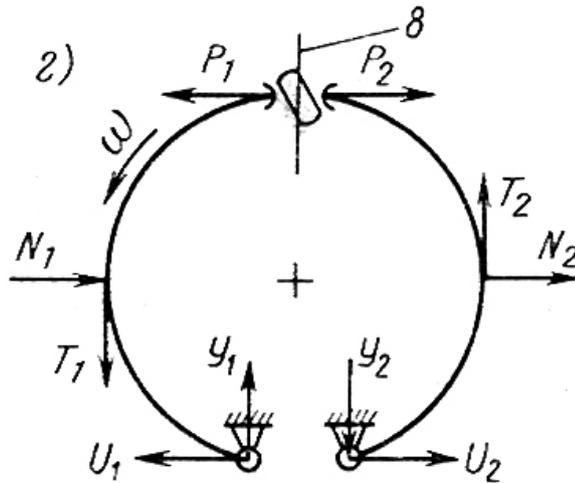


Рис. 26.4. Тормоз, приводимый в работу разжимным кулаком:
8 – разжимной кулак.

Поворотный кулак поворачивает колодки причем $P_2 > P_1$ одинаковые переменные создают одинаковые реакции N_1 и N_2 , а так же T_1 и T_2 .

26.2.2. Ленточные барабанные тормоза

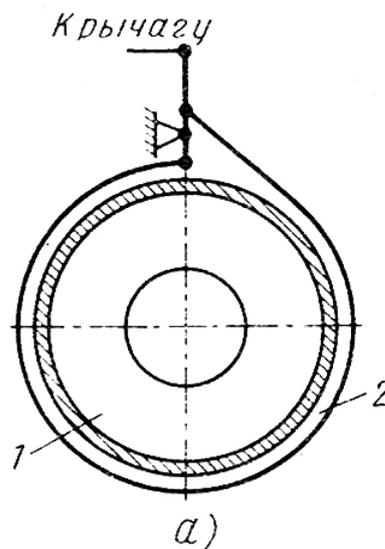


Рис. 26.5. Схема ленточного барабанного тормоза.
1 – вращающийся барабан; 2 – не вращающаяся лента.

Состоит из вращающегося барабана и не вращающейся ленты. При этом на барабан действуют, большие радиальные нагрузки и не обеспечивается плавное торможение. Устройства для регулировки зазора в таких механизмах сложны и ненадежны в работе. Нашли ограниченное применение на современных автомобилях.

26.2.3. Дисковые тормоза

Состоит из вращающегося диска, и двух не вращающихся колодок, установленных с обеих сторон диска. Эффективность дисковых тормозов ниже, чем барабанных, а стабильность выше. Тормозной момент неуравновешен.

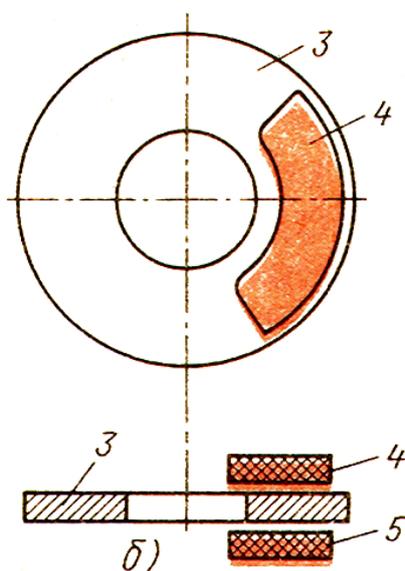


Рис. 26.6. Схема дискового тормоза.

3 – вращающийся диск; 4, 5 – не вращающиеся колодки.

Рассмотреть на примере.

ГАЗ – барабанные, ВАЗ – дисковые.

26.3. Механический и гидравлический приводы

26.3.1. Механический привод

Механический привод служит для передачи силы от педали или рычага, на тормозные механизмы, механическим путем (тросы, тяги).

Тормозные приводы бывают:

- механические;
- гидравлические;
- пневматические;
- электрические;
- комбинированные.

