

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Александрович

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 05.06.2026 10:55:05

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba818c0b0b0aa62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине «СИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	59
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	77
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	97
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	115
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8	122
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9	135

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Силовые агрегаты» занимает особое место в процессе формирования специалистов в области автомобильного транспорта. Для ряда последующих предметов, входящих в учебный план подготовки бакалавров по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, данная дисциплина является одной из базовых. Поэтому глубокие знания, полученные в процессе освоения данной дисциплины, напрямую связаны с высоким качеством подготовки специалистов-транспортников.

Настоящие методические указания предназначены для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Силовые агрегаты», являющихся основой получения практических и закрепления теоретических знаний.

Лабораторные занятия по дисциплине «Силовые агрегаты» проводятся с целью привития студентам твёрдых знаний по конструкции механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания.

В методических указаниях приведены 9 лабораторных работ, для каждой из которых отмечены цель, содержание, последовательность выполнения и приложение, в котором даются все необходимые материалы для написания отчёта.

Целью лабораторных работ является закрепление студентами полученных теоретических знаний по устройству двигателей автомобилей и других энергетических установок.

В результате изучения курса студент обязан знать назначение, устройство и принцип работы механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания.

На лабораторных работах студенты изучают материал по устройству двигателей автомобилей под руководством преподавателя в следующей последовательности: название системы, механизма, назначение, расположение, устройство и работа, регулировки. Объяснение устройства преподаватель сопровождает показом на материальной части, стендах, макетах, а также применением других технических средств обучения.

В процессе каждой лабораторной работы студент обязан составлять отчет по установленной форме). Отчет должен содержать ответы на контрольные вопросы, а также быть иллюстрирован схематичными рисунками деталей механизмов и систем двигателей автомобилей согласно тематике занятия.

До начала устного отчета по лабораторной работе студент обязан составить и защитить письменный отчет, объем и содержание которого оговаривается в методических указаниях по каждой работе, а вариант указывается преподавателем. Задание на следующую лабораторную работу выдается преподавателем только после получения зачета с положительной оценкой по выполненной студентом предыдущей лабораторной работе. Зачет по лабораторным занятиям складывается из зачетов по отдельным работам.

Студенты, не оформившие отчеты в установленные сроки, а также не имеющие отметки о выполнении лабораторных работ, не получают зачет и не допускаются к сдаче экзамена по дисциплине.

На первом занятии, студентам сообщают содержание и цели лабораторных занятий по дисциплине, знакомят с документацией и графиком выполнения работ.

Прежде чем приступить к выполнению работы, студент должен изучить ее содержание по данному учебному пособию, после чего преподаватель путем опроса проверяет готовность студентов к работе.

Предварительной подготовкой к лабораторным занятиям студенты занимаются дома. При домашней подготовке необходимо изучить содержание занятия по учебному пособию и повторить теоретический материал. При незнании теоретических выкладок студенты к выполнению практического занятия не допускаются.

После выполнения лабораторной работы студенты предъявляют преподавателю отчет, оформленный в соответствии с данным пособием. После защиты результатов работы и оценки ее качества преподавателем студенты допускаются к следующей работе.

Отчет по лабораторным работам выполняется на писчей бумаге стандартного формата А4 (297×210). Все листы сшиваются в папке скоросшивателем или переплетаются. Допускается выполнение отчета по лабораторным работам в общей тетради.

Содержание отчета следует иллюстрировать таблицами, схемами, рисунками и т.д. Графическому материалу по тексту необходимо давать пояснение в виде ссылок на рисунки и схемы, а внизу под графическим материалом обязательно выполнять подрисовочную надпись.

В тексте отчета не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых.

В отчете используется сплошная нумерация страниц. На титульном листе номер страницы не проставляется.

Титульный лист является первой страницей отчета и заполняется по определенным правилам. В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения и кафедры, по которой выполняются работы.

В среднем поле пишется: «Отчет по лабораторным работам по дисциплине...» Далее ближе к левому краю указываются фамилия, имя и отчество студента, курс, группа (шифр), а к правому краю (чуть ниже) указываются фамилия, имя, отчество преподавателя, а также его ученая степень и ученое звание.

В нижнем поле указывается место выполнения работ и год выполнения (без слова «год»).

Титульный лист оформляется печатным шрифтом (или набранным на компьютере). В случае выполнения отчета в тетради титульный лист оформляется печатным шрифтом от руки.

После титульного листа помещается содержание (оглавление), где

приводятся все заголовки работ и указываются страницы, на которых они помещены. Необходимо помнить, что все заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом, а заголовки последующей ступени смещают на три – пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени.

Различного рода вспомогательные или дополнительные материалы помещают в приложении.

Схемы, рисунки, графики необходимо выполнять карандашом, черной пастой или тушью на листах писчей, чертежной или миллиметровой бумаги, которые вкладываются в отчёт. При необходимости можно использовать листы нестандартного формата.

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии при решении задач профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} Знать эффективные и безопасные технические средства, и технологии	Готовность к контролю технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования
	ИД-2 _{ОПК-5} Уметь принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии при решении задач профессиональной деятельности	Готовность к организации и контролю качества и безопасности процессов сервиса, параметров технологических процессов с учетом требований потребителя
	ИД-3 _{ОПК-5} Владеть навыками принятия обоснованных технических решений выбора эффективных и безопасных технических средств, и технологий при решении задач профессиональной деятельности.	Способен адаптировать и модифицировать специализированное программное обеспечение, методы и алгоритмы систем искусственного интеллекта и машинного обучения в профессиональной деятельности

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: изучение общего устройства и работы двигателей внутреннего сгорания.

Цель работы: закрепить теоретические знания по назначению, устройству и работе двигателей внутреннего сгорания.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и материалы:

Разрез оппозитного двигателя SUBARU EJ 20, EJ 205

Разрез двигателя РЕНО

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез роторно-поршневого двигателя ВАЗ – 311

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Учебный макет четырехтактного поршневого двигателя.

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110».

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике

безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить устройство и принцип работы роторно-поршневых двигателей.
2. Изучить устройство и принцип работы газотурбинных двигателей.
3. Изучить общее устройство и принцип работы поршневых двигателей, назначение основных механизмов и систем.

Содержание отчета:

1. Вычертить схему и описать особенности работы роторно-поршневого двигателя.
2. Вычертить схему и описать особенности работы газотурбинного двигателя.
3. Описать рабочий цикл и принцип работы двухтактных двигателей внутреннего сгорания.
4. Описать рабочий цикл и принцип работы четырехтактных двигателей внутреннего сгорания.
5. Вычертить возможные компоновочные схемы поршневых ДВС, описать их особенности и использование в конкретных марках автомобилей.
6. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 5, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды двигателей внутреннего сгорания существуют?
2. Какие механизмы входят в поршневой двигатель внутреннего сгорания? Каково их назначение?
3. Какие системы входят в поршневой двигатель внутреннего сгорания? Каково их назначение?
4. Каков принцип действия газотурбинного двигателя?
5. В чем отличие роторно-поршневого двигателя от поршневого?
6. Чем конструктивно отличается двухтактный ДВС от четырехтактного?

Тема 3. ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) - это тепловая машина, в которой подвод тепла к рабочему телу осуществляется путем сжигания топлива внутри самого двигателя.

По способу реализации полезной работы цикла ДВС могут быть:

1. поршневыми;
2. роторно-поршневыми;
3. газотурбинными.

3.1. Роторно-поршневые двигатели

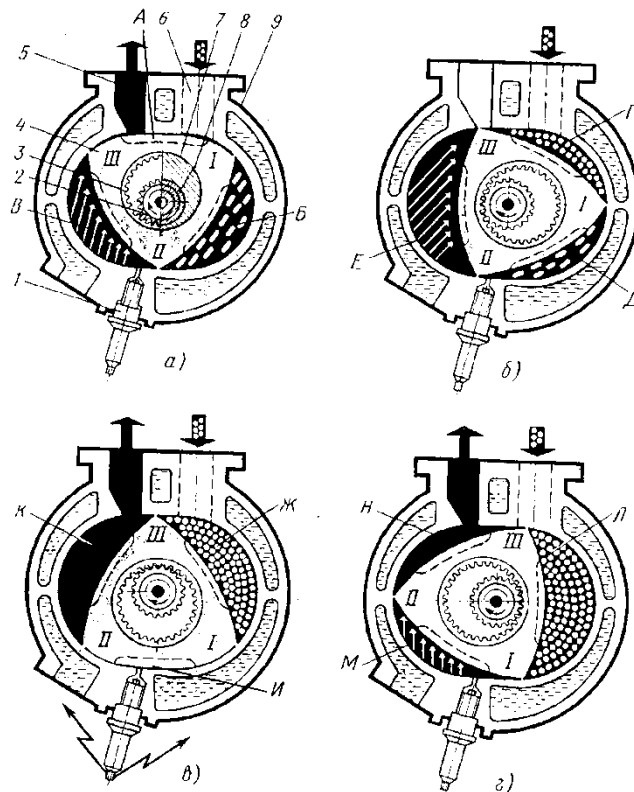


Рис. 3.1. Схема роторно-поршневого двигателя

На некоторых автомобилях в настоящее время устанавливают роторно-поршневые двигатели (рис. 3.1). Внутренняя полость статора 9 имеет сложную геометрическую форму. В статоре на подшипниках закреплён вал 8, на котором жёстко закреплён эксцентрик 7. На эксцентрике свободно установлен трехгранный ротор-поршень 4. Зубчатый венец 3 ротора находится в зацеплении с неподвижной шестерней 2, закреплённой на статоре. Передаточное отношение зубчатого зацепления обеспечивает при одном обороте ротора-поршня три оборота вала. Ротор и вал вращаются в

одном направлении. В статоре имеются рубашка для жидкостного охлаждения, впускной 6 и выпускной 5 каналы и установлена свеча 1 зажигания.

Трехгранный ротор-поршень разделяет внутреннюю часть статора на три полости, объем которых изменяется при вращении ротора. В каждой полости совершаются процессы рабочего цикла, аналогичные процессам в четырехтактном поршневом карбюраторном двигателе. Когда поршень находится в положении, показанном на рис. 3.1, а, в объеме, ограниченном гранью II—III, совершается рабочий ход, т. е. происходит расширение газов. Давление газов, воспринимаемое ротором-поршнем, приводит его и вал двигателя во вращение. В это же время из объема А, ограниченного гранью III — I, отработавшие газы вытесняются через канал 5 в атмосферу, а в объеме Б (грань I— II поршня) начинается сжатие рабочей смеси. При дальнейшем повороте ротора-поршня продолжается расширение в объеме Е (рис.3. 1, б), в увеличивающемся объеме Г происходит впуск свежей горючей смеси из карбюратора через канал 6, а в уменьшающемся объеме Д — сжатие.

На рис.3. 1, в, показан момент, когда выпускной канал 5 полностью открыт, из объема К выходят отработавшие газы, а в объеме Ж продолжается впуск горючей смеси. В это время в объеме И сжатая рабочая смесь воспламеняется электрической искрой от свечи зажигания 7. В положении, показанном на рис.3. 1, г, в объеме, ограниченном гранью I— II поршня, начинается расширение газов, т. е. рабочий ход. Таким образом, в каждой из трех полостей роторно-поршневого двигателя последовательно происходят впуск (объемы А, Г, Ж, Л), сжатие (объемы Б, Д, И), сгорание и расширение (объемы М, В, Е), а также выпуск (объемы К, Н, А). Процессы эти скоротечны, так как в существующих роторно-поршневых двигателях $n = 6000 - 8000$ об/мин. Увеличение мощности таких двигателей достигается установкой на валу нескольких роторов-поршней.

3.2. Газотурбинные двигатели

Принципиальная схема газотурбинного автомобильного двигателя показана на рис.3. 2. Воздух из атмосферы засасывается компрессором 2 через воздухозаборник 1 и нагнетается в теплообменник 3, где он нагревается а затем поступает в камеру сгорания 4. Непрерывно впрыскиваемое форсункой 5 в камеру сгорания топливо сгорает, а образующиеся горячие газы направляются на лопатки турбины 6 компрессора, а затем на лопатки силовой турбины 7. Воздействуя на лопатки обеих турбин, газы, движущиеся с высокой скоростью, заставляют их вращаться независимо одна от другой. Через вал 8 приводится во вращение компрессор 2, а через вал 9 момент от силовой турбины передается на вал 11 привода к трансмиссии через редуктор 10.

Выходящие из турбин горячие газы направляются в теплообменник 3, где подогревают воздух, подаваемый в камеру сгорания, после чего выбрасываются в атмосферу.

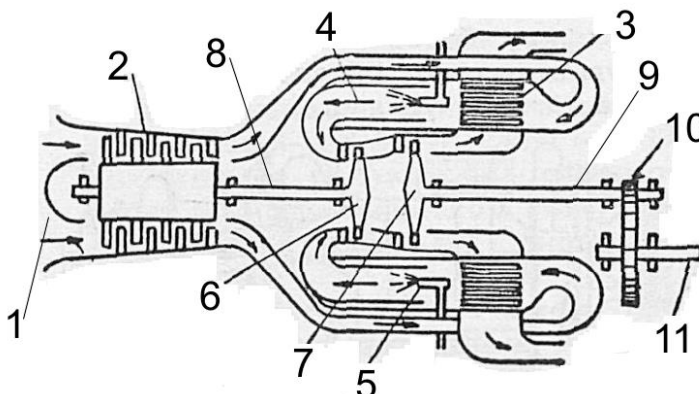


Рис. 3.2. Принципиальная схема двухвального газотурбинного двигателя с теплообменником

Как видно, деталью газотурбинного двигателя, непрерывно воспринимающей энергию газов, является колесо силовой турбины, совершающее только вращательное движение. Непрерывность рабочего процесса позволяет получить большие мощности при небольших размерах газовых турбин, а отсутствие кривошипно-шатунного механизма исключает неравномерность вращения вала, присущую поршневым двигателям.

Автомобильные газотурбинные двигатели имеют и другие преимущества перед поршневыми: благоприятное изменение крутящего момента, возможность работать на любом жидком или газообразном топливе, легкий пуск при низких температурах, менее токсичные продукты сгорания. Основными недостатками газотурбинных автомобильных двигателей являются сложность и высокая стоимость их производства, а при отсутствии теплообменника — низкая экономичность. Поэтому область применения таких двигателей ограничивается автомобилями большой грузоподъемности.

3.3. Поршневые двигатели внутреннего сгорания

3.3.1. Общее устройство поршневого двигателя, назначение основных механизмов и систем.

Поршневой двигатель состоит из механизмов кривошипно-шатунного и газораспределения и систем охлаждения, смазочной, питания, зажигания, пуска.

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) воспринимает давление газов и преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение коленчатого вала.

Механизм газораспределения (ГРМ) предназначен для своевременного открытия и закрытия клапанов, что необходимо для впуска в цилиндре горючей смеси (карбюраторные и газовые двигатели) или воздуха (дизели) и выпуска отработавших газов.

Система питания служит для подачи отдельно топлива и воздуха в цилиндры дизеля или приготовления горючей смеси из мелко распыленного топлива и воздуха и подачи смеси в цилиндры бензинового или газового двигателя.

Система охлаждения обеспечивает нормальный тепловой режим двигателя.

Смазочная система служит для смазочного материала к трущимся поверхностям с целью уменьшения трения, снижения износа и отвода теплоты от контактирующих поверхностей.

Система зажигания обеспечивает воспламенение рабочей смеси в карбюраторных и газовых двигателях.

Система пуска служит для вращения коленчатого вала двигателя при его пуске.

3.3.2. Рабочий цикл и принцип работы двухтактных двигателей внутреннего сгорания

В двухтактных двигателях рабочий цикл (процессы впуска топливной смеси, выпуска отработанных газов, продувки) происходит в течении одного оборота коленвала за два основных такта. У двигателей такого типа отсутствуют клапаны (как в четырехтактных ДВС), их роль выполняет поршень, который при своем перемещении закрывает впускные, выпускные и продувочные окна. Поэтому они более просты в конструкции.

Мощность двухтактного двигателя при одинаковых размерах цилиндра и частоте вращения вала теоретически в два раза больше четырехтактного за счет большего числа рабочих циклов. Однако неполное использование хода поршня для расширения, худшее освобождение цилиндра от остаточных газов и затраты части вырабатываемой мощности на продувку приводят практически к увеличению мощности только на 60...70%.

Смазка всех трущихся поверхностей и подшипников внутри двухтактных двигателей происходит с помощью топливной смеси, в которое подмешано необходимое количество масла. Топливная смесь попадает и в кривошипную камеру двигателя (это та полость, где закреплен и вращается коленчатый вал), и в цилиндр. Смазки там нигде нет, а если бы и была, то смылась топливной смесью. Вот по этой причине масло и добавляют в определенной пропорции к бензину. Тип масла используется специальный, именно для двухтактных двигателей. Оно должно выдерживать высокие температуры и, сгорая вместе с топливом, оставлять минимум зольных отложений.

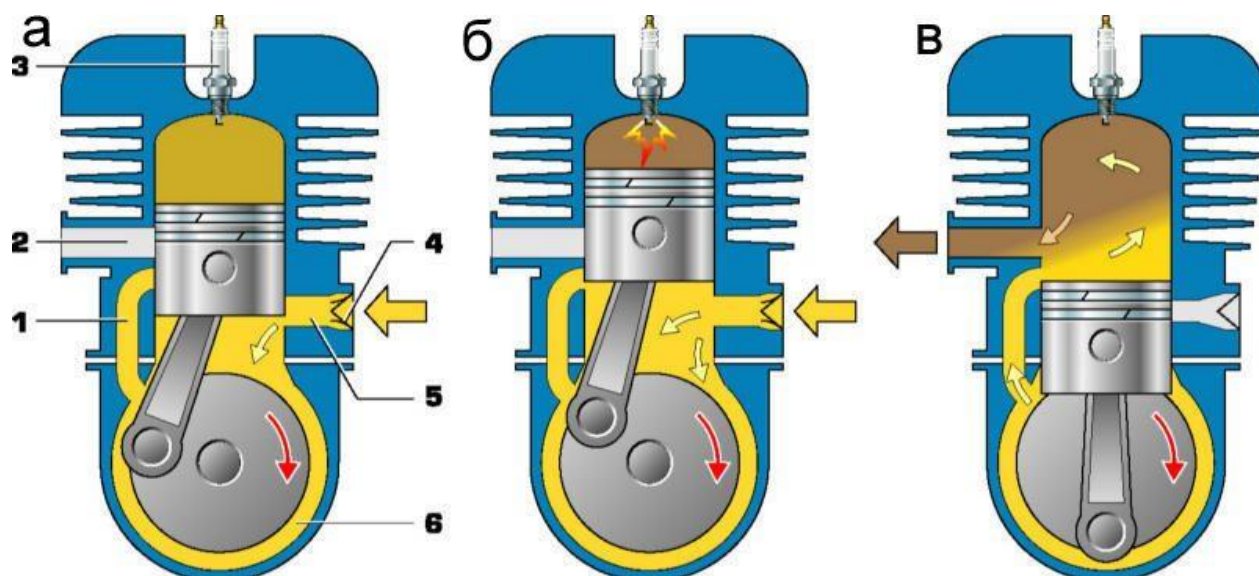


Рис.3.3. Схема работы двухтактного двигателя: 1 — продувочный канал; 2 — выпускной канал; 3 — свеча зажигания; 4 — лепестковый клапан во впускном канале; 5 — впускной канал; 6 — кривошипная камера; а — впуск в кривошипную камеру, сжатие в цилиндре; б — воспламенение (до ВМТ) и последующее сгорание в цилиндре; в — выпуск отработавших газов из цилиндра и продувка горячей смесью из картера.

В двухтактном двигателе рабочий цикл происходит следующим образом.

Первый такт - сжатие. Поршень перемещается от нижней мертвой точки (НМТ) к верхней мертвой точке (ВМТ) поршня, перекрывая сначала окно продувочного 1, а затем окно выпускного канала 2 (рис.3.3а). После закрытия поршнем выпускного окна в цилиндре начинается сжатие ранее поступившей в него горючей смеси. Одновременно в кривошипной камере 6 вследствие ее герметичности и после того как поршень перекрывает окно продувочного канала 1, под поршнем создается разрежение, под действием которого из карбюратора через окно впускного канала 5 и открывающийся лепестковый клапан 4 поступает горючая смесь в кривошипную камеру.

Второй такт - рабочий ход. При положении поршня около ВМТ сжатая рабочая смесь воспламеняется электрической искрой от свечи 3, в результате чего температура и давление газов резко возрастают. Под действием теплового расширения газов поршень перемещается к НМТ, при этом расширяющиеся газы совершают полезную работу (рис.3.3б). Одновременно, опускаясь вниз, поршень создает высокое давление в кривошипной камере 6 (сжимая топливо-воздушную смесь в ней). Под действием давления клапан 4 закрывается, не давая таким образом горючей смеси снова попасть во впускной коллектор и затем в карбюратор. Когда поршень дойдет до окна выпускного канала 2, оно открывается и начнется выпуск отработавших газов в атмосферу, давление в цилиндре понижается. При дальнейшем перемещении поршень открывает окно продувочного

канала 1(рис.3в), и сжатая в кривошипной камере горючая смесь поступает по каналу 1, заполняя цилиндр и осуществляя продувку его от остатков отработавших газов. Далее цикл повторяется.