26.3.2. Гидравлический привод

26.3.2.1. Схема привода

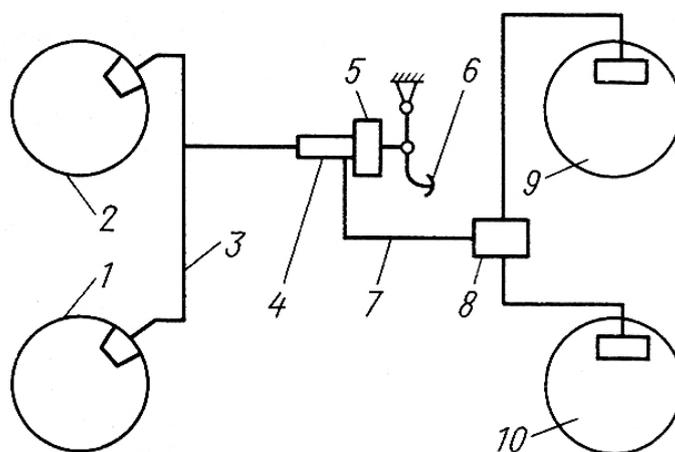


Рис. 26.7. Схема рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2103.

- 1,2 – передние дисковые тормоза; 3 – контур передних тормозов;
4 – тормозной цилиндр; 5 – вакуумный усилитель;
6 – педаль; 7 – контур задних тормозов; 8 – регулятор
тормозных сил; 9,10 – задние колодочные тормоза.

Преимущества:

- хорошее распределение тормозных усилий;
- незначительное время срабатывания;
- высокое η ;
- удобство компоновки агрегатов привода.

Недостатки:

- невозможность длительного торможения;
- выход из строя всей системы при местном повреждении;
- низкое η при низких температурах.

26.3.2.2. Главный тормозной цилиндр

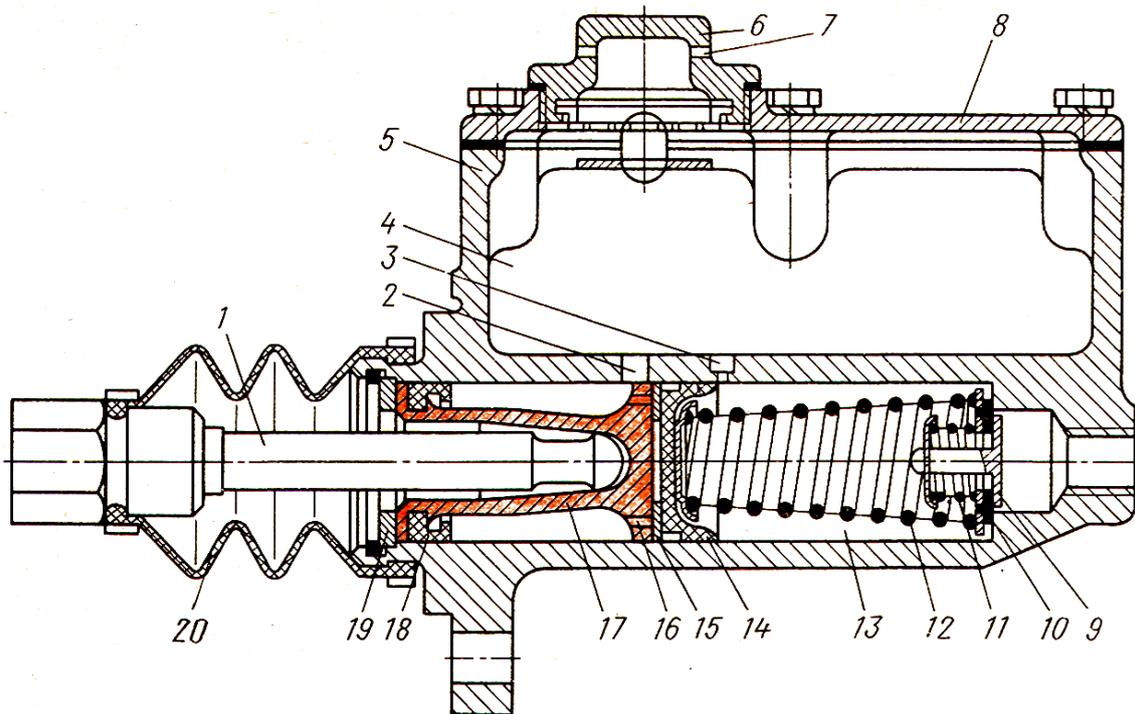


Рис. 26.8. Главный тормозной цилиндр ГАЗ-53а: 1 – головка толкателя; 2 – перепускное отверстие; 3 – компенсационное отверстие; 4 – полость; 5 – корпус; 6 – резьбовая пробка; 7 – отверстия; 8 – крышка; 9 – перепускной клапан; 10 – обратный клапан; 11 – пружина; 12 – возвратная пружина; 13 – цилиндр; 14 – резиновая манжета; 15 – кольцеобразный клапан; 16 – отверстия; 17 – поршень; 18 – уплотнительное кольцо; 19 – упорная шайба; 20 – чехол.

26.3.2.3. Рабочий тормозной цилиндр

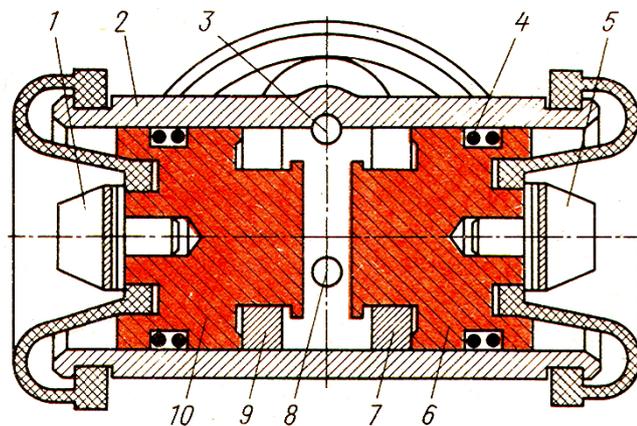


Рис. 26.9. Колесный тормозной цилиндр автомобиля ГАЗ-24 «Волга»: 1, 5 – толкатели; 2 – корпус; 3 – верхнее отверстие; 4 – манжеты; 6, 10 – поршни; 7, 9 – кольца; 8 – нижнее отверстие.

26.4. Принцип действия пневмопривода

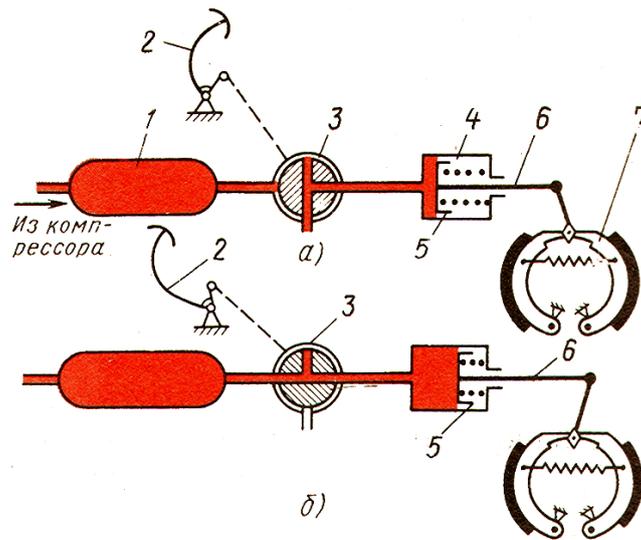


Рис. 26.10. Схема простейшего пневматического тормозного привода: 1 – ресивер; 2 – педаль; 3 – кран; 4 – тормозной цилиндр; 5 – поршень; 6 – шток; 7 – разжимной кулак тормоза.

Следящий механизм предназначен для того, чтобы давление воздуха в цилиндре, зависело от усилия на педали.

Различают:

- прямого действия;
- обратного действия.

Прямого действия:

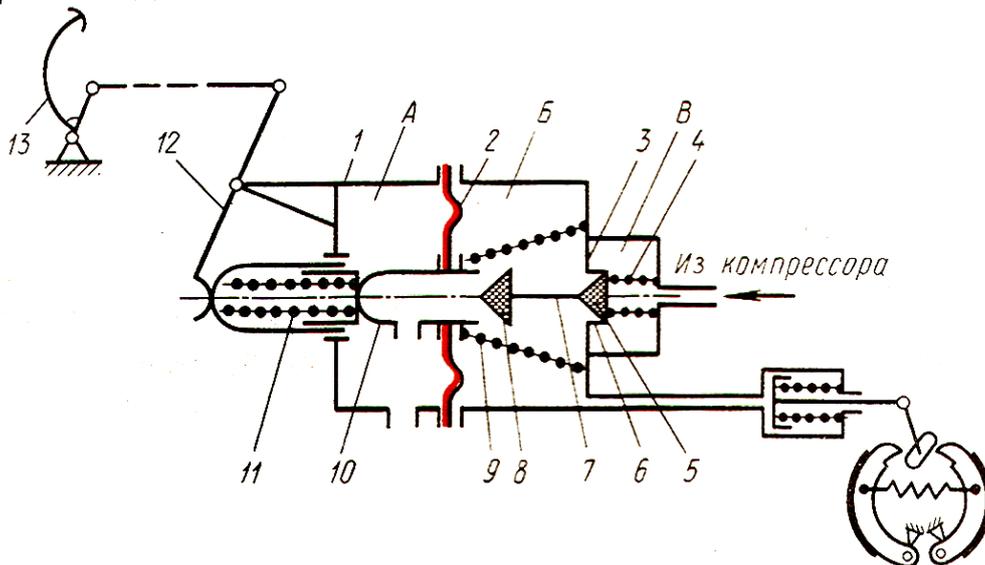


Рис. 26.11. Схема следящего механизма прямого действия: 1 – корпус; 2 – мембрана; 3 – перегородка; 4 – пружина; 5 – впускной клапан; 6 – седло; 7 – стержень; 8 – выпускной клапан; 9 – возвратная пружина; 10 – седло; 11 – стакан пружин; 12 – рычаг; 13 – педаль.

Схема приведена, когда механизм расположен. При торможении педаль 13 через рычаг 12 передвигает стакан 11, одновременно с седлом 10, до тех пор клапан 8, не разобьет полости «А» и «Б». Далее передвигаясь вправо открыв выпускной клапан 5. Слева на мембрану, действует сила, зависящая от усилия на педаль, а справа, давление воздуха в полости «Б» и тормозном цилиндре. При увеличении усилия на педаль возрастает давление воздуха перед мембраной. Следовательно, следящий механизм устанавливает давление воздуха в тормозном цилиндре в зависимости от усилия на педаль.

Обратного действия: изменяет давление воздуха обратно пропорционально приводной силы.

Устанавливают зависимость между усилиями на педали и падением давления воздуха в полости «Б».

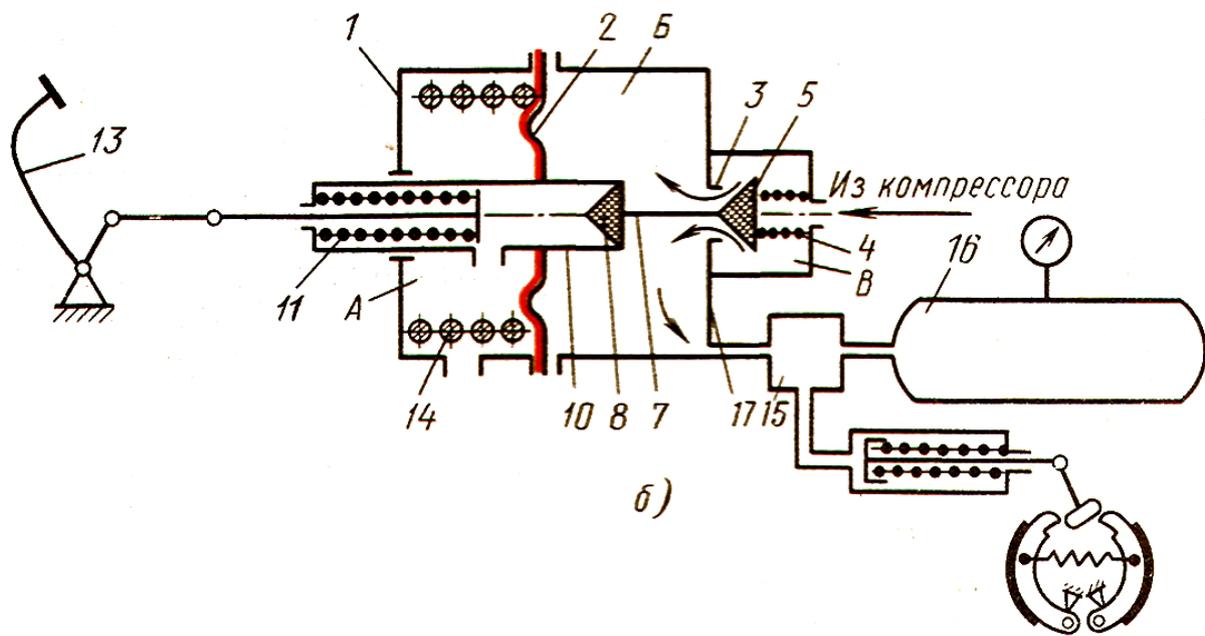


Рис. 26.12. Следящий механизм обратного действия:

- 1 – корпус; 2 – мембрана; 3 – седло; 4 – пружина;
- 5 – впускной клапан; 7 – стержень; 8 – выпускной клапан;
- 11 – уравнивающая пружина; 13 – педаль;
- 14 – уравнивающая пружина; 15 – воздухораспределительный аппарат; 16 – воздушный ресивер; 17 – перегородка.