3.3.3. Рабочий цикл и принцип работы четырехтактных двигателей внутреннего сгорания

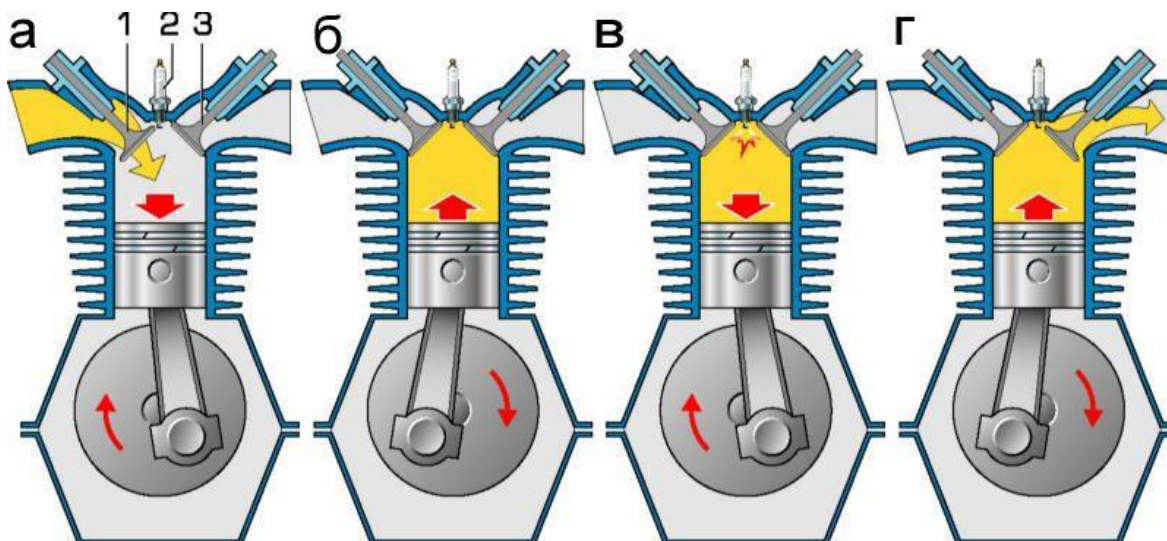


Рис.3.4. Схема работы четырехтактного двигателя: 1 — впускной клапан; 2 — свеча зажигания; 3 — выпускной клапан; а — такт впуска; б — такт сжатия; в — такт расширения (рабочий ход); г — такт выпуска.

Рабочий цикл четырехтактных поршневых двигателей осуществляется, как правило, за два оборота коленчатого вала, что соответствует четырем ходам (тактам) поршня от одной мертвой точки до другой.

Поршень, перемещаемый в цилиндре, шарнирно соединен с шатуном, который в свою очередь шарнирно соединен с кривошипом коленчатого вала. В головке цилиндра установлены впускной 1 и выпускной 3 клапаны, которые связывают полость внутри цилиндра с окружающей средой. Поршень совершает возвратно-поступательное движение от В.М.Т до Н.М.Т, а коленчатый вал – вращательное.

Первый такт –наполнения (впуск) цилиндра двигателя свежим зарядом горючей смеси через впускной клапан 1 протекает при движении поршня от ВМТ к НМТ (рис.3.4а).

В дизельных двигателях свежий заряд состоит из воздуха, поступающего непосредственно из атмосферы через впускную систему и впускной клапан, который к моменту началу движения поршня от ВМТ уже открыт. Свежий заряд двигателя с внешним смесеобразованием (бензиновый двигатель) состоит из смеси уже распыленного топлива и воздуха. Эта смесь может быть приготовлена либо в карбюраторе, либо, после впрыска топлива, во впускной системе. При движении поршня от ВМТ в ходе такта впуска происходит смешение (газообмен) свежего заряда (воздуха или смеси

воздуха с топливом) с отработавшими газами, оставшимися в камере сгорания после предыдущего рабочего цикла. Наиболее интенсивного газообмен осуществляется в период совместного открытия впускного и выпускного клапанов, так как выпускной клапан закрывается только после начала впуска в ходе движения поршня к НМТ. Таким образом, при такте впуска происходит наполнение цилиндра двигателя свежим зарядом, газообмен между свежим зарядом и отработавшими газами, а в двигателях с внешним смесеобразованием продолжение активного приготовления рабочей смеси (испарение топлива и перемешивание его с воздухом и отработавшими газами). Повышение количества и плотности горючей смеси в составе рабочей смеси, за счет сокращения отработавших газов, повышает эффективность работы двигателя.

Второй такт – сжатие протекает при движении поршня от НМТ к ВМТ (рис.3.4б). Клапаны при этом закрыты.

По окончании сжатия смесь зажигается и очень быстро сгорает. До вспышки рабочее тело представляло собой горючую смесь, в конце горения это уже продукт сгорания.

На этом этапе происходит очень разное увеличение давления p и температуры T . Теплотой, выделившейся в результате сгорания смеси, нагреваются продукты сгорания, их давление и температура увеличиваются.

Следует отметить, что в первый период такта сжатия продолжается наполнения цилиндра (дозарядка) или обратный выброс смеси, так как все еще открыт впускной клапан, который закрывается несколько позже прохождения поршнем НМТ. После закрытия впускного клапана начинается непосредственно процесс сжатия с повышением температуры и давления рабочей смеси в цилиндре двигателя с внешним смесеобразованием, а в цилиндре двигателя с внутренним смесеобразованием – сжатие смеси воздуха с отработавшими газами. Рабочая смесь в этих двигателях образуется в ходе такта сжатия при впрыскивании топлива непосредственного в цилиндр под большим давлением в конце такта сжатия и самовоспламенения. В двигателе с внешним смесеобразованием сжатия рабочая смесь также воспламеняется вблизи ВМТ, но от электрической искры высокого напряжения. Заключительный этап такта сжатия при подходе поршня к ВМТ характеризуется совместным протеканием сжатия и горения рабочей смеси.

Третий такт – расширение – рабочий ход. Когда поршень делает третий ход, происходит процесс расширения газов (рис.3.4в).

Первый этап расширения начинается совместно с активным продолжением процесса сгорания рабочей смеси при резком повышении давления в надпоршневой части цилиндра. Расширяющиеся в процессе сгорания газы перемещают поршень от ВМТ к НМТ, совершая полезную работу – рабочий ход. Давление от расширяющихся газов передается через поршень и шатун на шатунную шейку коленчатого вала, заставляя его вращаться, совершая полезную механическую работу. Завершается процесс

расширения открытием выпускного клапана до прихода поршня в НМТ и началом выпуска отработавших газов из цилиндра.

Четвертый такт – выпуск отработавших газов совершается при движении поршня от НМТ к ВМТ (рис.3.4г).

При четвертом ходе поршня, из цилиндра удаляются продукты сгорания через выпускной клапан 3, причем начало этого процесса совпадает с концом процесса расширения. Далее, при движении поршня к ВМТ происходит принудительное удаление остатков продуктов сгорания из цилиндра. Далее цикл повторяется.

Следует отметить, что в начале процесса выпуска, при движении поршня от НМТ, выпускной клапан уже открыт, а при подходе поршня к ВМТ открывается и впускной клапан. Таким образом, завершение процесса выпуска происходит при двух открытых клапанах – выпускном и впускном, что обеспечивает начало нового рабочего цикла в конце такта выпуска, создавая необходимые условия для непрерывной работы двигателя внутреннего сгорания.

3.3.4. Компоновочные схемы поршневых двигателей.

В одноцилиндровом четырехтактном двигателе коленчатый вал вращается неравномерно, поэтому маховик должен обладать большим моментом инерции. В многоцилиндровом двигателе вращение коленчатого вала происходит равномернее, так как рабочие ходы в различных цилиндрах не совпадают друг с другом. Чем больше цилиндров имеет двигатель, тем равномернее вращается коленчатый вал. Нагрузка на детали кривошипно-шатунного механизма в многоцилиндровом двигателе изменяется более плавно, чем в одноцилиндровом.

Цилиндры двигателя могут быть расположены следующим образом: вертикально в один ряд — однорядные (рис. 3.5, а) в двигателях автомобилей ВАЗ-2121 «Жигули», ГАЗ-52-04, ГАЗ-3102 «Волга», ЗИЛ-157КД и др.; под углом α к вертикали (рис. 3.5, б) в двигателе автомобиля «Москвич-2140»; в два ряда — V-образные (рис. 3.5, в) в двигателях автомобилей ГАЗ-3307, ЗИЛ-431410, МАЗ-5335, КамАЗ-5320, КАЗ-4540, «Урал-4320» и др.; горизонтально с углом 180° между рядами цилиндров — двигатели с противоположно лежащими цилиндрами (рис.3. 5, г), т. е. с противоположно движущимися поршнями. Эти двигатели иногда называют оппозитными.

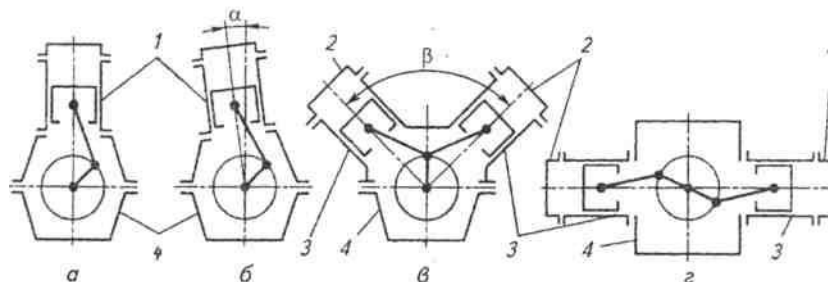


Рис. 3.5. Схемы расположения цилиндров двигателя:

а — однорядного; *б* — однорядного с наклоном к вертикали; *в* — V-образного; *г* — с противоположно лежащими цилиндрами; 1 — цилиндр; 2 — головка блока; 3 — блок цилиндров; 4 — поддон

При таком расположении цилиндров уменьшается высота двигателя и его можно устанавливать под полом кузова, например в автобусах.

При двухрядном V-образном расположении цилиндров двигатель имеет большую жесткость конструкции, меньшие размеры и массу, чем однорядный той же мощности. Жесткий коленчатый вал (вследствие уменьшения его длины) допускает работу без гасителя крутильных колебаний и позволяет форсировать по степени сжатия. К недостаткам V-образных двигателей можно отнести их значительную ширину и более сложную конструкцию.

На отечественных автомобилях устанавливают четырех-, шести- и восьмицилиндровые двигатели. Многоцилиндровые двигатели обычно делают V-образными с углом β между цилиндрами 60, 75 и 90° (чаще).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Изучение устройства кривошипно-шатунных механизмов двигателей.

Цель работы: закрепить теоретические знания по назначению и устройству кривошипно-шатунных механизмов двигателей.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и материалы

Разрез оппозитного двигателя SUBARU EJ 20, EJ 205

Разрез двигателя РЕНО

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Учебный макет четырехтактного поршневого двигателя.

Стенды: «Кривошипно-шатунный механизм двигателя ЗИЛ-131», «Кривошипно-шатунный механизм двигателя ЗМЗ-402»

Детали КШМ: «Блок цилиндров двигателя ВАЗ-21011», «Блок цилиндров двигателя автомобиля ХОНДА», «Блок цилиндров двигателя ГАЗ-51», «Головка блока двигателя ЗМЗ-402».

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110».

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить общее устройство кривошипно-шатунного механизма.
2. Изучить устройство и назначение деталей КШМ.

Содержание отчета

1. Описать назначение и устройство кривошипно-шатунного механизма.
2. Описать назначение, виды и устройство блоков цилиндров.
3. Вычертить схемы и описать особенности вставных гильз.
4. Описать конструкцию головки блока цилиндров.
5. Вычертить схемы и описать особенности камер сгорания бензиновых и дизельных двигателей.
6. Вычертить схемы и описать особенности прокладок для уплотнения газового стыка.
7. Описать назначение и устройство поддона картера.
8. Перечислить подвижные детали кривошипно-шатунного механизма.
9. Описать назначение и устройство поршня.
10. Вычертить схемы и описать особенности компрессионных поршневых колец.
11. Вычертить схемы и описать особенности маслосъемных поршневых колец.
12. Описать назначение и особенности поршневых пальцев.
13. Описать назначение, конструкцию и особенности шатунов.
14. Описать назначение, конструкцию и особенности полноопорного коленчатого вала.
15. Описать назначение и виды маховиков.
16. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 15, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие материалы используются при изготовлении блоков цилиндров, головок блоков и гильз?
2. Каковы преимущества от применения вставных гильз в конструкциях двигателей?
3. В чем отличие мокрой гильзы от сухой?
4. От чего зависит конструкция головок блоков?
5. Каково назначение прокладок для уплотнения газового стыка?
6. Каковы условия работы поршней?
7. Какие конструктивные меры используются для исключения заклинивания поршней?
8. Каково назначение компрессионных и маслосъемных колец?

9. Что из себя представляют подшипники, применяемые в шатунах?
10. Как подводится масло к коренным и шатунным шейкам коленчатого вала?
11. Каковы преимущества двухмассового маховика?

Тема 4. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ

4.1. Устройство кривошипно-шатунного механизма

В кривошипно-шатунный механизм входят блок цилиндров с картером и головкой цилиндров, шатунно-поршневая группа и коленчатый вал с маховиком.

Блок цилиндров 11 (рис. 4.1) с картером 10, головка 8 блока цилиндров и крышка 6 головки, а также прокладки 4 и 5 и поддон картера являются неподвижными частями кривошипно-шатунного механизма.

К подвижным частям механизма относятся коленчатый вал 34 с маховиком 43 и детали шатунно-поршневой группы – поршни 24, поршневые кольца 18 и 19, поршневые пальцы 26 и шатуны 27.

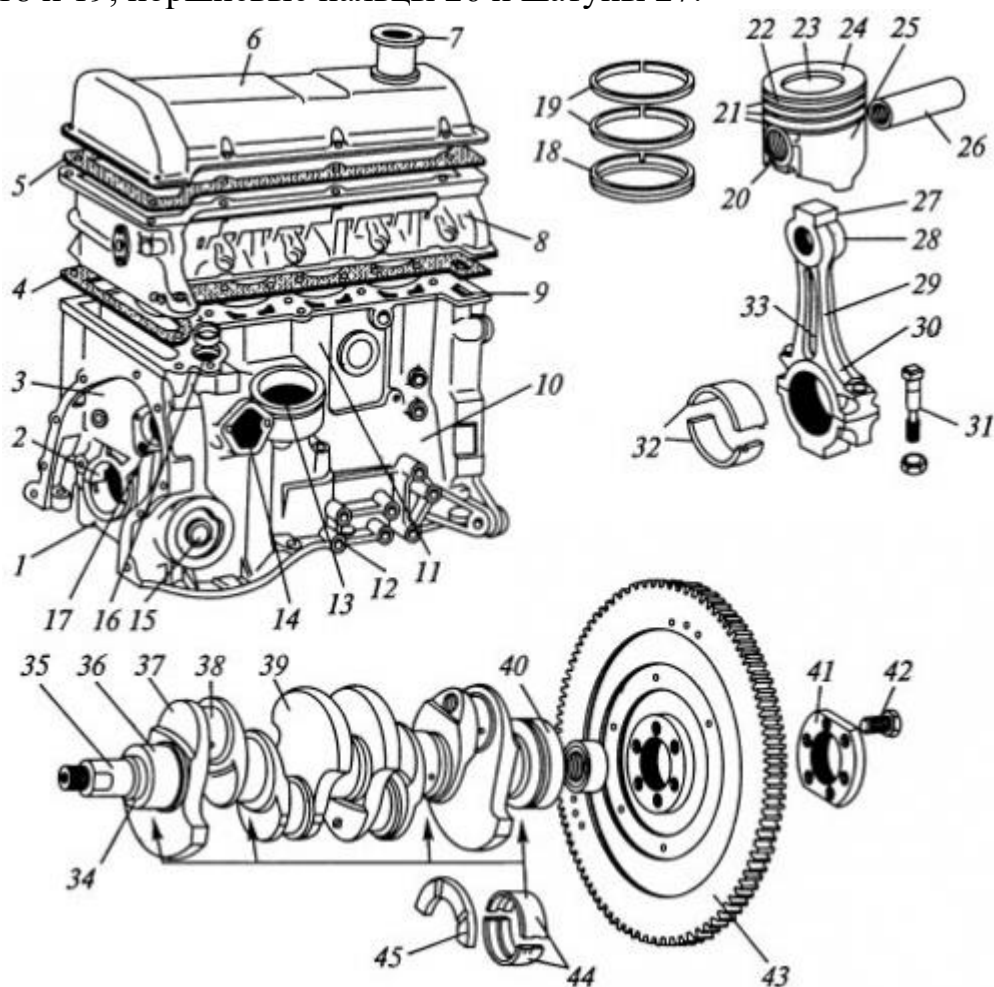


Рис. 4.1. Кривошипно-шатунный механизм двигателей легковых автомобилей:

1, 6 – крышки; 2 – опора; 3, 9 – полости; 4, 5 – прокладки; 7 – горловина; 8, 22, 28, 30 – головки; 10 – картер; 11 – блок цилиндров; 12 – 16, 20 – приливы; 17, 33 – отверстия; 18, 19 – кольца; 21 – канавки; 23 – днище; 24 – поршень;

25 – юбка; 26 – палец; 27 – шатун; 29 – стержень; 31, 42 – болты; 32, 44 – вкладыши; 34 – коленчатый вал; 35, 40 – концы коленчатого вала; 36, 38 – шейки; 37 – щека; 39 – противовес; 41 – шайба; 43 – маховик; 45 – полукольцо.

4.1.1. Неподвижные детали и узлы КШМ

Блок цилиндров

Блок цилиндров является остовом двигателя, внутри которого расположены основные детали, механизмы и системы. Эта деталь изготавливается методом литья из легированного чугуна или алюминиевых сплавов. Блок может быть отлит вместе с цилиндрами или иметь вставные цилиндры. В однорядных и V-образных двигателях с жидкостным охлаждением цилиндры обычно выполняются в виде моноблока заодно с картером. Конструкция обладает большой жесткостью. Жесткость блока может быть повышена оребрением перегородок, расположением плоскости крепления нижней части картера ниже плоскости разъема коренных подшипников, применением туннельного картера, не имеющего плоскостей разъема по коренным подшипникам.

В блоке 11 (рис.4.1), выполненном заодно с картером 10 из специального низколегированного чугуна, размещены цилиндры двигателя. Внутренние поверхности цилиндров отшлифованы и называются зеркалом цилиндров. Внутри блока между стенками цилиндров и его наружными стенками имеется специальная полость 9, называемая рубашкой охлаждения. В ней циркулирует охлаждающая жидкость системы охлаждения двигателя.

Внутри блока также имеются каналы и масляная магистраль смазочной системы, по которой подводится масло к трущимся деталям двигателя. В нижней части блока цилиндров (в картере) находятся опоры 2 для коренных подшипников коленчатого вала, которые имеют съемные крышки 1, прикрепляемые к блоку самоконтрящимися болтами. В передней части блока расположена полость 3 для цепного привода газораспределительного механизма. Эта полость закрывается крышкой, отлитой из алюминиевого сплава. В левой части блока цилиндров находятся отверстия 17 для подшипников вала привода масляного насоса, в которые запрессованы сталеалюминиевые втулки. С правой стороны блока в передней его части имеются фланец для установки насоса охлаждающей жидкости и кронштейн для крепления генератора. На блоке цилиндров имеются специальные приливы для: 12 – крепления кронштейнов подвески двигателя; 13 – маслоотделителя системы вентиляции картера двигателя; 14 – топливного насоса; 15 – масляного фильтра; 16 – распределителя зажигания. Снизу блок цилиндров закрывается масляным поддоном, а к заднему его торцу прикрепляется картер сцепления. Для повышения жесткости нижняя

плоскость блока цилиндров несколько опущена относительно оси коленчатого вала.

В отличие от блока, отлитого совместно с цилиндрами, на рис. 4.2 представлен блок 4 цилиндров с картером 5, отлитый из алюминиевого сплава отдельно от цилиндров. Цилиндрами являются легкосъемные чугунные гильзы 2, устанавливаемые в гнезда 6 блока с уплотнительными кольцами 1 и закрытые сверху головкой блока с уплотнительной прокладкой.

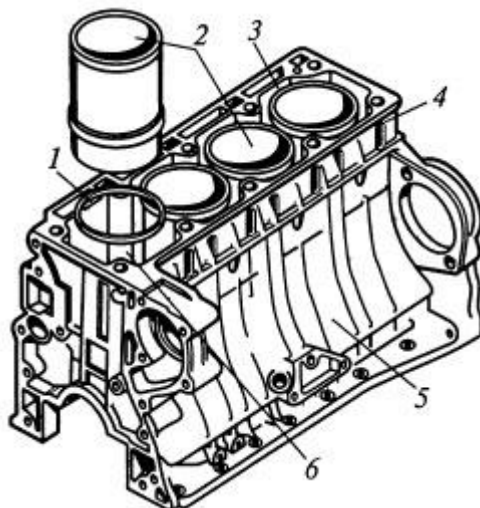


Рис.4. 2. Блок двигателя со съемными гильзами цилиндров:

1 – кольцо; 2 – гильза; 3 – полость; 4 – блок; 5 – картер; 6 – гнездо

Внутренняя поверхность гильз обработана шлифованием. Для уменьшения изнашивания в верхней части гильз установлены вставки из специального чугуна.