26.5. Структурные схемы пневматических тормозных приводов

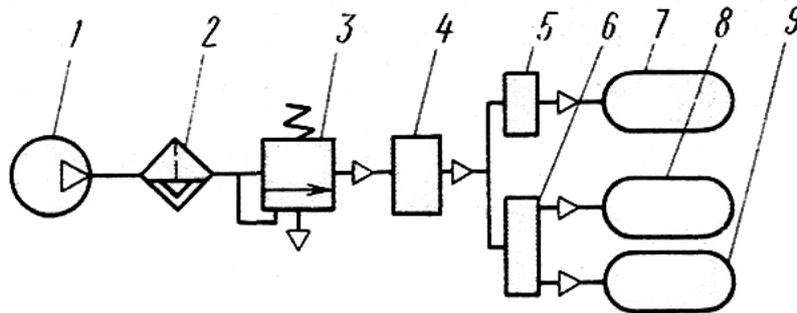


Рис. 26.13. Структурная схема питающей части
пневматических тормозных приводов: 1 – компрессор;
2 – фильтры влагоотделители; 3 – регулятор; 4 – спиртонасытитель;
5, 6 – защитные клапаны; 7, 8, 9 – ресиверы.

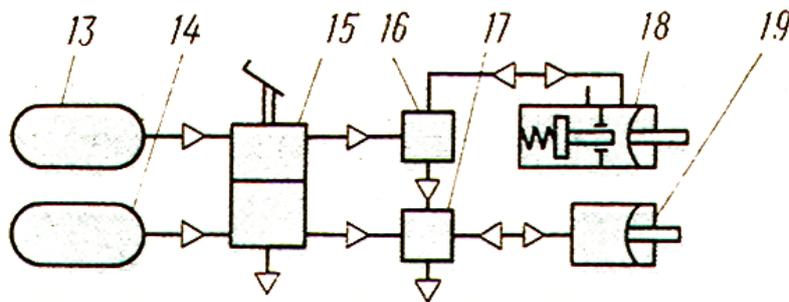


Рис. 26.14. Двухконтурный привод рабочей тормозной системы:
13, 14 – ресивер; 15 – тормозной кран; 16, 17 – клапаны;
18, 19 – тормозная камера.

Если разделить двухконтурный привод, то получится одноконтурный.

Воздух в компрессоре нагревается, затем в трубопроводах охлаждается. Из него выделяется влага, поэтому установлен фильтр.

МАХ избыточное давление 0,7 – 0,75 МПа, в ресиверах автоматически ограничивается.

При низких температурах смеси с влагой спирты образуют незамерзающие антифризы.

Защитные клапаны позволяют двигаться воздуху только в одну сторону.

26.6. Конструкция пневмопривода

26.6.1. Компрессоры

Обычно поршневого типа, 1 – 2 цилиндр. Система охлаждения и смазки подключены к соответственно системам ДВС. (Плакат)

26.6.2. Регулятор давления

Регулятор давления выполняет функции фильтра и предохранительного плана, а также поддерживает постоянное давление в системе. При 700 – 750 КПа воздух в атмосферу, а ниже 620 – 650 КПа, впускает воздух в систему. (Плакат)

26.6.3. Влагодделители

26.6.4. Предохранитель от замерзания

26.6.5. Тормозной кран

Двухсекционный тормозной кран КаМАЗ 7 (плакат).

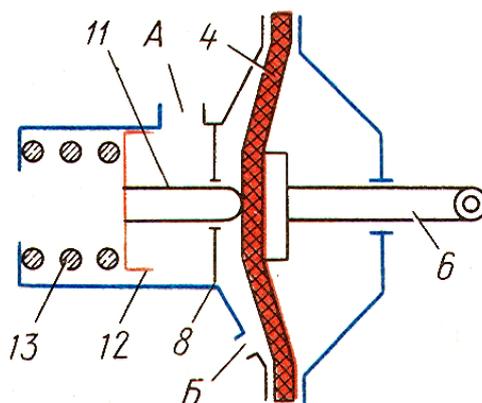


Рис. 26.15. Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором:
4 – мембрана; 6 – шток; 11 – толкатель; 12 – поршень; 13 – пружина.