Съемные гильзы цилиндров повышают долговечность двигателя, упрощают его сборку, эксплуатацию и ремонт.

Между наружной поверхностью гильз цилиндров и внутренними стенками блока находится полость 3, которая является рубашкой охлаждения двигателя. В ней циркулирует охлаждающая жидкость, омывающая гильзы цилиндров, которые называются мокрыми из-за соприкосновения с жидкостью.

На рис.4.3 представлен блок-картер V-образных двухрядный двигателей грузовых автомобилей.

Блок-картер отливают из легированного чугуна или алюминиевых сплавов. Блок-картер разделен на две части горизонтальной перегородкой. В нижней части в вертикальных перегородках имеются разъемные отверстия крепления коленчатого вала, в верхней гильзы цилиндров. Блок-картер может быть отлит вместе с цилиндрами («сухие» гильзы), либо иметь вставные сменные гильзы, непосредственно омываемые охлаждающей жидкостью, так называемые «мокрые» гильзы. Также в блок-картере выполнены гладкие отверстия под коренные опоры распределительного вала, под толкатели ГРМ, имеются гладкие и резьбовые отверстия и посадочные поверхности крепления деталей и приборов.

Наиболее распространенным материалом для изготовления блока цилиндров двигателя является чугун. Это традиционный материал. Следующим по списку идёт алюминий в виде различных сплавов. Наиболее редкий материал для блока цилиндров – магниевый сплав.

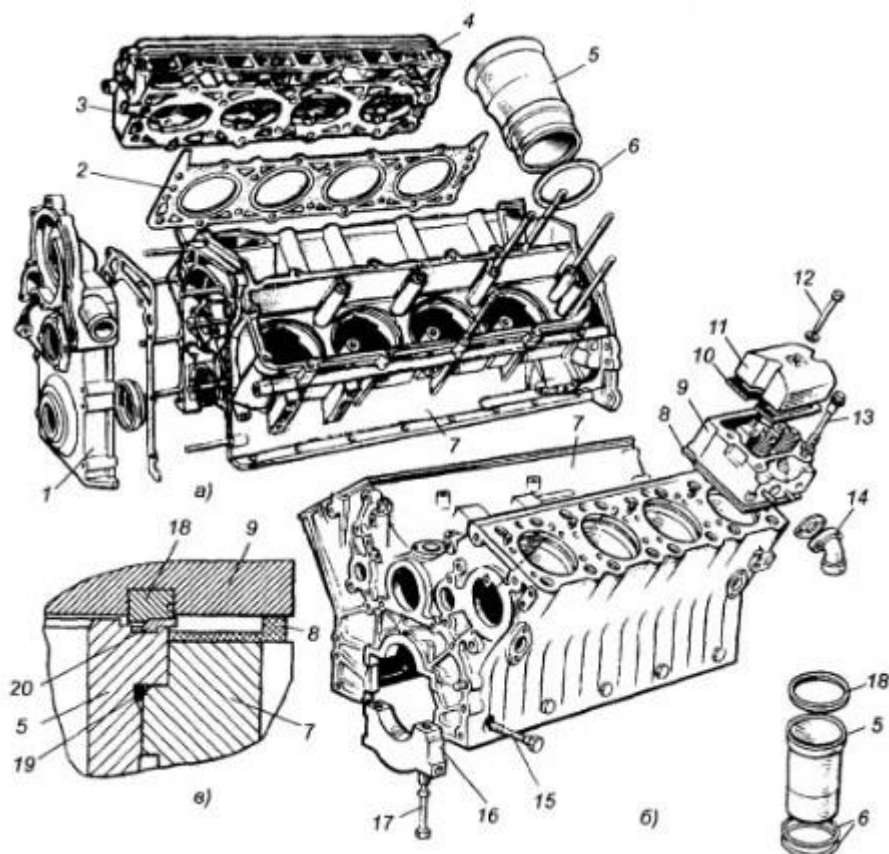


Рис.4.3. Блок-картер: а — V-образного карбюраторного двигателя; б — V-образного дизельного двигателя; в — соединение головки блока цилиндров, гильзы и блока цилиндров двигателя КаМАЗ-740; 1- крышка блока распределительных зубчатых колес; 2 — прокладка головки блока цилиндров; 3 — камера сгорания, 4 — головка блока цилиндров, 5 — гильза цилиндра; 6 и 19 — уплотнительные кольца, 7 — блок цилиндров; 8 — резиновая прокладка; 9 - головка блока цилиндров; 10 - прокладка крышки; 11 - крышка головки блока цилиндров; 12 и 13 — болты крепления крышки и головки блока цилиндров; 14 — патрубок выпускного коллектора; 15 — болт-стяжка; 16 — крышка коренного подшипника; 17 — болт крепления крышки коренного подшипника; 17 - стопорное кольцо; 20 — стальная прокладка головки блока цилиндров.

- **Чугун** имеет такие положительные характеристики, как жёсткость и малая чувствительность к перегреву двигателя. Блок цилиндров, устройство, которое работает в постоянной смене температурных режимов, поэтому чугунный блок здесь лидирует. При этом есть большой минус чугунного блока – большая масса.

- **Алюминий** имеет такие положительные свойства, как отличное охлаждение двигателя и маленькая масса. Особенности алюминиевых блоков является подбор и установка гильз. Наиболее распространенными сегодня является технология Locasil – запрессовка гильз из алюминий – кремния и Nicasil – никелевое покрытие. Недостаток второй технологии – она не ремонтнопригодна. Блок цилиндров никосиловой технологии не подлежит расточке, а меняется в сборе. Это накладно для владельца автомобиля.
- **Магниевый сплав** не применяется для конвейерного производства блока цилиндров в силу своей дороговизны. Хотя, является идеальным сочетанием жёсткости и крепости чугуна и лёгкости алюминия.

Гильзы цилиндров

Цилиндры являются направляющими устройствами для движения поршней. Двигатели со сменными (вставными) цилиндрами отличаются высокой ремонтнопригодностью. В зависимости от того, омываются гильзы цилиндров охлаждающей жидкостью или нет, различают мокрые и сухие гильзы.

Сухие гильзы устанавливают по всей длине цилиндра (рис.4.4а) или только в его верхней части (рис.4.3б), где наблюдается максимальный износ поверхности цилиндра. Применение вставных сухих гильз позволяет увеличить износостойкость поверхности при малых затратах дорогостоящих легирующих примесей. Сухие гильзы запрессовывают или вставляют по скользящей посадке с зазором 0,01...0.04 мм. Окончательно поверхность сухой запрессованной гильзы обрабатывают после запрессовки гильзы в блок цилиндров. Сухие гильзы при скользящей посадке характеризуются худшим теплоотводом и большой неравномерностью радиальной эпюры температур, что вызывает местные деформации деталей.

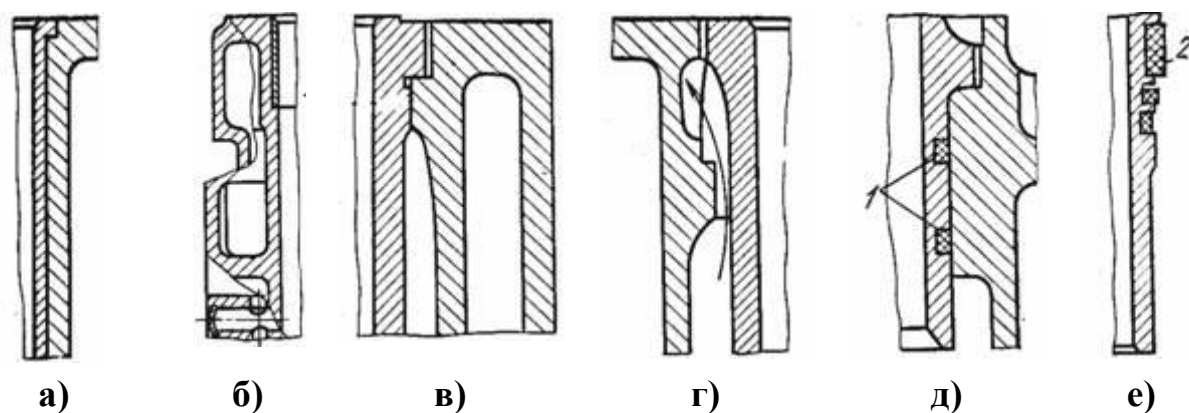


Рис. 4.4. Гильзы цилиндров

При использовании мокрых гильз упрощается конструкция отливки блока, появляется возможность использования для гильз более дорогих, но износостойких материалов, улучшается теплоотвод и уменьшается неравномерность нагрева цилиндров, снижается трудоемкость ремонта. Мокрые гильзы (рис. 4.4 в, г) можно заменять в случае их повреждения. Опорные плоскости гильзы могут быть расположены в верхней части блока (рис.4.4в), или в приливе нижней части блока (рис.4.4г). При сухих запрессованных гильзах жесткость блока больше, чем при мокрых гильзах. Для обеспечения надежного газового стыка между гильзой и головкой блока торец гильзы должен несколько выступать над опорой плоскостью блока на 0,05...0,15 мм в зависимости от диаметра гильзы и конструкции уплотняющей прокладки. Уплотнение нижнего стыка мокрой гильзы и блока достигается с помощью уплотнительных резиновых или металлических колец (рис. 4.4 д, поз.1, рис. 4.4 е, поз.2).

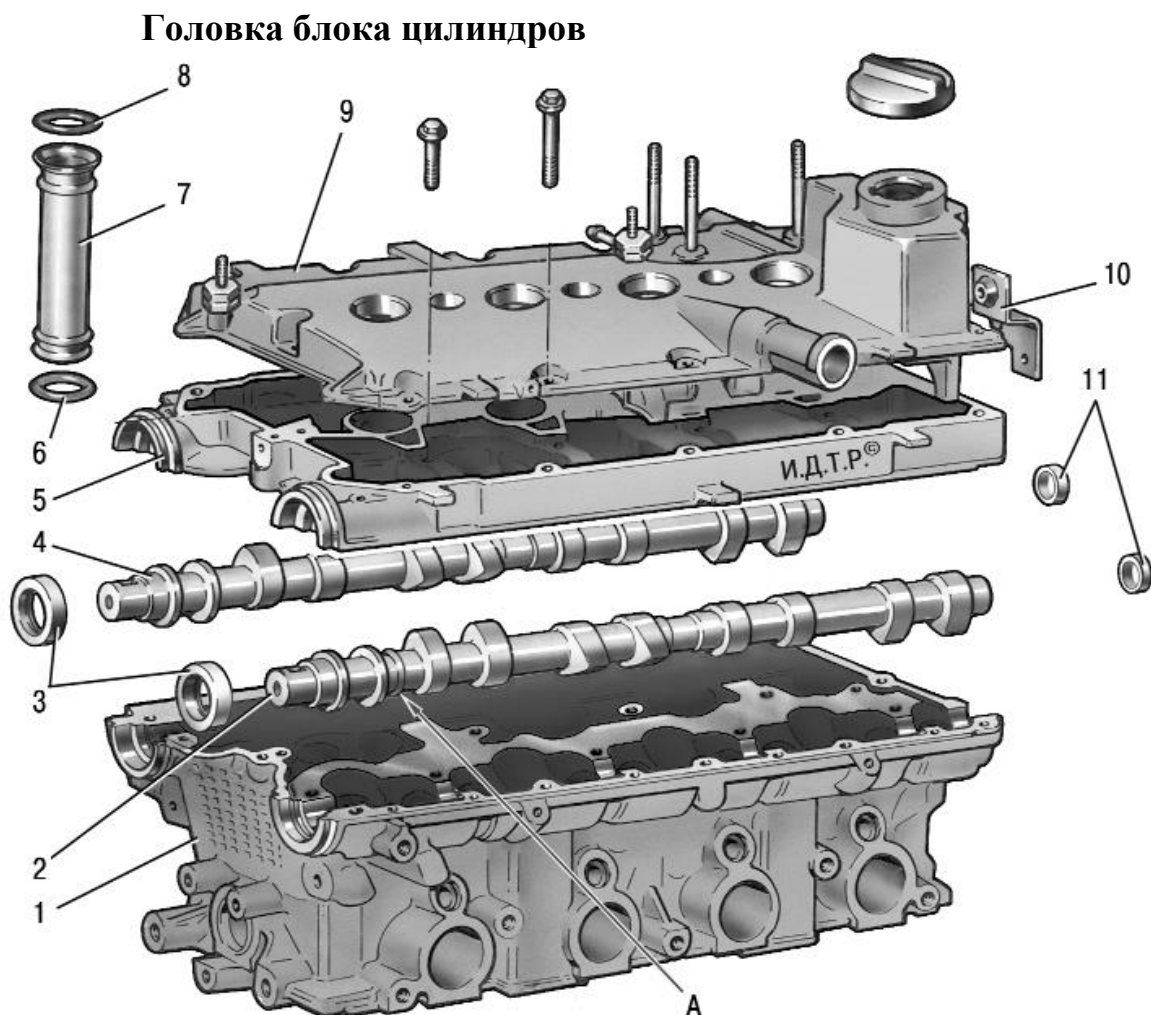


Рис.4.5. Детали головки блока цилиндров двигателя ВАЗ-2112: 1 – головка блока; 2 – впускной распределительный вал; 3 – сальник; 4 – выпускной распределительный вал; 5 – корпус подшипников распределительного вала; 6, 8 – уплотнительные кольца; 7 – направляющая труба; 9 – крышка головки блока; 10 – кронштейн крепления жгута проводов;

11 – заглушки; А – отличительный поясок впускного распределительного вала

Головка блока цилиндров закрывает цилиндры или каждый цилиндр в отдельности сверху. Крепится с помощью шпилек, ввернутых в блок, и гаек. Плотное соединение головки и блока обеспечивается с помощью металлоасбестовой прокладки. В головке расположены камеры сгорания, свечи или форсунки, распределительные валы, клапаны, каналы и полости систем охлаждения и смазки.

Головка 1 (рис.4.5) блока цилиндров общая для четырех цилиндров, отлита из алюминиевого сплава, с камерами сгорания шатровой формы. Впускные и выпускные каналы выведены на разные стороны головки блока. Клапаны расположены V-образно в два ряда: с одной стороны впускные, с другой — выпускные.

В головку запрессованы металлокерамические седла клапанов и латунные направляющие втулки клапанов. Клапаны приводятся в действие кулачками распределительных валов через цилиндрические гидротолкатели, расположенные в направляющих отверстиях головки блока цилиндров по оси отверстий под клапаны. Гидротолкатели автоматически устраняют зазор в клапанном механизме, и поэтому при техническом обслуживании автомобиля проверять и регулировать зазор в клапанном механизме не требуется.

Конструкция головки цилиндров зависит от формы камеры сгорания, расположения клапанов, свечей или форсунок, впускных и выпускных каналов, наружных трубопроводов и направления потоков охлаждающей жидкости. Форма камеры сгорания определяет характер протекания рабочего процесса двигателя. В карбюраторных двигателях получили распространение полусферические и клиновые камеры сгорания (рис.4.6). При нижнем расположении клапанов форма камеры сгорания F-образная. Особенно важен выбор формы камеры сгорания для дизельных двигателей. В зависимости от способа смесеобразования и для улучшения этого процесса используют неразделенные камеры сгорания (рис.4.7а,б) для дизельных двигателей с непосредственным впрыскиванием топлива и отдельные (рис.4.7 в, г) для предкамерных или верхнекамерных дизелей. Головки цилиндров в блочных конструкциях обычно выполняют в виде отливки для одного ряда цилиндров.

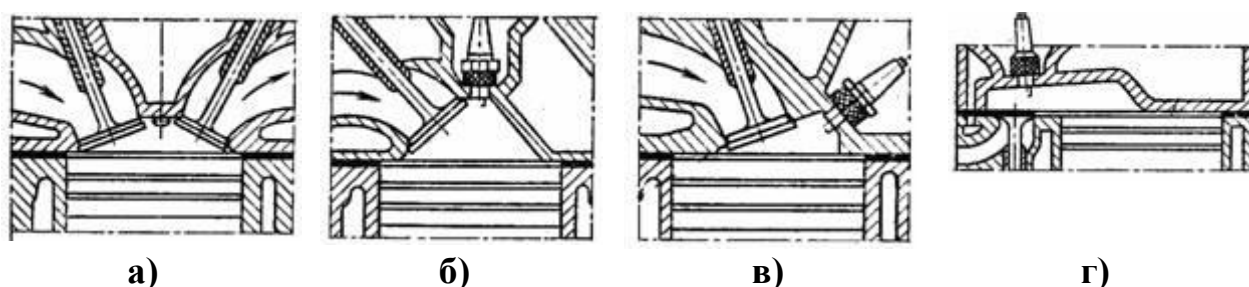


Рис.4. 6. Схемы камер сгорания бензиновых двигателей: а) –

полусферическая; б) – шатровая; в) – клиновидная; г) - F-образная при нижнем расположении клапанов;

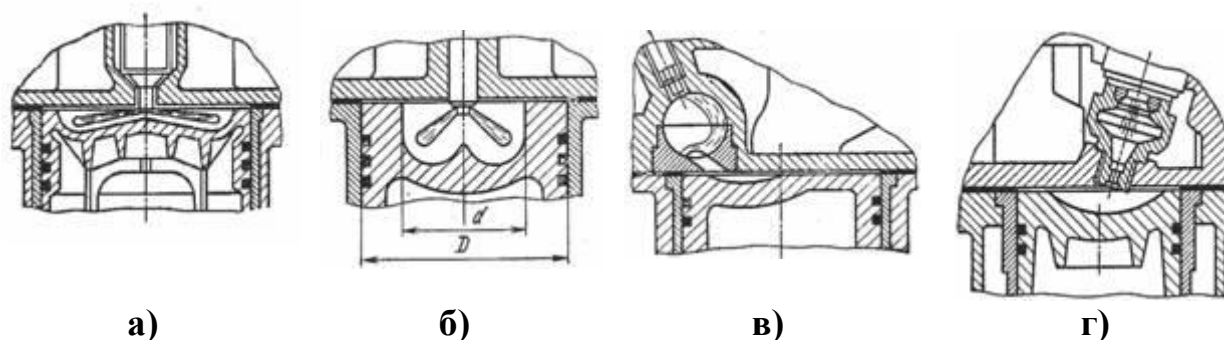


Рис. 4.7. Схемы камер сгорания дизельных двигателей: а)

Для создания надежного уплотнения соединения головки и блока цилиндров (далее газового стыка), особенно при работе двигателя с высокой степенью наддува, применяются индивидуальные для каждого цилиндра головки. В такой конструкции исключается влияние других цилиндров на надежность газового стыка, обеспечивается равномерное давление на прокладку газового стыка.

Уплотнение газового стыка

Для уплотнения газового стыка устанавливают прокладки, которые должны выдерживать высокие температуры и быть достаточно упругими, чтобы заполнить на опорных поверхностях блока цилиндров и головки, все неровности, остающиеся после обработки резанием и возникающие при затяжке шпилек. На рис.6 показаны конструкции различных прокладок.

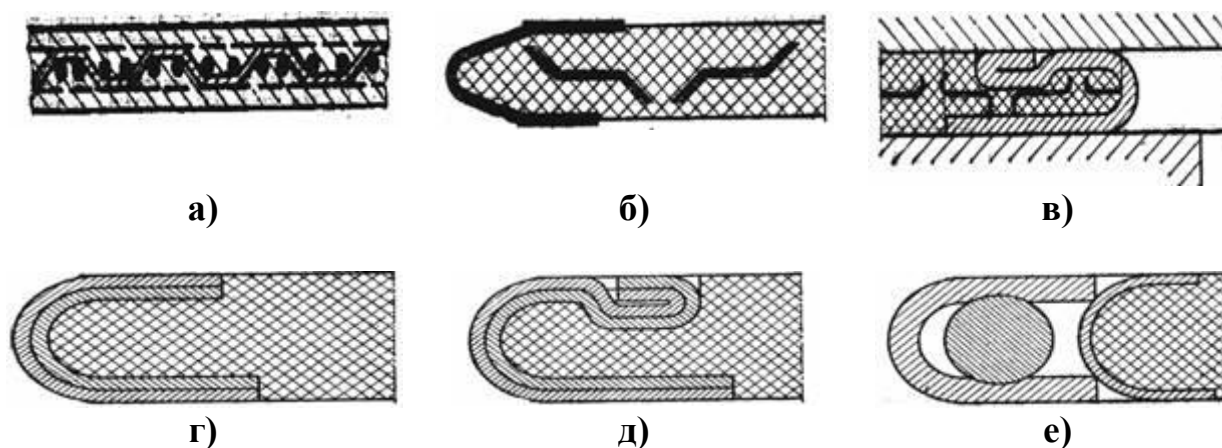


Рис. 4.8. Прокладки для уплотнения газового стыка двигателей

В настоящее время применяют прокладки следующих типов:

- цельнометаллические из алюминия или меди, имеющие твердость значительно меньшую, чем твердость материала головки блока. Такие прокладки устанавливают в двигателях с жесткими головками цилиндров и блоками, в том числе с индивидуальными головками при большой силе затяжки силовых шпилек;
- металлические, состоящие из набора тонких листов. Прокладка может быть выполнена с переменной жесткостью путем уменьшения в некоторых местах числа листов;
- мягкие спрессованные, состоящие из двух листов графитизированного картона, наложенного на стальную сетку (рис.8а) или стальной перфорированный лист (рис.8б), что увеличивает прочность прокладки. Волокна картона для повышения прочности пропитывают резиной или специальными связующими жаростойкими материалами.

Для повышения надежности прокладки, защиты от действия газов отверстия в ней под камеру сгорания окантовывают металлической лентой (рис.4.8б). В зоне окантовки толщина прокладки больше, что обеспечивает большие удельные давления по контуру газового стыка. Применяют прокладки: с утолщенной или двойной окантовкой (рис.4.8 в); с загибом в паз (рис.4.8 г); с защитой от действия газов кольцом с калиброванной проволокой внутри (рис.4.8д). В некоторых двигателях на каждом цилиндре устанавливают уплотняющее кольцо из красной меди или алюминия, вдавливая их в торцовую поверхность гильзы. В двигателях с воздушным охлаждением, при использовании головок из алюминиевого сплава, герметичность газового стыка обеспечивается непосредственным контактом плоскости головки и торцовой поверхности чугунной гильзы.

Поддон картера

Поддон картера закрывает КШМ снизу и одновременно является резервуаром для масла. Поддоны изготавливают штамповкой из листовой стали или отливают из алюминиевых сплавов. Внутри поддонов могут выполняться лотки и перегородки, препятствующие перемещению и взбалтыванию масла при движении автомобиля по неровным дорогам. Присадочная поверхность, стыкующаяся с блок-картером, имеет отбортовку металла и усиливается для придания жесткости стальной полосой, приваренной по периметру. В нижней точке поддона приваривается бобышка с резьбовым отверстием, которое закрывают пробкой с магнитом для улавливания металлических продуктов износа, образующихся вследствие изнашивания двигателя.

4.1.2. Подвижные детали и узлы КШМ

К подвижным деталям кривошипно-шатунного механизма относятся поршень, поршневые кольца, поршневой палец, шатун, коленчатый вал и маховик.

Поршень

Давление газов во время рабочего хода воспринимает поршень и передает силу через палец и шатун коленчатому валу. Поршни работают в очень тяжелых условиях. В цилиндре поршень движется неравномерно. В крайних положениях его скорость равна нулю, а вблизи середины хода достигает максимального значения. В результате возникают большие силы инерции. Кроме механических нагрузок поршень подвергается действию высоких температур и трению о стенки цилиндра. Из-за неравномерного нагрева в нем возникают дополнительные температурные напряжения. Поршни большинства двигателей изготовлены из алюминиевого сплава. Они обладают достаточной прочностью, высокой теплопроводностью и хорошими антифрикционными свойствами.

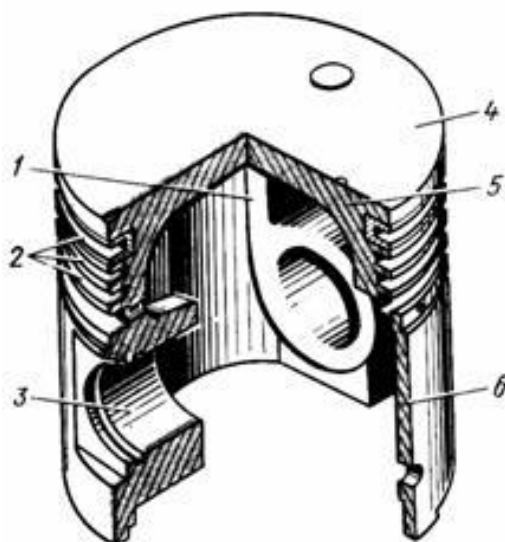


Рис.4. 9. Конструкция поршня

Поршень состоит из трех основных частей (рис.4.9) – днища 4, головки 5 и юбки 6. Днище поршня в зависимости от типа камеры сгорания выполняют плоским, выпуклым, вогнутым или фигурным. В карбюраторных двигателях применяют поршни с плоским днищем, вследствие простоты изготовления и меньшего нагрева при работе. На внешней стороне поверхности головки протачивают канавки 2 для установки компрессионных и маслосъемных поршневых колец. В канавках для маслосъемных колец сверлят дренажные отверстия для отвода масла внутрь поршня. Верхнюю часть поршня называют уплотнительным пояском, так установленные здесь кольца предотвращают прорыв газов через зазоры между поршнем и цилиндром. Юбка 6 является направляющей частью поршня при движении в цилиндре и

передает боковую силу от шатуна на стенки цилиндров. На внутренней стороне юбки имеются два массивных прилива, называемых бобышками. Они соединены ребрами с днищем, увеличивая прочность поршня и улучшая теплоотвод от поршня через кольца к цилиндру. В бобышках сделаны отверстия 3 под поршневой палец. Величина зазора между юбкой поршня 6 и стенками цилиндров должна быть минимальной, так как влияет на расход масла, уровень и спектр шумов, утечки газов из цилиндров в картер, износ поверхностей и теплоотвод от поршня. Для исключения заклинивания поршней из алюминиевого сплава в чугунных гильзах работающего двигателя, вследствие различного расширения, принимают ряд конструктивных мер. Поперечное сечение поршня делают овальным, так, чтобы большая ось овала была перпендикулярна оси пальца. В продольном сечении поршню может быть придана форма конуса с сужением в направлении днища, бочкообразная или специального профиля, изготовленного по копиру. На юбке поршня могут быть сделаны прорезы различной формы (П-образные, Т-образные) или в головку поршня устанавливают при отливке термокомпенсирующие вставки из материалов с малым коэффициентом линейного расширения. Для лучшей приработки к цилиндрам поверхность юбки поршня покрывают тонким слоем олова. При переходе поршня через верхнюю мертвую точку он смещается от одной стенки цилиндра к другой, что сопровождается стуком. Для снижения последствий этого явления ось отверстия пальца смещают в сторону максимального бокового давления на 1,5-2,0 мм. Для правильной установки поршня в цилиндр и точного соединения с шатуном на поршне и шатуне имеются метки. Отклонения размеров и масс поршней двигателя должны быть минимальными.

Поршневые кольца

Компрессионные кольца уплотняют зазор между поршнем и цилиндром, не допускают прорыва газов и воздуха в картер двигателя, попадания масла в камеру сгорания и отводят теплоту от головки поршня к стенкам цилиндра. Для обеспечения герметичности надпоршневого пространства устанавливают 2-3 компрессионных кольца. Маслосъемные кольца необходимы для снятия излишков масла со стенок цилиндра. В канавках кольца по высоте устанавливают с небольшим зазором, поэтому трение не мешает кольцу плотно прижиматься к поверхности цилиндра за счет его упругости и давления газов, в небольшом количестве проникающих в зазор между кольцом и поршнем. Вырез в кольцах называют замком. Замок обеспечивает возможность установки кольца на поршень и удлинения при нагреве. Кольца на поршень устанавливают со смещением замков 90° - 120° . Конструктивные формы компрессионных и маслосъемных колец весьма разнообразны и значительно отличаются. Компрессионные кольца (рис. 4.10) делятся на кольца: с цилиндрической наружной поверхностью (рис. 4.10 а); с

конической или бочкообразной наружной поверхностью для ускоренной приработки (рис.4.10б); с пониженной склонностью к заеданию в канавках поршня (рис.4.10 в); с повышенным воздействием на масляную пленку (рис.4.10 г).

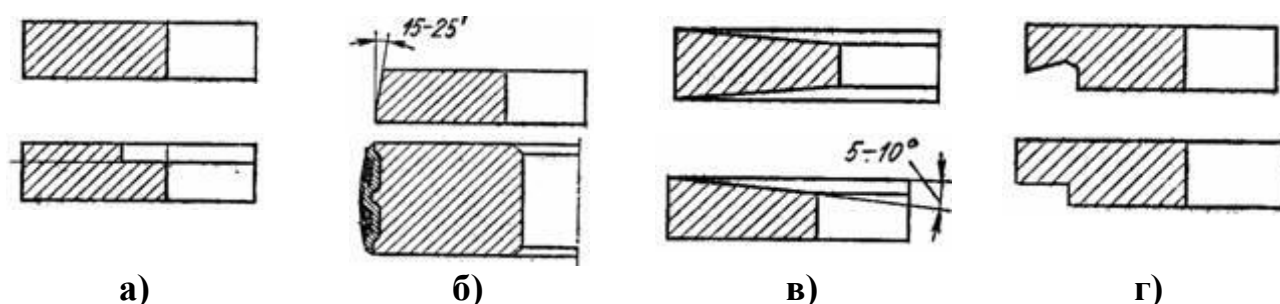


Рис. 4.10. Поршневые компрессионные кольца

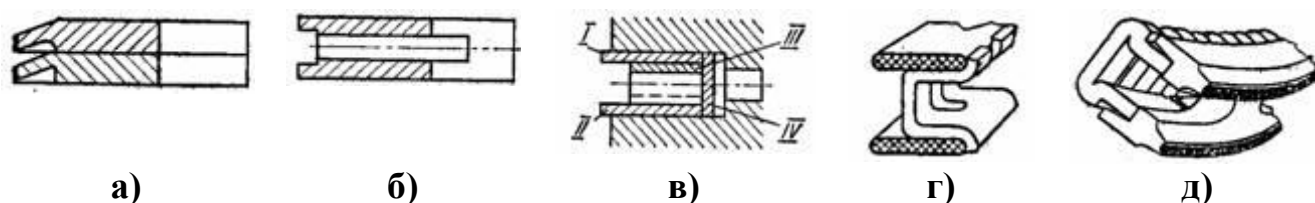


Рис. 4.11. Поршневые маслосъемные кольца

Маслосъемные кольца отличаются большим разнообразием конструкции. Наибольшее распространение получили шлицеванные кольца (рис.4.11а,б) и многоэлементные (рис.4.11в,г,д) кольца. Большое распространение получили многоэлементные кольца, состоящие из 2-х кольцевых стальных дисков I и II и двух расширителей - осевого III и радиального в виде многогранной ленты IV (рис. 4.11 в).

Поршневые пальцы

Поршневые пальцы служат для шарнирного соединения поршня с верхней головкой шатуна. Больше применение получила конструкция с «плавающим» пальцем. Посадка пальца в отверстия бобышки поршня и верхней головки шатуна обеспечивает свободное относительное перемещение деталей. Во время работы двигателя плавающий палец свободно проворачивается как в отверстиях бобышки, так и головки шатуна. Палец фиксируется от осевых смещений с помощью пружинных колец, установленных в канавках отверстия бобышек поршня. Фиксированные пальцы, неподвижно установленные в верхней головке шатуна, применяются редко.

Шатуны

Шатуны обеспечивает преобразование возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движения коленчатого вала, соединяют поршни с кривошипами коленчатого вала, передают коленчатому валу силу от давления газов во время такта расширения, а при других тактах приводят поршень в движение. Основными частями шатуна (рис.4.1) являются: верхняя головка 28 с запрессованной в нее втулкой подшипника скольжения, стержень 29 двухтаврового или кольцевого сечения и нижняя головка 30 с крышкой. Шатуны могут быть разделены по конструкции на 3 группы: шатуны однорядных и V-образных двигателей с последовательным расположением одинаковых шатунов на одной шейке вала; шатуны с центральным сочленением V-образных двигателей; прицепные шатуны. Первый способ наиболее простой, но для установки на каждой шатунной шейки коленчатого вала двух шатунов, необходимо увеличивать ее длину. При этом увеличивается длина V-образного двигателя и моменты, изгибающие шатунные шейки вала. Стержень шатуна обычно выполняют двутаврового сечения. Верхние головки шатунов выполняются неразъемными, нижние - кривошипные головки в многоцилиндровых двигателях выполняют разъемными (рис.4.12а,б). В некоторых случаях, для обеспечения возможности демонтажа поршня с шатуном через цилиндр, кривошипные головки изготавливают с косым разъемом (рис.4.12 б). Нижние головки каждого шатуна имеет разъем, крышки нижних головок крепятся с помощью шпилек, болтов и гаек, изготовленных из высококачественной стали. Шатуны и крышки не взаимозаменяемы, крышка устанавливается на шатун определенным способом. Для выполнения заданных условий шатуны и крышки имеют метки. В нижние головки шатуна устанавливают подшипники скольжения, состоящие из двух вкладышей, вместе составляющих тонкостенную цилиндрическую втулку. Вкладыши изготавливают из стальной ленты толщиной 1,0 - 1,8 мм для карбюраторных и 2,0 - 3,6 мм для дизельных двигателей с внутренней стороны имеющей слой 0,25 - 0,7 мм антифрикционного материала на алюминиевой основе.

б)

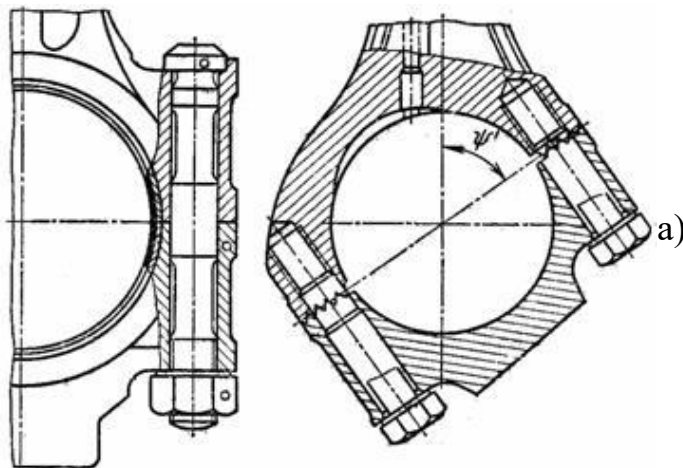


Рис. 4.12. Кривошипные (нижние) головки шатуна

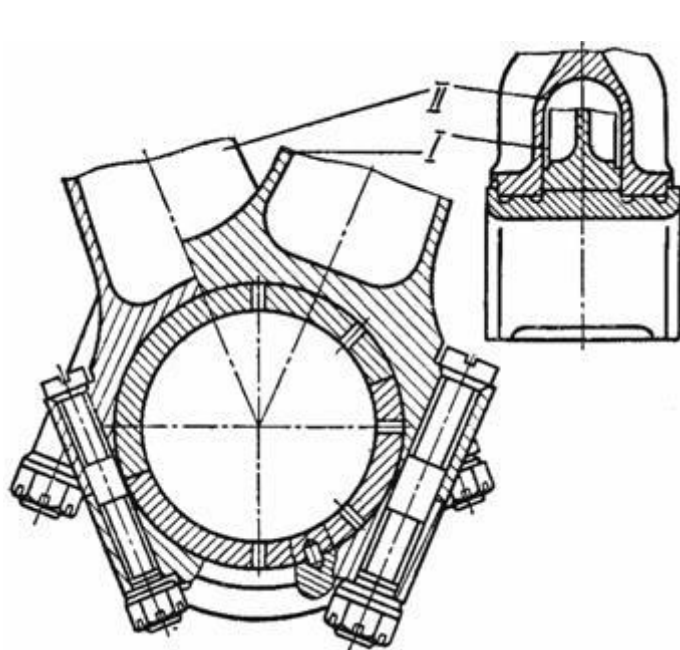


Рис. 4.13.

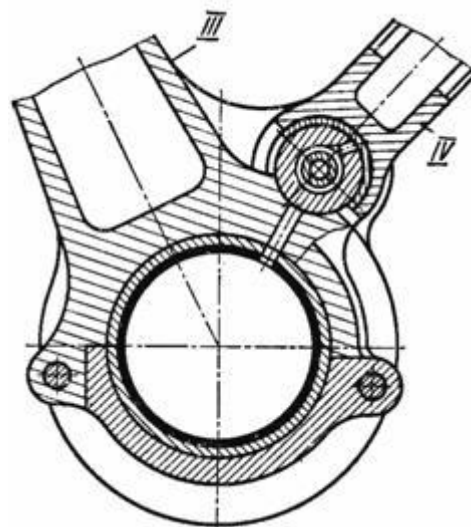


Рис. 4.14.

Шатуны с центральным сочленением V-образных двигателей (рис. 4.13) состоят из вильчатого наружного шатуна II, имеющего меньший диаметр внутреннего отверстия внутреннего шатуна I.

Прицепной шатун IV (рис. 4.14), крепится к главному шатуну III с помощью пальца. Нижняя головка главного шатуна разъемная. Конструкция, несмотря на относительную сложность, компактна и с учетом чередования рабочих ходов обеспечивает приемлемые значения контактных и изгибных напряжения в шатунных шейках коленчатого вала.

Коленчатый вал

Коленчатый вал воспринимает через шатуны усилия от поршней и передает создаваемый на нем крутящий момент трансмиссии автомобиля. Подвергается скручиванию, изгибу и механическому износу. Для обеспечения необходимой жесткости коленчатые валы выполняют многоопорными. В автотракторных двигателях чаще применяются полноопорные коленчатые валы (рис. 4.15). В такой конструкции опоры имеются после каждого цилиндра или отсека двух цилиндров в V-образных двигателях. Основными частями коленчатого вала (рис. 4.15) являются: коренные шейки 1, на которых вал установлен в опорах картера блока

цилиндров; шатунные шейки 2, к которым присоединяются кривошипные головки шатунов; щеки 4, соединяющие коренные и шатунные шейки; противовесы 3, разгружающие коренные подшипники от центробежных сил неуравновешенных масс. Передняя часть вала называется носком, задняя хвостовиком. К передней части шпоночным соединением крепится шкив привода генератора и насоса системы охлаждения, к фланцу задней части - маховик. Масло к коренным шейкам подводится от главной магистрали по каналам в стенках блока цилиндров. От коренных шеек к шатунным шейкам, масло подается по просверленным в металле вала каналам 5. В случае полых коренных шеек (рис.4.16) масло к шатунным шейкам подается по запрессованным в отверстия стенок вала трубкам 1. Полости шатунных шеек обеспечивают очистку масла от металлических и других тяжелых частиц за счет центробежных сил. Полости закрывают резьбовыми крышками. Продольное перемещение коленчатого вала под действием сил инерции и от выключения сцепления ограничены за счет специальных устройств.

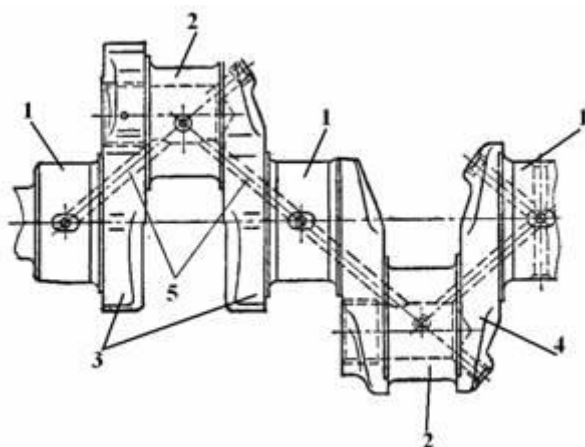


Рис. 4.15

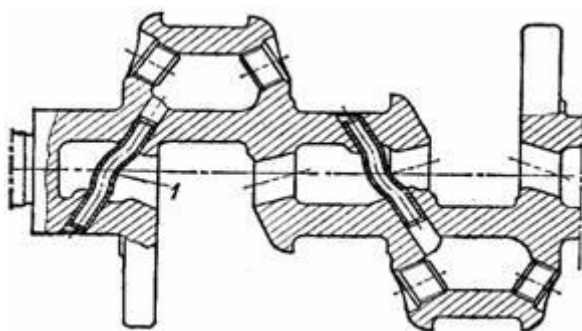


Рис. 4.16

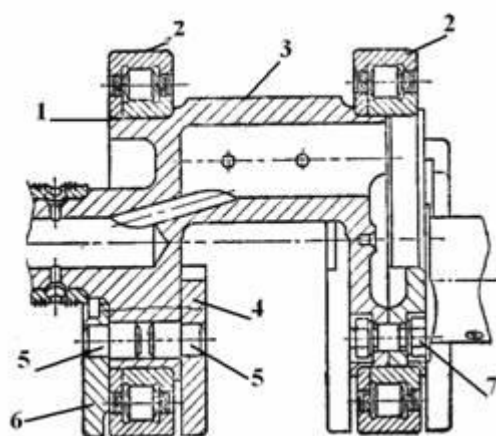


Рис. 4.17

Сборные коленчатые валы с шариковыми или роликовыми коренными подшипниками (рис.4.17), применяются для двухтактных пусковых двигателей или двигателей мотоциклов, в тех случаях, когда двигатель не

оборудован системой смазки с принудительной подачей масла. На коренные шейки вала 1 напрессованы роликовые подшипники 2, зафиксированные с помощью наружных 6 и внутренних 4 шайб. Шайбы центрируются и фиксируются с помощью пальцев 5. Крепление маховика к фланцу вала осуществляется с помощью резьбовых деталей 7.

Маховик

Маховик можно отнести сразу к нескольким системам двигателя, т.к. в интересах этих систем он выполняет отдельные функции:

- снижение неравномерности вращения коленчатого вала (маховик - конструктивный элемент кривошипно-шатунного механизма);
- передача крутящего момента от двигателя к коробке передач (маховик – ведущий диск сцепления);
- передача крутящего момента от стартера на коленчатый вал двигателя (маховик – ведомая шестерня редуктора системы пуска).