Тормозная камера с энергоаккумулятором является одновременно рабочей, стояночной и запасной тормозной системой.

При нажатии на педаль усилия передаются через упругий элемент крана на ступенчатый поршень, который перемещаясь вниз открывает клапан, и сжатый воздух поступает в тормозные камеры.

Через отверстие, сжатый воздух давит на ускорительный поршень, и тем самым на ступенчатый. Срабатывает вторая секция, давление воздуха и усилие пружинных элементов препятствуют усилию на педаль.

26.7. Комбинированный тормозной привод

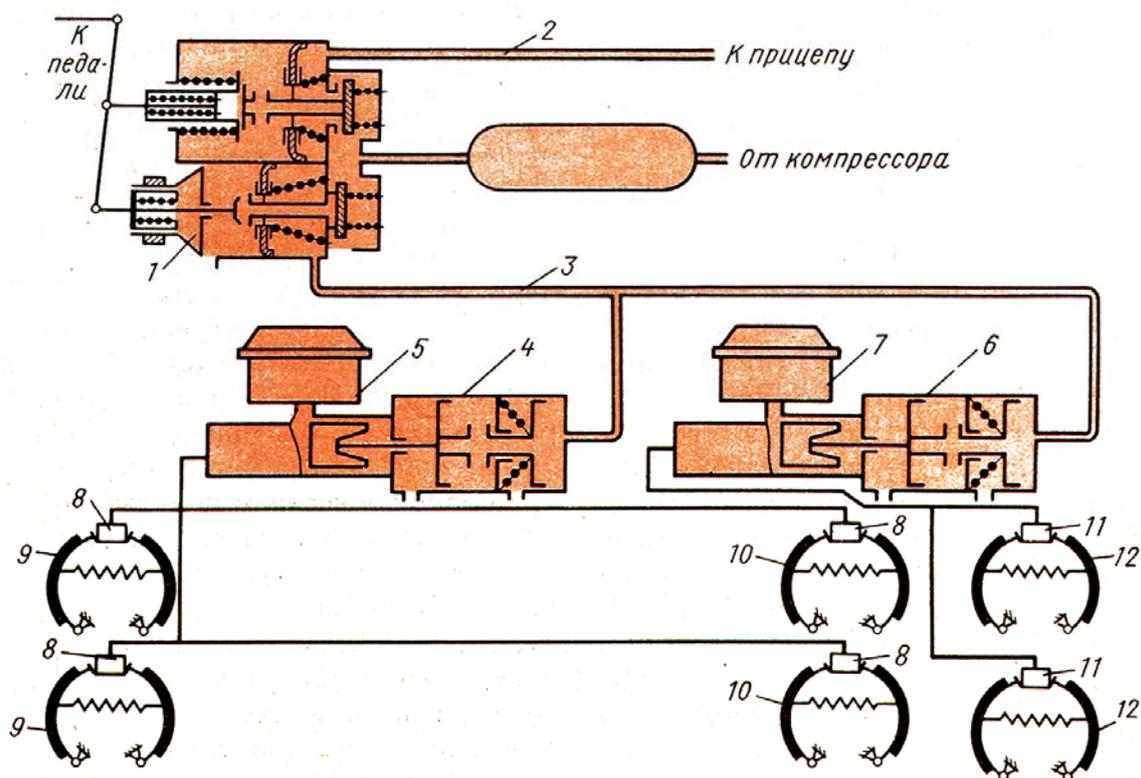


Рис. 26.17. Схема тормозного привода автомобиля «Урал-375»:

- 1 – тормозной клапан; 2 – трубопровод; 3 – трубопровод;
 4, 6 – пневмоцилиндры; 7 – тормозной цилиндр;
 8, 11 – тормозные цилиндры, 10, 12 – колодки

Литература

1. Анохин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение. 1977. – 592 с.
2. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля. – М.: Машиностроение. 1987. – 352 с.
3. Орлина А.С., Круглова М.Г. ДВС. Под общей редакцией. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
4. Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей. – М.: Машиностроение. – 1995. – 110 с.