Сглаживание пульсаций крутящего момента производится за счет периодического накопления и отдачи кинетической энергии маховиком. Энергия запасается во время рабочего хода поршня и расходуется при других тактах двигателя, в т.ч. на выведение поршней из мертвых точек. Чем больше цилиндров в двигателе, тем рабочий ход поршня в каждом из них занимает больше времени, следовательно, крутящий момент такого двигателя более равномерный, а масса маховика может быть уменьшена.

Маховик крепится в торце коленчатого вала возле заднего коренного подшипника. Это, как правило, самый мощный подшипник в двигателе, так как он должен выдерживать вес маховика и нагрузки, связанные с его работой.

Различают следующие виды конструкции маховиков:

- сплошной;
- двухмассовый;
- облегченный



Рис.4.18. Маховик сплошной конструкции

Наибольшее распространение на автомобилях нашел маховик сплошной конструкции. Это массивный диск диаметром от 30 до 40 сантиметров, выполненный из чугуна. На внешнюю поверхность диска напрессован стальной зубчатый венец, обеспечивающий проворачивание коленчатого вала при запуске двигателя с помощью стартера. С одной стороны маховика выполнена ступица для крепления к фланцу коленчатого вала, другая сторона играет роль ведущего диска сцепления.

При работе двигателя на разных оборотах коленчатый вал постоянно закручивается и раскручивается, т.е. подвергается крутильным колебаниям. В двигателе применяются **гасители крутильных колебаний**. Одним из таких устройств является маховик особой конструкции – т.н. **двухмассовый маховик** (другое название – **демпферный маховик**).

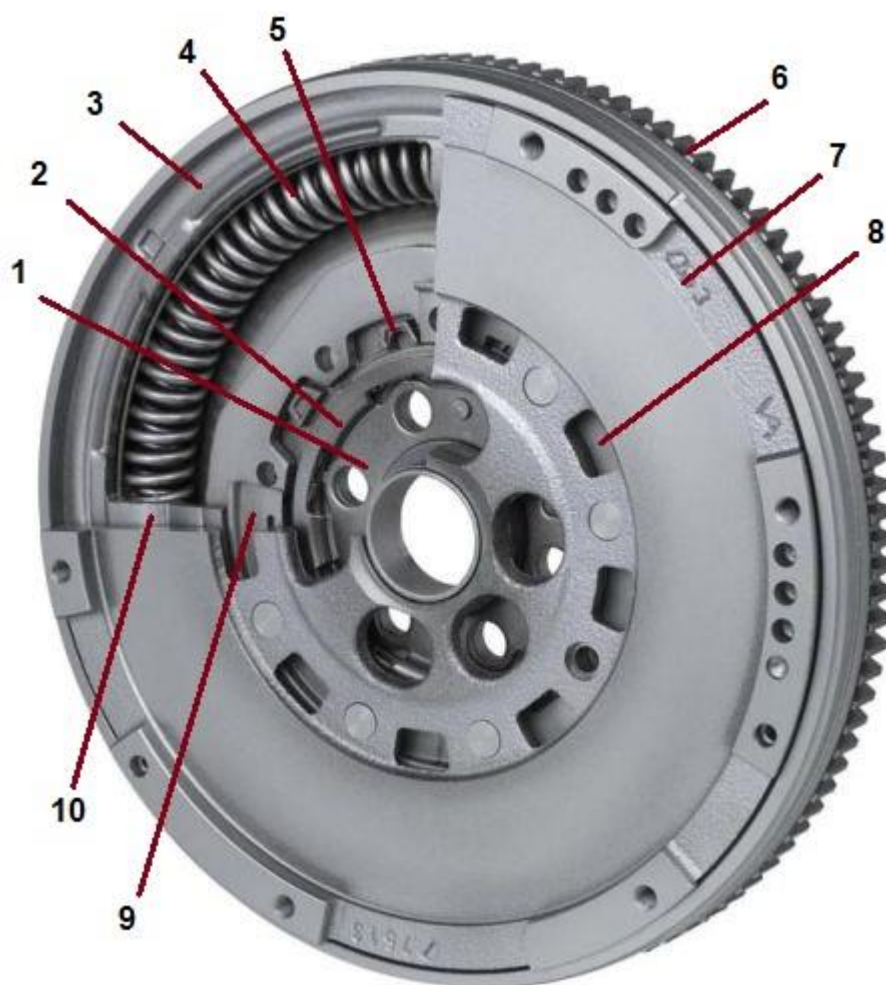


Рис.4.19. Схема двухмассового маховика: 1- ступица; 2 – радиальный подшипник; 3 – первичный диск; 4 – дуговая пружина; 5 – фланец; 6 –

зубчатый вконец; 7 – вторичный диск; 8 – вентиляционное отверстие; 9 – уплотнительная мембрана; 10 – кольцевая камера, заполненная смазкой.

Маховик включает два диска, соединенные с помощью пружинно-демпферной системы, позволяющей полностью изолировать трансмиссию от крутильных колебаний и обеспечить равномерную работу ее элементов. С применением двухмассового маховика отпадает необходимость демпфирующего устройства в ведомом диске сцепления.

Преимуществами двухмассового маховика являются гашение вибраций, изоляция шумов, удобство переключения передач, снижение износа синхронизаторов, защита трансмиссии от перегрузки и даже экономия топлива. С другой стороны интенсивная работа двухмассового маховика приводит к усиленному износу пружинно-демпферной системы и даже поломке ее основного элемента - дуговой пружины. Все это сдерживает массовое применение демпферного маховика на двигателях.

Облегченный маховик используется при тюнинге двигателя.

Перераспределение массы маховика к краям диска позволяет уменьшить его массу до 1,5 кг и в свою очередь уменьшить момент инерции. С применением облегченного маховика двигатель быстрее достигает максимальных оборотов, соответственно имеет лучшую разгонную динамику, а также наблюдается увеличение мощности до 5%.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.

Тема: Изучение устройства и работы газораспределительных механизмов.

Цель работы: закрепить теоретические знания по устройству и работе газораспределительных механизмов.

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и материалы

Разрез оппозитного двигателя SUBARU EJ 20, EJ 205

Разрез двигателя РЕНО

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Учебный макет четырехтактного поршневого двигателя.

Стенды: «Газораспределительный механизм двигателя ЗИЛ-131», «Газораспределительный механизм двигателя ЗМЗ-406»

Детали ГРМ: «Распределительный вал двигателя ЗМЗ-402»

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110».

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить устройство и работу газораспределительного механизма с нижним расположением и распределительного вала, и клапанов.
2. Изучить устройство и работу газораспределительного механизма с нижним расположением распределительного вала и верхним расположением клапанов.
3. Изучить устройство и работу газораспределительного механизма с верхним расположением распределительного вала и клапанов.
4. Изучить конструкцию и работу устройства для изменения фаз газораспределения

Содержание отчета

1. Перечислить основные детали газораспределительных механизмов.
2. Вычертить схему и описать устройство и работу газораспределительного механизма с нижним расположением и распределительного вала, и клапанов.
3. Перечислить основные недостатки газораспределительного механизма с нижним расположением и распределительного вала, и клапанов.
4. Вычертить схему и описать устройство и работу газораспределительного механизма с нижним расположением распределительного вала и верхним расположением клапанов.
5. Вычертить схему и описать устройство и работу газораспределительного механизма с верхним расположением распределительного вала и клапанов.
6. Описать назначение и устройство распределительного вала.
7. Описать назначение и устройство клапанов.
8. Перечислить виды привода распределительных валов и описать их особенности.
9. Описать назначение и устройство механизмов для регулировки тепловых зазоров.
10. Описать назначение электронной системы регулирования фаз газораспределения.
11. Вычертить схему и описать работу электронной системы регулирования фаз газораспределения.
5. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 11, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение газораспределительных механизмов?
2. Для чего необходим тепловой зазор между стержнем клапана и толкателем?
3. Каковы численные значения теплового зазора для впускных и выпускных клапанов?
4. Какой из клапанов имеет головку большего диаметра? Для чего это делается?
5. Почему распределительный вал вращается в два раза медленнее, чем коленчатый вал?

6. Что происходит при недостаточном тепловом зазоре клапанов?
7. В каком случае используется газораспределительный механизм с двумя распределительными валами?
8. Для чего используется большее чем два число клапанов на один цилиндр?
9. С какой целью клапаны открываются и закрываются не при положениях поршня в мертвых точках, а с некоторым опережением при открытии и запаздыванием при закрытии?
10. Каковы численные значения опережения открытия и запаздывания закрытия впускных и выпускных клапанов?
11. Как влияет величина тепловых зазоров на продолжительность открытия клапанов?
12. Чем обосновывается необходимость разработки устройства для регулирования фаз газораспределения?

Тема 5. ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ (ГРМ)

Газораспределительные механизмы независимо от расположения распределительных валов в двигателе включают в себя клапанную группу, передаточные детали и распределительные валы с приводом.

В клапанную группу входят впускные и выпускные клапаны, направляющие втулки клапанов и пружины клапанов с деталями крепления.

Передаточными деталями являются толкатели, направляющие втулки толкателей, штанги толкателей, коромысла, ось коромысел, рычаги привода клапанов, регулировочные шайбы и регулировочные болты. Однако при верхнем расположении распределительного вала толкатели, направляющие втулки и штанги толкателей, коромысла и ось коромысел обычно отсутствуют.

5.1. ГРМ с нижним расположением клапанов и распределительного вала

Газораспределительный механизм с нижним расположением клапанов (двигатели автомобилей ГАЗ-51, ГАЗ-52-04 и другие) состоит (рис.5.1) из распределительного вала 4 с кулачками 3 и шестерней 2, находящейся в постоянном зацеплении с шестерней 1, закрепленной на коленчатом валу; толкателей 5 с регулировочным болтом 7 и контргайкой 6; клапана 12 с пружиной 10, сухариками 9 и опорной конической шайбой 8; направляющей клапана 11 и седла клапана 13.

Работает такой механизм следующим образом. При вращении коленчатого вала крутящий момент от шестерни 1 передается шестерне 2, которая жестко закреплена на распределительном валу и вращает его. Распределительный вал, поворачиваясь, своим кулачком 3 воздействует на толкатель 5 и поднимает его, а он через регулировочный болт 7 воздействует на клапан 12 и открывает его. Пружина 10 при этом сжимается. При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок, поворачиваясь, прекращает воздействовать на толкатель и клапан, а пружина, распрямляясь, закрывает клапан.

Для плотного закрытия клапана необходимо, чтобы между стержнем клапана и толкателем был тепловой зазор, величина которого устанавливается заводом-изготовителем. Обычно он находится в пределах 0,15-0,30 мм для впускного клапана и 0,20-0,40 мм для выпускного.

В процессе эксплуатации двигателя тепловой зазор может изменяться. Поэтому для его регулировки в торец толкателя ввернут, регулировочный болт 7 с контргайкой 6, а на самом толкателе выполнены лыски для удерживания толкателя, от проворачивания

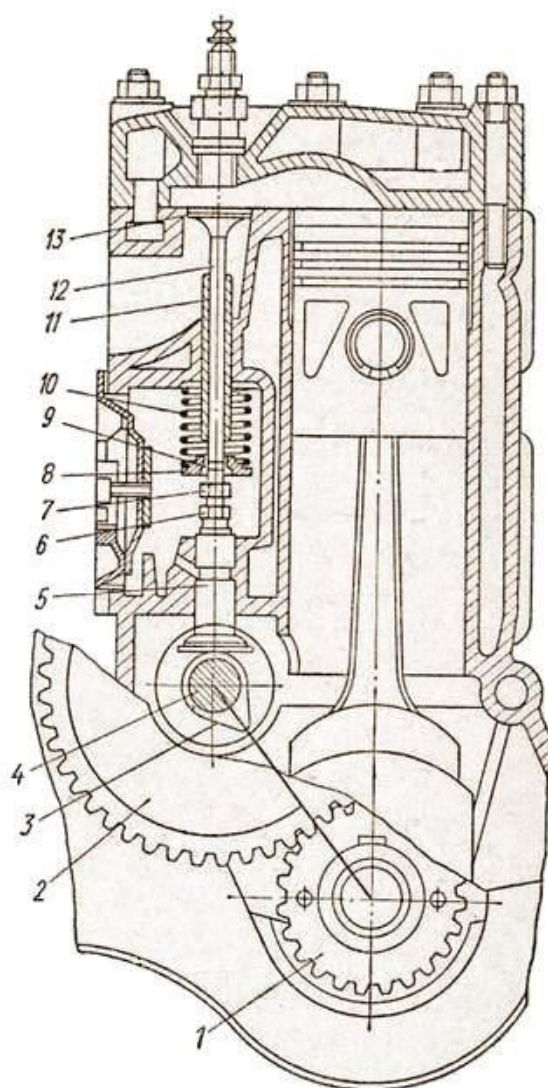


Рис.5.1. Газораспределительный механизм с нижним расположением клапанов.

Нижнеклапанные двигатели доминировали несколько десятилетий. Конечно, в мире выпускались двигатели с другими компоновочными схемами газораспределительного механизма, но нижнеклапанные двигатели были преобладающими.

При всех их достоинствах они имели и неустранимые недостатки. Главный из недостатков, это очень большая камера сгорания, размеры которой уменьшить до приемлемых не получалось. Большая камера имела большую, по отношению к объёму камеры сгорания, площадь внутренних поверхностей, что приводило к большим потерям тепла и ухудшению процесса сгорания. К ухудшению процесса сгорания также приводила неудачная форма камеры сгорания. И, что пожалуй главное, большая камера сгорания не позволяла поднять степень сжатия двигателя, обеспечивающую эффективную работу двигателя. Вторым недостатком был очень сложный путь движения воздуха от воздушного фильтра до камеры сгорания. На своём пути воздушный поток изменял направление несколько раз, что приводило к

снижению скорости движения потока и, следовательно, к снижению коэффициента наполняемости.

Для устранения этих недостатков было необходимо перенести клапаны в головку блока цилиндров.

5.2. ГРМ с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала

На большинстве современных автомобильных двигателей применяется газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов. Это позволяет улучшить форму камеры сгорания, лучше наполнить цилиндры горючей смесью или воздухом, повысить степень сжатия и экономичность работы двигателя. Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов при нижнем расположении распределительного вала (рис.5.2) состоит из распределительного вала 1 с кулачками 2 и опорными шейками 3; толкателя 4; штанги 5; коромысла 6 с регулировочным винтом 7 и контргайкой 8, установленных на оси 9; деталей 10 крепления пружины на стержне клапана, к которым относятся сухарики 11 с внешней конической поверхностью и внутренним буртиком, коническая втулка 12, опорная шайба 13 и маслоотражательный колпачок 14, изготовленный из маслостойкой резины; пружины 15, стремящейся удерживать клапан в закрытом положении; направляющей втулки 16; клапана 17; гнезда клапана 18.

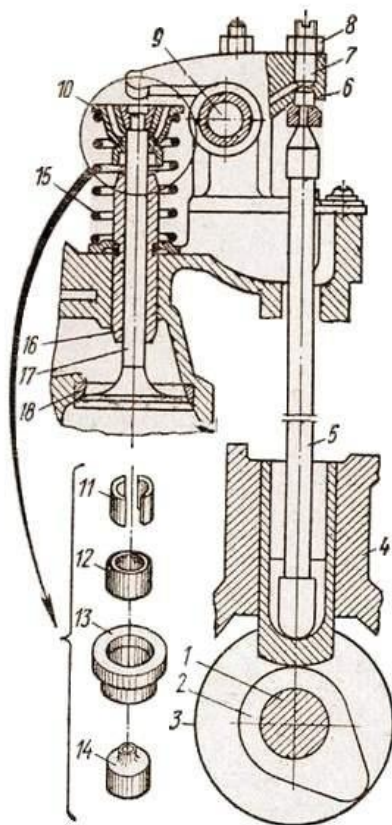


Рис.5.2. Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов.

При сборке пружину сжимают и устанавливают маслоотражательный колпачок 14 (только для впускного клапана), опорную шайбу 13, коническую втулку 12 и сухарики 11 так, чтобы их буртик вошел в кольцевую выточку на стержне клапана. При отпуске пружины она, распрямляясь, давит на коническую поверхность втулки и сухариков, удерживаясь на стержне клапана. Вторым концом пружина упирается в головку блока через опорную шайбу.

ГРМ с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала работает следующим образом.

При вращении распределительного вала 1 кулачок 2 воздействует на толкатель 4 и поднимает его, а он через штангу 5 передает усилие на коромысло 6, которое, поворачиваясь на оси 9, вторым своим концом давит на стержень клапана 17 и открывает его. Пружина 15 при этом сжимается.

При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок прекращает воздействовать на толкатель, и пружина, распрямляясь, плотно закрывает клапан в гнезде 18. Для регулировки теплового зазора между стержнем клапана и коромыслом предусмотрен регулировочный винт 7 с контргайкой 8.

5.3. ГРМ с верхним расположением клапанов и распределительного вала

Газораспределительный механизм двигателя с верхним расположением клапанов и распределительного вала (рис.5.3) состоит из распределительного вала 14 с корпусом 13 подшипников, привода распределительного вала, рычагов 11 привода клапанов, опорных регулировочных болтов 18 клапанов 1, направляющих втулок 4, пружин 7 и 8 клапанов с деталями крепления.

Распределительный вал обеспечивает своевременное открытие и закрытие клапанов. Распределительный вал пятиопорный, отлит из чугуна. Он имеет опорные шейки 15 и кулачки 16 (впускные и выпускные). Внутри вала проходит канал, через который подводится масло от средней опорной шейки к другим шейкам и кулачкам. К переднему торцу вала крепится ведомая звездочка 24 цепного привода. Вал устанавливается в специальном корпусе 13 подшипников, отлитом из алюминиевого сплава, который закреплен на верхней плоскости головки блока цилиндров. От осевых перемещений распределительный вал фиксируется упорным фланцем 12, который входит в канавку передней опорной шейки вала и прикрепляется к торцу корпуса подшипников.

Привод распределительного вала осуществляется через установленную на нем ведомую звездочку 24 двухрядной роликовой цепью 25 от ведущей звездочки 28 коленчатого вала. Этой цепью также вращается звездочка 27 вала привода масляного насоса. Привод распределительного вала имеет

полуавтоматический натяжной механизм, состоящий из башмака и натяжного устройства. Цепь натягивается башмаком 30, на который воздействуют пружины натяжного устройства 31. Для гашения колебаний ведущей ветви цепи служит успокоитель 26. Башмак и успокоитель имеют стальной каркас с привулканизированным слоем резины. Ограничительный палец 29 предотвращает спадание цепи при снятии на автомобиле ведомой звездочки распределительного вала.

Клапаны открывают и закрывают впускные и выпускные каналы. Клапаны установлены в головке блока цилиндров в один ряд под углом к вертикальной оси цилиндров двигателя. Впускной клапан 1 для лучшего наполнения цилиндров горючей смесью имеет головку большего диаметра, чем выпускной клапан.

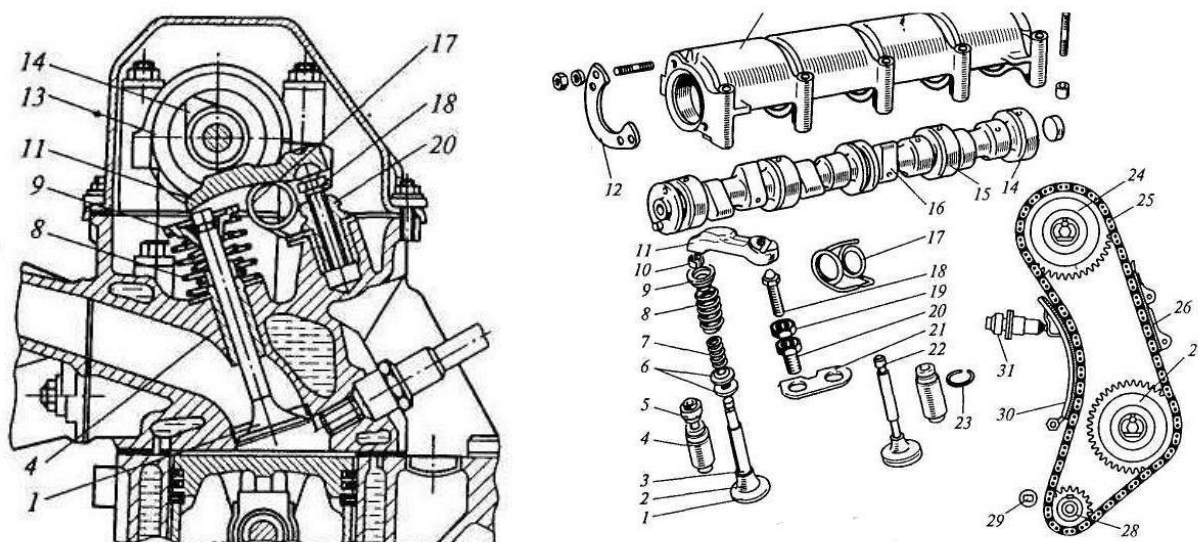


Рис. 5.3. Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов и распределительного вала с цепным приводом: 1, 22 — клапаны; 2 — головка; 3 — стержень; 4, 20 — втулки; 5 — колпачок; 6 — шайбы; 7, 8, 17 — пружины; 9 — тарелка; 10 — сухарь; 11 — рычаг; 12 — фланец; 13 — корпус; 14 — распределительный вал; 15 — шейка; 16 — кулачок; 18 — болт; 19 — гайка; 21 — пластина; 23 — кольцо; 24, 27, 28 — звездочки; 25 — цепь; 26 — успокоитель; 29 — палец; 30 — башмак; 31 — натяжное устройство

Он изготовлен из специальной хромистой стали, обладающей высокой износостойкостью и теплопроводностью. Выпускной клапан 22 работает в более тяжелых температурных условиях, чем впускной. Он выполнен составным. Его головку делают из жаропрочной хромистой стали, а стержень из специальной хромистой стали.

Каждый клапан состоит из головки 2 и стержня 3. Головка имеет конусную поверхность (фаску), которой клапан при закрытии плотно прилегает к седлу из специального чугуна, установленному в головке блока цилиндров и имеющему также конусную поверхность.

Стержень клапана перемещается в чугунной направляющей втулке 4, запрессованной и фиксируемой стопорным кольцом 23 в головке блока цилиндров, обеспечивающей точную посадку клапана. На втулку надевается маслоотражательный колпачок 5 из маслостойкой резины. Клапан имеет две цилиндрические пружины: наружную 8 и внутреннюю 7. Пружины крепятся на стержне клапана с помощью шайб 6, тарелки 9 и разрезного сухаря 10. Клапан приводится в действие от кулачка распределительного вала стальным кованым рычагом 11, который опирается одним концом на регулировочный болт 18, а другим на стержень клапана. Регулировочный болт имеет сферическую головку. Он ввертывается в резьбовую втулку 20, закрепленную в головке блока цилиндров и застопоренную пластиной 21, и фиксируется гайкой 19. Регулировочным болтом устанавливается необходимый зазор между кулачком распределительного вала и рычагом привода клапана, равный 0,15 мм на холодном двигателе и 0,2 мм на горячем двигателе (прогретом до 75...85С). Пружина 17 создает постоянный контакт между концом рычага привода и стержнем клапана.

Газораспределительный механизм работает следующим образом. При вращении распределительного вала его кулачки в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя поочередно набегают на рычаги 11. Рычаги, поворачиваясь одним концом на сферических головках регулировочных болтов 18, другим концом воздействуют на стержни клапанов, преодолевают сопротивление пружин 7, 8 и открывают клапаны. При дальнейшем повороте распределительного вала кулачки сходят с рычагов, которые возвращаются в исходное положение под действием пружин 17, а клапаны закрываются под действием пружин 7 и 8.

При работе двигателя распределительный вал вращается в два раза медленнее, чем коленчатый вал. Это связано с тем, что за период рабочего цикла двигателя, протекающего за два оборота коленчатого вала, впускной и выпускной клапаны каждого цилиндра должны открываться по одному разу.

Нормальная работа газораспределительного механизма во многом зависит от теплового зазора между кулачками распределительного вала и рычагами привода клапанов. Этот зазор обеспечивает плотное закрытие клапанов при их удлинении в результате нагрева во время работы. При недостаточном тепловом зазоре или его отсутствии происходит неполное закрытие клапанов, что приводит к утечке газов, быстрому обгоранию фасок головок клапанов и снижению мощности двигателя

5.4. ГРМ с двумя распределительными валами

Существуют двигатели, каждый цилиндр которых имеет два впускных и два выпускных клапана (рис.5.4). В этом случае чаще всего впускными клапанами управляет один кулачковый вал, а выпускными — другой

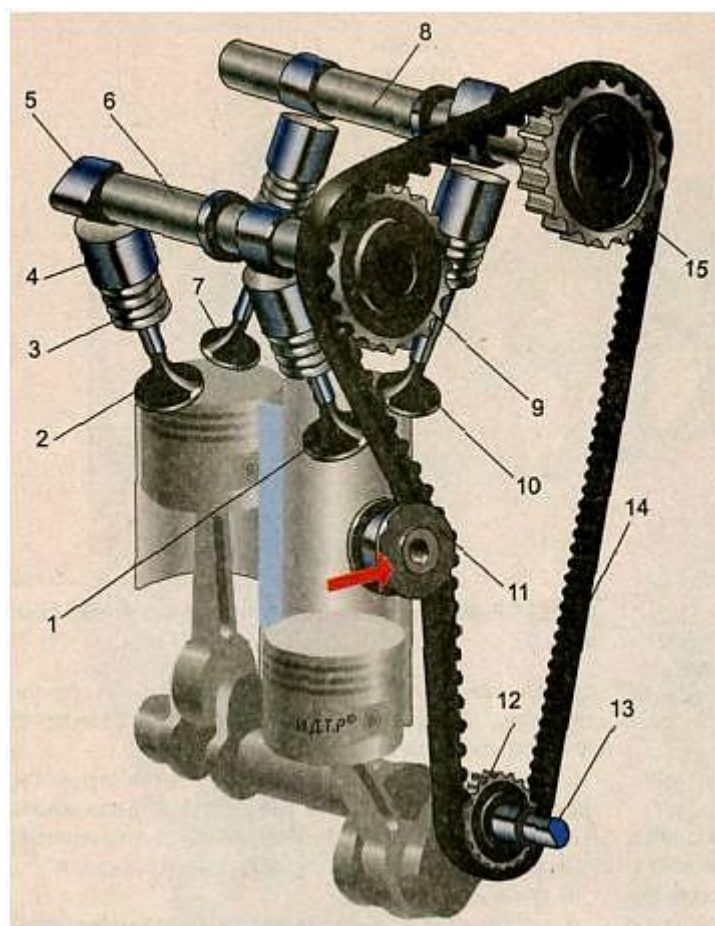


Рис.5.4.Газораспределительный механизм с двумя распределительными валами: 1,2-выпускные клапаны; 3-пружина; 4-толкатель; 5-кулачок; 6-распределительный вал выпускных клапанов; 7,10-впускные клапаны; 8-распределительный вал впускных клапанов; 9,15-зубчатые шкивы распределительных валов; 11-натяжной ролик ремня; 12-зубчатый шкив коленчатого вала; 13-коленчатый вал; 14-зубчатый ремень

5.5. Клапаны

Для работы четырехтактного ДВС требуется как минимум по два клапана на цилиндр — впускной и выпускной. В настоящее время применяются клапаны тарельчатого типа со стержнем. Для улучшения наполнения цилиндра горючей смесью диаметр тарелки впускного клапана делается больше, чем у выпускного. Седла клапанов, изготовленные из чугуна или стали, запрессовываются в головку блока цилиндров.

При работе двигателя клапаны подвергаются значительным механическим и тепловым нагрузкам, поэтому для их изготовления применяются специальные сплавы. Иногда для улучшения охлаждения клапанов высокофорсированных двигателей применяют клапаны с полым стержнем, который заполняется натрием. Натрий при рабочих температурах плавится и в расплавленном виде перетекает внутри клапана, перенося тепло от более нагретой тарелки клапана к стержню. Для лучшей очистки рабочей

фаски от нагара и равномерной теплопередачи иногда применяются различные механизмы для вращения клапана.

ГРМ могут быть нижнеклапанными и верхнеклапанными, но в современных двигателях используются только верхнеклапанные ГРМ, когда клапаны располагаются в головке цилиндров. Клапан удерживается в закрытом состоянии с помощью пружины, а открывается при нажатии на стержень клапана. Клапанные пружины должны иметь определенную жесткость для гарантированного закрытия клапана при работе, но жесткость пружины не должна быть чрезмерной, чтобы не увеличивать ударной нагрузки на седло клапана. Иногда для уменьшения возможности резонансных колебаний используются пружины уменьшенной жесткости, но на один клапан устанавливается по две пружины. При использовании двух пружин они должны быть навиты в разные стороны, чтобы не произошло заклинивания клапана в случае поломки одной из пружин и попадания ее витка между витками другой пружины. Для снижения потерь на трение в ГРМ сейчас широко применяются ролики, размещаемые на рычагах и толкателях привода клапанов.

При открытии (опускании) впускного клапана через кольцевой проход между тарелкой клапана и седлом проходит топливно-воздушная смесь (или воздух) и заполняет цилиндр. Чем больше будет площадь проходного сечения, тем полнее заполнится цилиндр, а следовательно, и выходные показатели этого цилиндра при рабочем ходе будут выше. Для лучшей очистки цилиндров от продуктов сгорания желательно также увеличить диаметр тарелки выпускного клапана. Размеры тарелок клапанов ограничены размером камеры сгорания, выполненной в головке цилиндров. Лучшее наполнение цилиндров и их очистка обеспечиваются при использовании большего, чем два, числа клапана на один цилиндр.

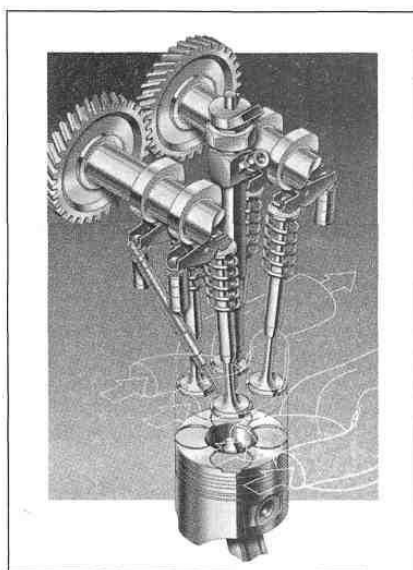


Рис. 5. Четырехклапанная камера сгорания. Применение газораспределительного механизма с четырьмя клапанами на цилиндр в дизельном двигателе

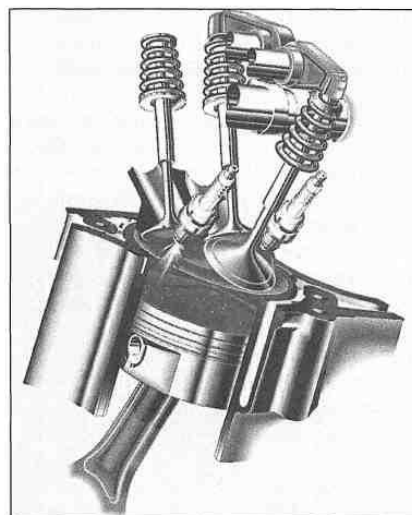


Рис. 6. Трехклапанный ГРМ. Компания DaimlerChrysler утверждает, что ГРМ с двумя впускными, одним выпускным и двумя свечами зажигания обеспечивает незначительное количество вредных веществ в отработавших газах

Рис.5.5. Схемы четырехклапанного и трехклапанного ГРМ

Большинство современных двигателей имеет по два впускных и по два выпускных клапана на цилиндр (рис. 5.5), хотя встречаются трех клапанные (два впускных и один выпускной) системы и пяти клапанные (три впускных и два выпускных).

Впервые четыре клапана на цилиндр были использованы еще 1912 г. на двигателе автомобиля Peugeot Gran Prix. Широкое использование такой схемы на серийных легковых автомобилях началось только в 1970-е гг. Сейчас ГРМ с четырьмя клапанами на цилиндр стали практически стандартными для двигателей европейских и японских легковых автомобилей. Некоторые из двигателей Mercedes имеют по три клапана на цилиндр, два впускных и один выпускной, с двумя свечами зажигания (по одной с каждой стороны от выпускного клапана (рис. 6). Двигатели некоторых автомобилей группы Volkswagen-Audi и ряд японских двигателей используют пять клапанов на цилиндр (три впускных и два выпускных), но при таком числе клапанов значительно усложняется их привод.

5.6. Привод клапанов

Впускные и выпускные клапаны открываются и закрываются в нужные моменты за счет кулачков, расположенных на распределительном вале или на двух валах: для впускных клапанов и для выпускных. Распределительный вал приводится в действие от коленчатого вала. Для привода распределительного вала могут использоваться шестерни, цепь или зубчатый ремень. Поскольку в четырехтактном двигателе каждый клапан открывается только один раз каждые два оборота двигателя, распределительный вал должен вращаться в два раза медленнее коленчатого вала. Кулачки могут воздействовать непосредственно на толкатели клапанов или через коромысла или рычаги. Направляющие втулки клапанов изготовлены из чугуна, латуни, бронзы или спеченной порошковой композиции и запрессованы в головку блока цилиндров. Толкатели имеют цилиндрическую форму и выполнены из стали.

Чем меньше деталей в приводе клапанов, тем меньше масса ГРМ, а следовательно, меньше и силы инерции, мешающие быстрому увеличению оборотов двигателя. Наиболее эффективными в этом случае будут ГРМ с размещенным в головке цилиндров распределительным валом. Такие двигатели появились в массовом производстве в 1960-е гг. и получили название ОНС (Overhead Camshaft), что означает верхнее расположение распределительного вала. Как альтернатива могут использоваться два распределительных вала, по одному для каждого ряда клапанов. Такие двигатели называются «двухвальные верхнеклапанные» ДОНС (Double Overhead Camshaft).

Ушли в прошлое нижнеклапанные ГРМ, в которых клапаны располагались не в головке цилиндров, а в блоке, рядом с камерой сгорания, и открывались снизу вверх с помощью простого толкателя от

распределительного вала, расположенного в блоке цилиндров рядом с коленчатым валом. В таком двигателе головка цилиндров получалась простой и плоской, но камера сгорания была очень неудачной формы. Такие двигатели выпускались до 50-х гг., а затем их заменили более эффективные верхнеклапанные.

До настоящего времени выпускаются двигатели, у которых клапаны расположены в головке цилиндров, а распределительный вал размещен в блоке. При такой схеме для привода коромысел клапанов требуются дополнительные толкатели и штанги толкателей. Такие двигатели принято обозначать OHV (Overhead Valve) — верхнеклапанный. Для привода распределительного вала, расположенного в блоке цилиндров близко к коленчатому валу, можно использовать простую зубчатую передачу (рис.1). Когда нужно выбрать привод для распределительных валов, находящихся в головке, приходится выбирать между цепью и зубчатым ремнем (рис.3 и 4). Цепной привод надежнее и более долговечен, чем ременный, но требует смазки и, как следствие, герметизации крышки, закрывающей привод. Цепь существенно тяжелее ремня и *поэтому* для нее требуется более качественное натяжение и устройство для гашения вибраций. Зубчатые ремни дешевле, но требуют более частого контроля и замены после определенного пробега. Лучшие образцы современных ремней ГРМ могут прослужить без замены более 150 000 км пробега автомобиля.

5.7. Тепловые зазоры в приводе клапанов

При изменении температуры двигателя изменяются размеры всех его деталей. Это может привести к неполному закрытию клапанов, в результате чего двигатель теряет мощность, а клапаны со временем могут выйти из строя за счет обгорания их рабочей кромки. Для компенсации влияния меняющегося температурного режима двигателя в приводе клапанов всегда предусматривается так называемый температурный зазор. Износ деталей ГРМ приводит к необходимости периодической регулировки тепловых зазоров. Для регулировки зазоров в ГРМ устанавливают регулировочные винты в коромыслах или рычагах. Если клапаны управляются непосредственно от распределительного вала, установленного в головке, зазор обычно регулируется с помощью установки специальных прокладок определенной толщины под цилиндрический толкатель. Регулировка зазоров требует снятия, по крайней мере крышки головки блока. Сегодня большинство двигателей оборудовано автоматическими гидравлическими компенсаторами (толкателями), в которые под давлением подается моторное масло так, чтобы гарантировать нулевой зазор, — таким образом обеспечивается полное закрытие клапанов и снижается шум при работе двигателя. Польза от гидрокompенсаторов особенно заметна в двигателях с четырьмя клапанами на цилиндр, потому что регулировка привода 16-и клапанов в четырехцилиндровом двигателе, не

говоря уже о 32-х восьмицилиндровых, становится серьезной работой. Гидравлические толкатели весят существенно больше механических, стоят намного дороже, а также требовательны к качеству и полноте очистки масла. Например, на двигателе AJ-V8 автомобиля Jaguar было решено отказаться от использования гидротолкателей, но выбор точной конструкции и материалов позволили установить зазоры в приводе клапанов на весь срок службы, без необходимости их регулировки.

Гидравлические толкатели автоматически обеспечивают постоянный (беззазорный) контакт кулачков распределительного вала с клапанами, компенсируют износ сопрягаемых деталей (распределительного вала и клапанной группы) и исключают необходимость регулирования теплового зазора клапанов в эксплуатации.

Гидравлический толкатель (рис.5.6) состоит из корпуса, компенсатора и шарикового клапана. В корпусе 2 толкателя приварена направляющая втулка 1, в которой стопорным кольцом 3 закреплен компенсатор. Компенсатор состоит из корпуса 4 и поршня 5, между которыми установлена разжимная пружина 7, а в поршне размещен шариковый клапан 6. Внутренняя полость компенсатора заполнена маслом, которое поступает в компенсатор при открытом клапане 6 из корпуса гидротолкателя. В корпус гидротолкателя масло подается из масляной магистрали головки цилиндров через наружную канавку и отверстие, выполненные в корпусе.

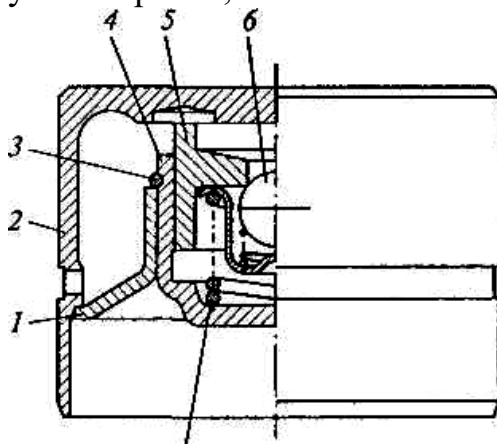


Рис.5.6. Гидравлический толкатель: 1 — втулка; 2, 4 — корпуса; 3 — кольцо; 5 — поршень; 6 — клапан; 7 — пружина

Гидротолкатель каждого клапана установлен между торцом стержня клапана и кулачком распределительного вала в отверстии, расточенном в головке цилиндров.

Работает гидравлический толкатель следующим образом.

При набегании кулачка распределительного вала на толкатель усилие от кулачка передается на торец его корпуса 2, который перемещает поршень 5 компенсатора, преодолевая сопротивление пружины 7. При этом шариковый клапан 6 закрывается и запирает находящееся внутри компенсатора масло, через которое и передается усилие от

распределительного вала к впускному или выпускному клапану, и клапан открывается. При перемещении поршня 5 часть масла из компенсатора через зазор между поршнем и корпусом 4 вытекает в корпус 2 толкателя, и поршень немного вдвигается в корпус 4 компенсатора.

При сбегании кулачка распределительного вала с толкателя пружина 7 прижимает поршень 5 к корпусу 2 толкателя, обеспечивая его беззазорный контакт с кулачком распределительного вала. При этом шариковый клапан 6 открывается, впускает масло в компенсатор, а впускной или выпускной клапан закрывается.

5.8. Фазы газораспределения

С целью более полной очистки цилиндров двигателя от отработавших газов и лучшего их наполнения свежей горючей смесью или воздухом клапаны открываются и закрываются не при положениях поршня в мертвых точках, а с некоторым опережением при открытии и запаздыванием при закрытии.

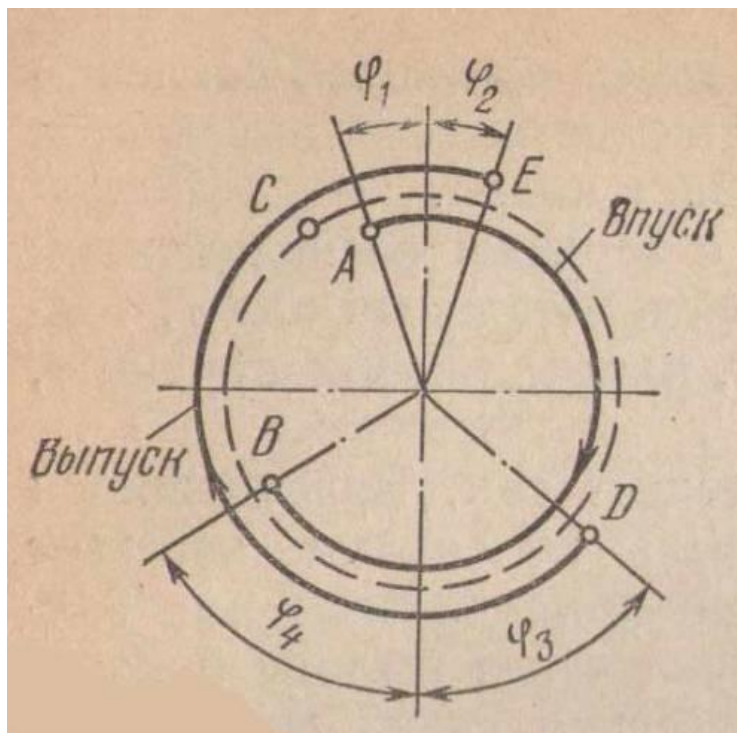


Рис. 5.7. Диаграмма газораспределения

Углы поворота коленчатого вала, соответствующие открытому положению клапана (от момента открытия клапана до момента его закрытия), называются фазами газораспределения. Фазы газораспределения изображают в виде круговой диаграммы, называемой диаграммой газораспределения (рис.5.7). Иногда на диаграмму газораспределения наносят не только фазы газораспределения, но также и углы поворота коленчатого вала, соответствующие процессам сжатия и расширения. В этом случае круговая диаграмма дает представление как о фазах

газораспределения, так и о последовательности и длительности протекания процессов в течение рабочего цикла двигателя.

В точке А (рис. 5.7) с опережением φ_1 , открывается впускной клапан, который закрывается в точке В с запаздыванием φ_4 . Таким образом, впуск соответствует не 180° поворота коленчатого вала, а $180^\circ + \varphi_1 + \varphi_4$.

С точки В начинается сжатие, которое заканчивается в точке С. От точки С до точки D в цилиндре идёт процесс горения (такт расширения).

В точке D открывается выпускной клапан и начинается очистка цилиндра, которая в основном завершается к точке А, когда в цилиндр начинает поступать свежий заряд. Полностью очистка цилиндра заканчивается в точке Е. Таким образом, выпускной клапан открывается с опережением φ_3 и закрывается с запаздыванием φ_2 , находясь в открытом состоянии период, соответствующий повороту коленчатого вала на угол $180^\circ + \varphi_3 + \varphi_2$.

Впускной клапан в двигателях внутреннего сгорания открывается с опережением $3 - 31$, а закрывается с запаздыванием $30 - 85^\circ$.

Выпускной клапан открывается с опережением $45...70$ градусов и закрывается с запаздыванием $8...47^\circ$.

Анализ диаграммы газораспределения показывает, что в секторе А—Е (угол $\varphi_1 + \varphi_2$) одновременно открыты как впускной, так и выпускной клапаны. Такое состояние называют перекрытием клапанов. Вследствие кратковременности перекрытия клапанов отработавшие газы не только не попадают во впускной канал, но даже улучшают наполнение цилиндра за счет эффекта подсосывания.

Фазы газораспределения зависят от профилей кулачков, приводящих в действие впускные и выпускные клапаны. Диаграмма газораспределения зависит от взаимного расположения кулачков впускных и выпускных клапанов каждого цилиндра.

В процессе эксплуатации автомобилей необходимо следить за правильной установкой фаз газораспределения. Она обеспечивается совмещением специальных меток на шкивах распределительного и коленчатого валов и соответствующих меток на двигателе или совмещением меток на шестернях привода.

Постоянство фаз газораспределения сохраняется только при соблюдении регулируемых тепловых зазоров в газораспределительном механизме. При увеличении зазоров продолжительность открытия клапанов уменьшается, а при уменьшении увеличивается.

5.9. Устройства для изменения фаз газораспределения

Выбор фаз газораспределения - один из инженерных компромиссов. Для того чтобы получить максимальную мощность при высокой частоте вращения коленчатого вала, необходимо обеспечить существенное

перекрытие клапанов в районе ВМТ, потому что мощность в наибольшей степени зависит от максимально возможного количества горючей смеси, попадающей в цилиндр за короткое время, но чем выше частота вращения коленчатого вала, тем меньше отводимое на это время. С другой стороны, при малых оборотах, когда не требуется максимальная мощность, лучше, когда угол перекрытия близок к нулю. Небольшое или нулевое перекрытие клапанов заставляет двигатель более чутко реагировать на изменение положения педали «газа», что очень важно при движении автомобиля в транспортном потоке.

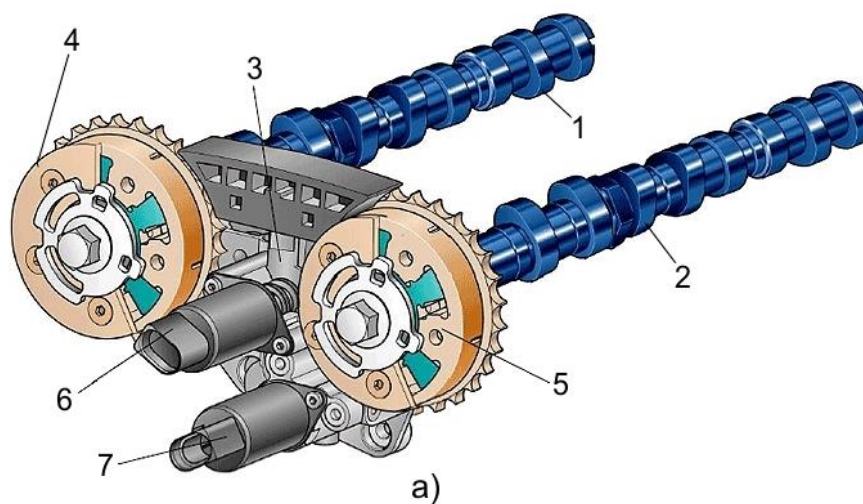
Первые устройства обеспечивали простое переключение в два положения, обеспечивая один угол перекрытия для малых оборотов двигателя, а другой — для высоких оборотов и нагрузки. Этого было достаточно для того, чтобы обеспечить хороший пуск, достаточный крутящий момент при сравнительно малых оборотах и нагрузках двигателя и возможность достижения большой мощности при высоких оборотах. Постепенно были разработаны устройства, которые могли изменять фазы газораспределения во всем диапазоне оборотов двигателя, а некоторые производители, такие как BMW, начали изменять фазы открытия-закрытия выпускных клапанов, в основном для того, чтобы снизить выбросы вредных веществ. Сегодня изменяемые фазы газораспределения VIVT (Variable Inlet Valve Timing) стали общепринятыми и появился целый ряд двигателей, оборудованных системой изменения фаз газораспределения во всем диапазоне.

В начале 1990-х гг. появились двигатели с автоматическими устройствами для изменения фаз газораспределения. Обычно в приводном шкиве (или звездочке) распределительного вала впускных клапанов размещается специальное устройство, которое имеет гидравлический привод от смазочной системы двигателя и может поворачивать распределительный вал относительно приводной звездочки (шкива) и, следовательно, относительно коленчатого вала.

Электронная система регулирования фаз газораспределения, например, система VVT (Variable Valve Timing), предназначена для изменения положения распределительного вала относительно его первоначального состояния в зависимости от режима работы двигателя, т.е. для оптимизации фаз газораспределения при работе двигателя на режиме холостого хода, максимального крутящего момента и максимальной мощности. Фактически данная система позволяет регулировать угол поворота распределительного вала впускных клапанов (или распределительных валов впускных и выпускных клапанов) в диапазоне 40° по углу поворота коленчатого вала и устанавливать фазы газораспределения, оптимально соответствующие каждому режиму работы двигателя, что обеспечивает увеличение крутящего момента двигателя при любой частоте вращения коленчатого вала, сокращение расхода топлива и уменьшение содержания вредных веществ в отработавших газах.

Система VVT (рис.5.8) включает в себя следующие элементы: распределительный вал впускных клапанов 1, распределительный вал выпускных клапанов 2, корпус 3 механизма газораспределения, гидроуправляемую муфту 4 поворота распределительного вала впускных клапанов, гидроуправляемую муфту 5 поворота распределительного вала выпускных клапанов, электрогидравлический клапан 6 управления поворотом распределительного вала впускных клапанов, электрогидравлический клапан 7 управления поворотом распределительного вала выпускных клапанов, датчик 8 положения распределительного вала впускных клапанов, датчик 9 положения распределительного вала выпускных клапанов, масляный насос 10.

Корпус механизма газораспределения устанавливается на головке блока цилиндров двигателя. Внутри корпуса размещены каналы для подвода и отвода масла к гидроуправляемым муфтам поворота обоих распределительных валов.



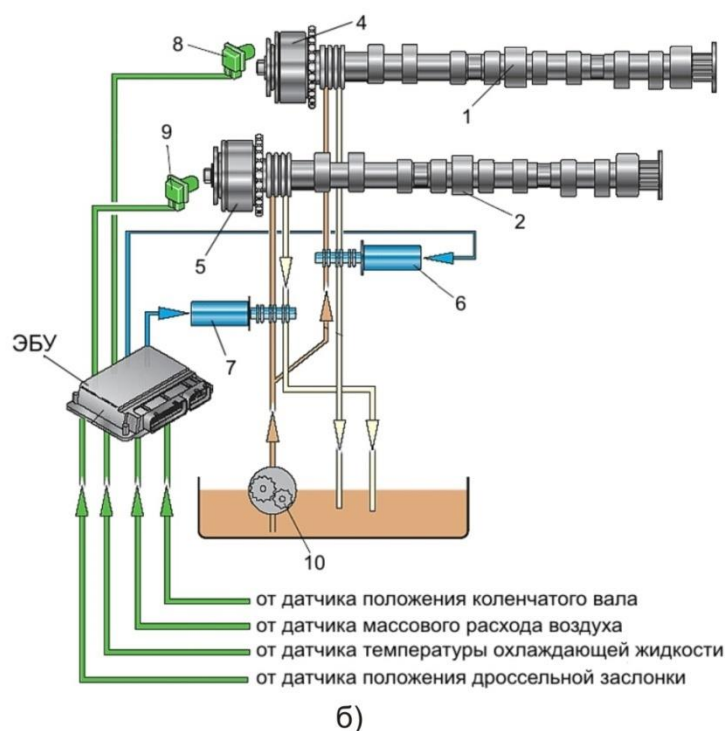


Рис.5.8. Электронная система регулирования фаз газораспределения:
а) конструктивная схема; б) схема работы

В целом электронная система регулирования фаз газораспределения работает следующим образом.

По сигналам датчиков положения коленчатого вала, массового расхода воздуха, температуры охлаждающей жидкости и положения дроссельной заслонки электронный блок управления двигателем подсчитывает оптимальные фазы газораспределения для любых режимов работы двигателя и подает соответствующую команду электрогидравлическому клапану. Помимо этого, на основании сигналов, полученных от датчиков положения коленчатого и распределительных валов, электронный блок управления устанавливает фактические фазы газораспределения, чем обеспечивается обратная связь в регулирования фаз.

Получив команду от электронного блока управления, электрогидравлический клапан перераспределяет движение поступающего в него под давлением масла или в канал опережения, или в канал запаздывания открытия клапанов, по которым оно поступает в соответствующие полости гидроуправляемой муфты, ротор которой поворачивается в ту или иную сторону, обеспечивая тем самым поворот распределительного вала и, как следствие, плавное изменение фаз газораспределения.

В некоторых ГРМ имеется возможность отключать один из впускных клапанов в каждом цилиндре. Такое устройство используется компанией Honda в высокофорсированном двигателе CVT. Здесь не обеспечивается полное отключение клапана, а происходит его открытие на небольшую величину в целях исключения возможности его прихвата к седлу.

Альтернативной разработкой, впервые использовавшейся фирмой Toyota, а сейчас широко применяемой в двигателях с двумя впускными клапанами на цилиндр, стало простое закрытие одного из впускных патрубков с помощью автоматически управляемой заслонки. Обычно два впускных патрубка имеют разную форму: один, который всегда остается открытым, имеет форму, которая обеспечивает турбулизацию горючей смеси в камере сгорания, чтобы создать хорошо перемешанный поток, необходимый работе двигателя на малых оборотах, и другой, короткий прямой патрубок, открывающийся при высоких оборотах и нагрузке обеспечивает максимально возможное наполнение цилиндров.

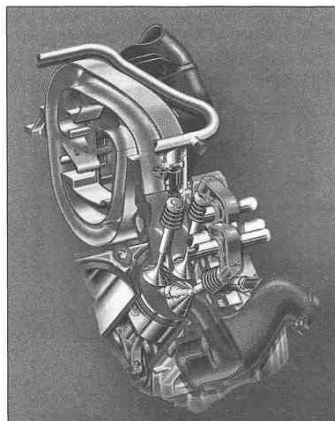


Рис. 5.9. Схема механизма постоянного изменения длины впускного трубопровода двигателя Mercedes

Двигатели, имеющие устройства такого типа, получили название двигателей с изменяемой длиной впускных трубопроводов. Более сложные системы могут постоянно и плавно изменять длину впускных трубопроводов. Такую систему применяют на некоторых двигателях BMW (рис. 9).

Перспективными конструкциями ГРМ являются механизмы без распределительного вала, в которых клапаны управляются индивидуальными устройствами с помощью электромагнитных соленоидов. Использование такой техники дает возможность индивидуального контроля за работой каждого клапана. При этом можно не только оптимально управлять временем открытия каждого клапана и обеспечивать получение максимальных мощности или крутящего момента, но и отключать некоторые цилиндры полностью или переводить их на малую нагрузку для более эффективной работы остальных цилиндров. Можно переводить двигатель в режим компрессора, разгружая, таким образом, тормоза, и, возможно, запасая часть энергии при спуске с возвышенности (рекуперация). Но главное преимущество этой системы заключается в том, что время и степень открытия клапанов в любой момент времени могут быть оптимальными для работы двигателя при данных условиях движения. Сегодня уже созданы такие экспериментальные системы (рис. 10) с хорошей эффективностью действия (уменьшено потребление топлива до 20 %). Кроме того, конструкция самого двигателя может быть упрощена, потому что обычный привод – цепи, зубчатые ремни, механизм натяжения, шестерни и кулачковые валы – становятся препятствием

на пути к широкому применению таких «бескулачковых» клапанных механизмов.

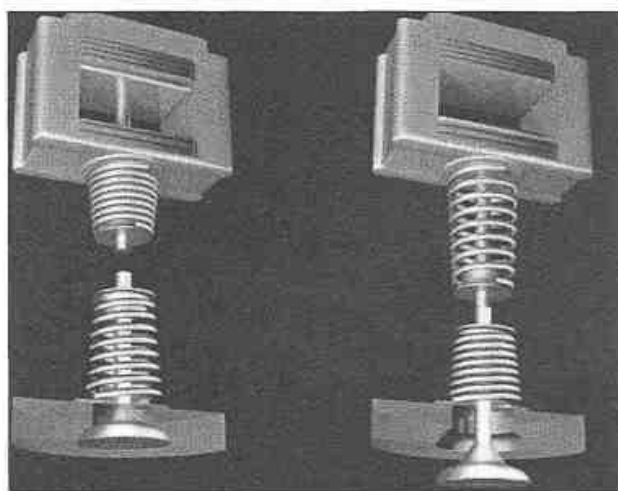


Рис. 5.10. Привод клапанов газораспределительного механизма с помощью соленоидов электромагнитов (Renault)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Изучение устройства и работы системы питания карбюраторных бензиновых двигателей

Цель работы: закрепить теоретические знания по устройству и работе системы питания карбюраторных бензиновых двигателей

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и материалы

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Стенды: «Система питания двигателя ЗИЛ-131», «Система питания двигателя ЗМЗ-402», «Карбюратор К-126Г».

Узлы системы питания: «Карбюратор К-126Г», «Бензонасос двигателя ВАЗ-2107», «Фильтр тонкой очистки двигателя ЗМЗ-402».

Плакаты: «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110», «Система питания двигателя ВАЗ-2110»

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить общее устройство и работу системы питания карбюраторных бензиновых двигателей.
2. Изучить устройство карбюратора.
3. Изучить устройство топливного бака, топливных и воздушного фильтров, топливного насоса, впускного и выпускного трубопроводов и глушителя.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать работу системы питания бензиновых карбюраторных двигателей.
2. Вычертить схему и описать работу простейшего карбюратора.
3. Вычертить схему и описать работу главного дозирующего устройства карбюратора.
4. Вычертить схему и описать работу экономайзера карбюратора.
5. Вычертить схему и описать работу системы холостого хода карбюратора.
6. Вычертить схему и описать работу ускорительного насоса карбюратора.
7. Описать устройство и работу топливного насоса.
8. Описать устройство и работу топливного фильтра тонкой очистки.
9. Описать устройство и работу воздушного фильтра.
10. Описать устройство и работу глушителя.
11. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 10, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Из каких узлов состоит система питания бензиновых карбюраторных двигателей?
2. Каково назначение карбюратора и из каких систем и устройств он состоит?
3. Почему конструкция карбюратора не ограничивается его простейшим видом?
4. Для чего предназначены главное дозирующее устройство, экономайзер, система холостого хода, ускорительный насос и пусковое устройство карбюратора?

6.1. СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

6.1.1. Конструкция и работа системы питания

Система питания карбюраторного двигателя служит для приготовления горючей смеси, состоящей из паров топлива и воздуха, подачи ее в цилиндры двигателя, а также удаления из цилиндров отработавших газов. На различных режимах работы двигателя количество и качество горючей смеси должно быть различным, и это тоже обеспечивается системой питания.

В систему питания карбюраторного двигателя входят приборы и устройства для хранения топлива и контроля его количества; фильтрации и подачи топлива; фильтрации и подачи воздуха, а также приготовления горючей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя; отвода газов из цилиндра и глушения шума при выпуске.

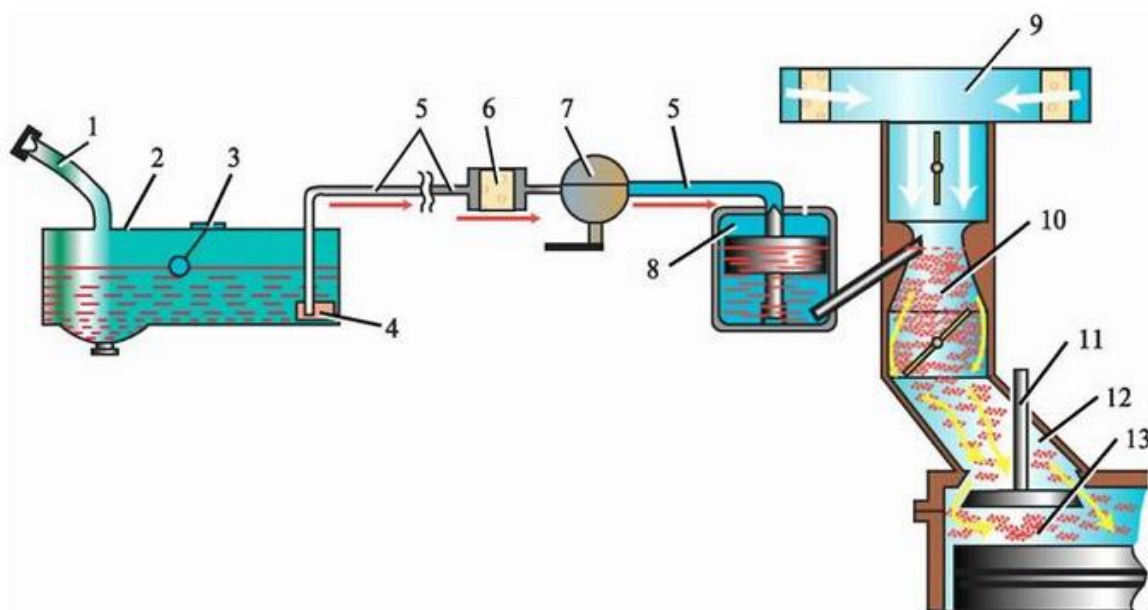


Рис.6.1. Система питания карбюраторного двигателя: 1 – заливная горловина с пробкой; 2 – топливный бак; 3 – датчик указателя уровня топлива с поплавком; 4 – топливозаборник с фильтром; 5 – топливопроводы; 6 – фильтр тонкой очистки топлива; 7 – топливный насос; 8 – поплавковая камера карбюратора с поплавком; 9 – воздушный фильтр; 10 – смесительная камера карбюратора; 11 – впускной клапан; 12 – впускной трубопровод; 13 – камера сгорания

На рис. 6.1 приведена принципиальная схема системы питания автомобильного карбюраторного двигателя. Топливо из бака 2 с заливной горловиной 1, закрытой пробкой 3, подается насосом 7 по топливопроводам 5 к поплавковой камере 8 карбюратора, проходя очистку в фильтре 4

топливозаборника и фильтре 6 тонкой очистки топлива. Количество топлива в баке контролируют по указателю, в электрическую цепь которого включен датчик 3. Воздух поступает в смесительную камеру 10 карбюратора через воздушный фильтр 9. В эту же камеру из поплавковой камеры засасывается топливо. Приготовленная в карбюраторе горючая смесь при открытом впускном клапане 11 подается в камеру сгорания 13 цилиндра двигателя по впускному трубопроводу 12, в котором она подогревается. Отработавшие газы отводятся из цилиндров в атмосферу через систему выпуска, состоящую из выпускного трубопровода и глушителя шума.

6.1.2. Конструкция элементов системы питания

6.1.2.1. Карбюратор

Карбюратор prepares горючую смесь, соответствующую по составу режиму работы двигателя. На большинстве современных двигателей установлены многокамерные эмульсионные карбюраторы с падающим потоком.

Применение вместо однокамерных карбюраторов многокамерных, имеющих две или четыре смесительные камеры, объединенные в общем корпусе, позволяет повысить мощность двигателей вследствие лучшей дозировки и распределения горючей смеси по цилиндрам. Смесительные камеры в двухкамерных карбюраторах имеют одинаковое устройство и могут работать одновременно. Такие карбюраторы называются карбюраторами с параллельным включением камер. В других двухкамерных карбюраторах сначала включается в работу одна, так называемая основная, или первичная камера, а при увеличении нагрузки подключается вторая, дополнительная, или вторичная камера. Эти карбюраторы называются карбюраторами с последовательным включением камер. Четырехкамерные карбюраторы представляют собой блок спаренных двухкамерных карбюраторов с последовательным включением камер.

Любой карбюратор включает в себя поплавковую камеру, главное дозирующее устройство, экономайзер, систему холостого хода, ускорительный насос и пусковое устройство.

В двухкамерном карбюраторе каждая камера имеет отдельные главное дозирующее устройство и систему холостого хода. Поплавковая камера, экономайзер, ускорительный насос и воздушная заслонка являются общими для обеих камер.

6.1.2.1.1. Простейший карбюратор

Схема простейшего (элементарного) карбюратора с движением воздуха сверху вниз (падающим потоком) показана на рис. 6.2.

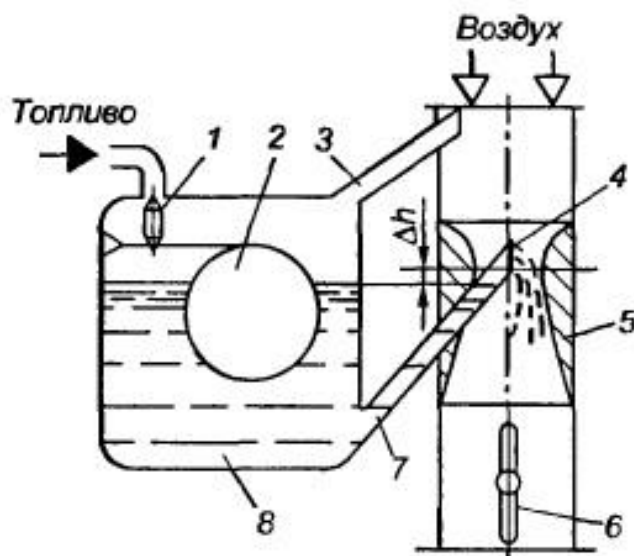


Рис.6.2. Принципиальная схема простейшего карбюратора: 1 — запорный клапан; 2 — поплавок; 3 — балансирующий канал; 4 — распылитель; 5 — диффузор; 6 — дроссельная заслонка; 7 — жиклер; 8 — поплавковая камера.

Основными элементами карбюратора являются поплавковая камера 8 с поплавком 2 и запорным клапаном 1, топливный жиклер 7, дроссельная заслонка 6, распылитель 4 и диффузор 5. Свободный от топлива объем поплавковой камеры сообщается, как показано на рис.2, с началом воздушного канала. В этом случае поплавковую камеру называют сбалансированной.

С помощью поплавка 2 и игольчатого клапана 1 в поплавковой камере 8 поддерживается примерно постоянный уровень топлива. Топливо поступает в поплавковую камеру из бака через трубопровод. В камере находится поплавок 2, который действует на запорный клапан 1. При достижении топливом предельного уровня в поплавковой камере поплавок прижимает запорный клапан 1 к седлу, прекращая доступ топлива. При снижении уровня топлива поплавок опускается и открывает доступ топлива в камеру. Чем больше расход топлива, тем ниже его уровень и тем большее проходное сечение для топлива создается между запорным клапаном и седлом. Для предотвращения вытекания топлива через распылитель устье распылителя располагают выше уровня топлива в поплавковой камере на величину $\Delta h = 2\text{—}8\text{ мм}$.

Топливный жиклер 7 дозирует топливо, поступающее через распылитель 4 в воздушный канал карбюратора.

За диффузором 5 в воздушной трубе находится дроссельная заслонка 6, связанная с педалью. Водитель, нажимая на педаль, меняет положение дроссельной заслонки и регулирует количество горючей смеси, подаваемой в цилиндры. Чем больше открыта дроссельная заслонка, тем большее количество горючей смеси поступает в цилиндры и тем большую мощность

может развивать двигатель. Участок трубы от горловины диффузора 5 до оси дроссельной заслонки 6 называют смесительной камерой

На тракте впуска между окружающей средой и цилиндром создается перепад давлений, в результате которого воздух из окружающей среды поступает в воздушный канал карбюратора и движется по этому каналу. В диффузоре 5 сечение воздушного потока уменьшается, в результате чего повышается его скорость и создается местное разрежение. Максимального значения разрежение достигает в наиболее узкой части диффузора, где обычно устанавливается сопло распылителя 4. Под действием разрежения в диффузоре топливо из распылителя фонтанирует в воздушный канал. При выходе из сопла распылителя топливо подхватывается воздушным потоком и, перемещаясь по воздушному каналу со значительно меньшей скоростью, чем воздух, мелко распыляется. Затем в смесительной камере, которая находится в зоне дроссельной заслонки, распыленное топливо частично испаряется, образуя горючую смесь.

Одной из основных трудностей приготовления горючей смеси является кратковременность этого процесса. Скорость движения воздуха и смеси во впускном тракте двигателя составляет 30—100 м/с, а время смесеобразования иногда не превышает 0,02 с. Улучшению испарения топлива и процесса смесеобразования в этих условиях способствуют применение в качестве топлива легкоиспаряющейся жидкости, увеличение поверхности испарения распыливанием топлива и обдув поверхности капель топлива, пониженное давление среды, в которую вытекает топливо, подогрев топлива и воздуха, подача из распылителя эмульсии.

По мере открытия дроссельной заслонки увеличивается количество воздуха, проходящего через карбюратор, возрастают его скорость и разрежение в диффузоре, что увеличивает расход топлива. Однако требуемого соответствия между повышением расходов воздуха и топлива не происходит, вследствие чего горючая смесь, приготовляемая простейшим карбюратором, при увеличении открытия дроссельной заслонки обогащается. Сопоставление характера изменения составов смеси простейшего и идеального карбюраторов позволяет сделать заключение о том, что при работе двигателя на различных режимах простейший карбюратор prepares смесь, состав которой не соответствует требуемому. Кроме того, при небольших нагрузках разрежение в диффузоре простейшего карбюратора настолько мало, что приготовление горючей смеси становится невозможным.

Для исправления характеристики простейшего карбюратора, служащего основой современных карбюраторов, его дополняют рядом устройств, обеспечивающих приготовление на различных режимах горючей смеси, близкой по составу к требуемой.

Для автомобильных карбюраторных двигателей характерны следующие режимы работы: пуска двигателя, требующего вследствие плохого испарения топлива очень богатой смеси; холостого хода и малых нагрузок ($\alpha = 0,6 - 0,8$);

частичных нагрузок ($\alpha = 0,9 - 1,1$); максимальных (полных) нагрузок ($\alpha = 0,8 - 0,9$); резкого открытия дроссельной заслонки, которое не должно сопровождаться ощутимым обеднением горючей смеси.

Соответственно основным режимам работы двигателя карбюратор имеет следующие дозирующие системы и устройства: пусковое устройство, систему холостого хода, главное дозирующее устройство, экономайзер, эконостат (не обязательно) и ускорительный насос.

6.1.2.1.2. Главное дозирующее устройство

Главное дозирующее устройство обеспечивает приготовление горючей смеси, близкой по составу к экономичной во всем диапазоне частичных нагрузок. Оно состоит из простейшего карбюратора и компенсирующего устройства, назначением которого является обеднение смеси в необходимых пределах по мере роста расхода воздуха.

По способу компенсации главные дозирующие устройства могут быть нескольких типов. На большинстве современных отечественных автомобильных двигателей применены карбюраторы, имеющие главные дозирующие системы с понижением разрежения у топливного жиклера (с пневматическим торможением топлива).

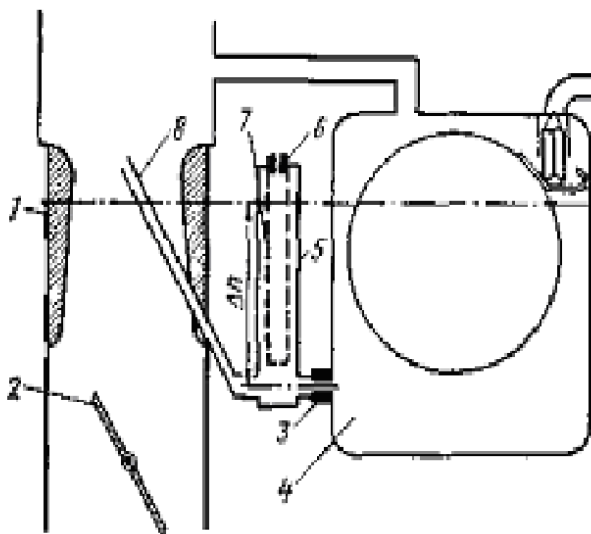


Рис. 6.3. Схема главного дозирующего устройства с понижением разрежения у топливного жиклера

Схема главного дозирующего устройства с понижением разрежения у топливного жиклера показана на рис.6.3. От простейшего карбюратора рассматриваемая система отличается наличием колодца 5 и воздушного жиклера 6, который сообщает колодец с атмосферой.

При работе двигателя поступающее из поплавковой камеры 4 в колодец топливо через жиклер 3 и воздух через жиклер 6 смешиваются, образуют эмульсию, которая подается распылителем 8 в диффузор 1. Чтобы лучше эмульсировалось топливо, в колодце установлена трубка 7 (такие

карбюраторы называют эмульсионными). Основное влияние на расход топлива оказывает разрежение, передающееся в полость колодца из диффузора. Чем больше разрежение, тем больше расход топлива через жиклер 3. Воздух, поступающий в колодец через жиклер 6, изменяет разрежение перед жиклером 3. При этом интенсивность истечения топлива снижается (затормаживается) по сравнению с простейшим карбюратором. Подбором размера воздушного жиклера можно обеспечить такую закономерность изменения разрежения у топливного жиклера, которая позволяет по мере открытия дроссельной заслонки 2 и увеличения разрежения в диффузоре обеднять горячую смесь до желаемых пределов.

6.1.2.1.3. Экономайзер

Экономайзер обогащает приготавливаемую главным дозирующим устройством горючую смесь при работе двигателя в режиме максимальных нагрузок. Привод экономайзера может быть механическим или пневматическим.

Экономайзер с механическим приводом состоит из клапана 7 (рис. 6.4), установленного в поплавковой камере 3 карбюратора, жиклера 6, через который топливо от клапана может поступать в распылитель главной дозирующей системы, и толкателя 4 с подвижной стойкой 2, соединенной с дроссельной заслонкой 1.

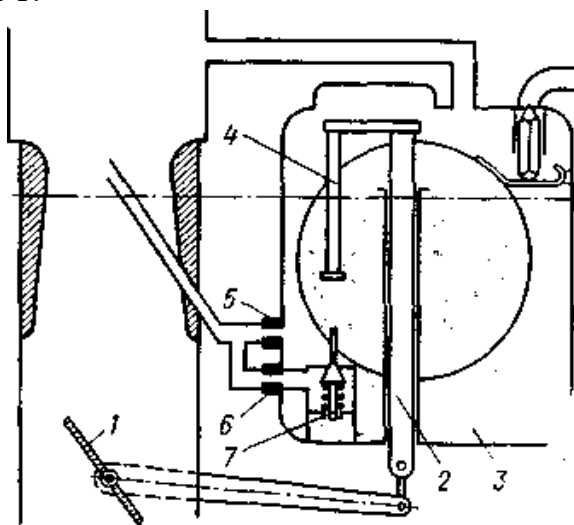


Рис. 6.4. Схема экономайзера с механическим приводом

Когда угол поворота оси дроссельной заслонки составляет 80 — 85% максимального угла, толкатель 4 опускается настолько, что открывает клапан 7. При этом топливо из поплавковой камеры 3 начинает поступать в распылитель через два жиклера 5 и 6 экономайзера, в результате чего горючая смесь обогащается. Степень обогащения зависит от размеров жиклера 6, которые выбирают таким образом, чтобы обеспечить получение горючей смеси мощностного состава. Момент включения экономайзера

зависит от длины толкателя 4. В современных карбюраторах длина толкателя регулируемая.

Момент включения экономайзера с пневматическим приводом определяется не только положением дроссельной заслонки (нагрузкой), но и частотой вращения коленчатого вала двигателя.

6.1.2.1.4. Эконостат

Эконостат представляет собой обогащающее устройство, устраняющее чрезмерное обеднение горючей смеси в ограниченном диапазоне нагрузок. Эконостаты выполняют по схемам, аналогичным схемам главной дозирующей системы или простейшего карбюратора. В первом случае эконостаты имеют топливный и воздушный жиклеры, а во втором - только топливный жиклер.

6.1.2.1.5. Система холостого хода

Система холостого хода служит для приготовления горючей смеси на режиме холостого хода, когда главная дозирующая система не работает.

Распространенная схема системы холостого хода показана на рис. 6.5 а. Распылитель системы имеет два отверстия 2 и 4, выполненные в трубе карбюратора. Когда дроссельная заслонка 1 закрыта, отверстие 2 находится ниже заслонки, а отверстие 4 — выше ее кромки, в месте, где разрежение мало.

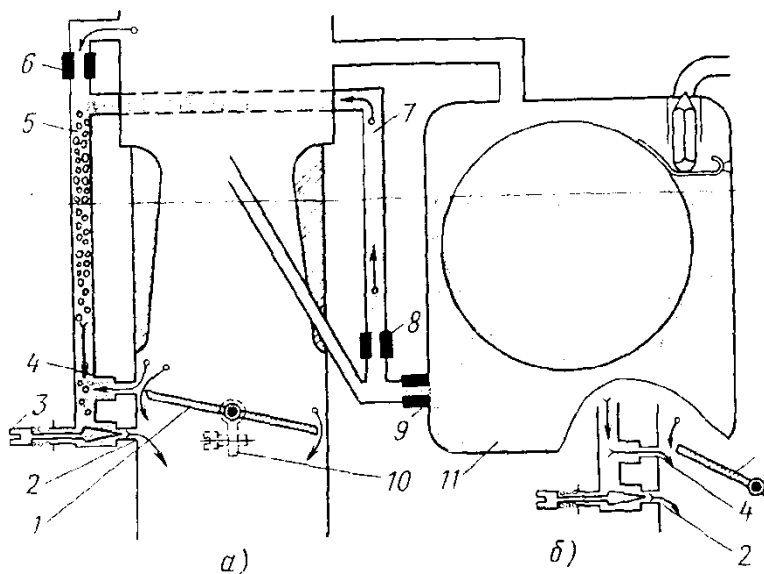


Рис. 6.5. Схема системы холостого хода

Степень закрытия дроссельной заслонки на режиме холостого хода изменяют регулировочным винтом 10. К системе холостого хода относятся также каналы 5 и 7, воздушный жиклер 6 и топливный жиклер 8. При работе двигателя на режиме холостого хода разрежение, возникающее за

дроссельной заслонкой, передается через каналы 5 и 7 к топливному жиклеру 8. Вследствие этого из поплавковой камеры 11 начинает поступать топливо в каналы 7 и 5 через топливный жиклер 9 главной дозирующей системы и топливный жиклер 8 холостого хода. В канале 5 топливо смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклер 6, а в зоне отверстия 4 к образующейся эмульсии добавляется воздух. Через отверстие 2 в пространство за дроссельной заслонкой поступает эмульсия, которая подхватывается потоком воздуха, смешивается с ним, в результате чего образуется горючая смесь. Количество поступающей эмульсии можно регулировать винтом 3.

При открытии дроссельной заслонки расход воздуха через диффузор увеличивается, а разрежение за заслонкой уменьшается. Однако обеднения смеси не наступает, так как оба отверстия распылителя системы холостого хода оказываются расположенными за дроссельной заслонкой (рис. 6.5,6) и через отверстие 4 начинает поступать эмульсия. Так обеспечивается плавный переход от режима холостого хода к режимам нагрузки.

6.1.2.1.6. Ускорительный насос

Ускорительный насос предназначен для устранения обеднения смеси и улучшения приемистости двигателя в некоторых условиях движения автомобиля (обгон, подъем), когда режим работы двигателя резко меняется. При резком открытии дроссельной заслонки на короткий момент наступает обеднение смеси, так как расход воздуха и подача топлива увеличиваются в неодинаковой мере.

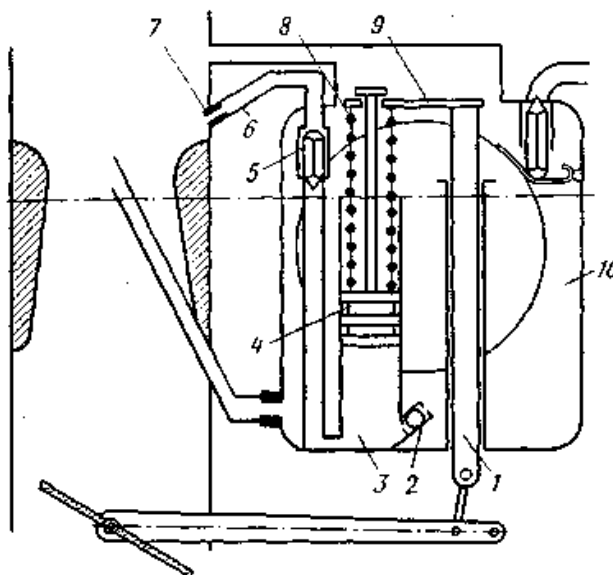


Рис. 6.6. Схема ускорительного насоса

Колодец 3 (рис.6.6) ускорительного насоса находится в поплавковой камере 10 и сообщается с ней через обратный шариковый клапан 2. В колодце имеется поршень 4, на штоке которого установлена пружина 8.

Пружина упирается в планку 9, закрепленную на подвижной стойке 1, которая соединяется с дроссельной заслонкой. В распылителе 6 ускорительного насоса, расположенного над верхней кромкой диффузора, установлен жиклер 7 с небольшим выходным отверстием. В канале, по которому подается топливо к распылителю, размещен нагнетательный клапан 5.

Под поршнем ускорительного насоса находится топливо, поступающее в насос из поплавковой камеры через клапан 2. При резком открытии дроссельной заслонки планка 9 сжимает пружину 8 и поршень оказывает на топливо давление, под действием которого обратный клапан закрывается и прекращает доступ топлива назад, в поплавковую камеру, а нагнетательный клапан поднимается со своего седла. Топливо впрыскивается в трубу карбюратора, и тем самым предотвращается обеднение горючей смеси. Для лучшей приемистости впрыскивание растягивается на 2 - 3 с, что обеспечивается подбором пружины 8 с соответствующей характеристикой.

При плавном открытии дроссельной заслонки горючая смесь не обогащается, так как медленно опускающийся поршень вытесняет топливо из колодца ускорительного насоса через обратный клапан назад, в поплавковую камеру.

6.1.2.1.7. Пусковое устройство

Пусковое устройство служит для приготовления горючей смеси при пуске холодного двигателя, когда условия образования горючей смеси неблагоприятны. Частота вращения коленчатого вала двигателя при пуске составляет 50—100 об/мин, вследствие чего скорость и разрежение воздуха в диффузоре карбюратора малы — распыление и обдув топлива, а также его испарение недостаточны. Кроме того, в холодном двигателе часть паров топлива на пути в цилиндры конденсируется на стенках впускного трубопровода. Для того чтобы в цилиндры двигателя поступало достаточное для воспламенения смеси количество испарившегося топлива, необходимо резко обогащать горючую смесь в карбюраторе.

Пусковым устройством служит воздушная заслонка, с помощью которой перекрывают при пуске холодного двигателя воздушную трубу карбюратора перед распылителями и диффузором. При этом количество воздуха, проходящего через карбюратор, уменьшается, а разрежение в диффузоре становится настолько значительным, что топливо начинает вытекать из распылителя главной дозирующей системы, обеспечивая образование горючей смеси. После первой вспышки воздух поступает через автоматический клапан на воздушной заслонке. По мере прогрева двигателя воздушную заслонку приоткрывают вручную.

Для автоматического постепенного открытия воздушной заслонки на некоторых карбюраторах двигателей легковых автомобилей применяют

автоматические устройства, реагирующие как на повышение температуры, так и на рост частоты вращения коленчатого вала.

6.1.2.2. Топливный бак

Топливный бак служит для хранения запаса топлива, необходимого для определенного пробега автомобиля. На автомобилях применяют сварные, штампованные из стали топливные баки, освинцованные для предохранения от коррозии, или пластмассовые. Наполненный бензином бак обеспечивает пробег автомобиля 350..400 км.

Топливный бак (рис. 6.7) сварен из двух корытообразных половин 1. В верхней части бак имеет заливную горловину, состоящую из приемной 13 и наливной 10 труб с уплотнителем 8 и резинового соединительного шланга 11. Заливная горловина закрывается резьбовой герметичной пробкой 6 с прокладкой 7. В нижней части бака находится сливное отверстие с резьбовой пробкой 14. Количество топлива в баке контролируют указателем, датчик 3 которого установлен внутри бака. Топливо забирается из бака через топливоприемную трубку 2, имеющую сетчатый фильтр, и через шланг 4 и топливопровод 5 поступает в топливный насос. Связь внутренней полости бака с окружающей средой и ее вентиляция осуществляются через воздушную 12 и вентиляционную 9 трубки.

В топливных баках легковых автомобилей часто для увеличения жесткости и уменьшения колебаний топлива при движении внутри имеются специальные перегородки. Кроме того, в нижней части бака размещается противоотливное устройство, изготовленное в виде стакана диаметром 150 мм и высотой 80 мм. Это устройство предназначено для исключения перебоев в работе двигателя и его остановки при резком трогании с места или резком торможении, а также при движении автомобиля на больших скоростях на поворотах.

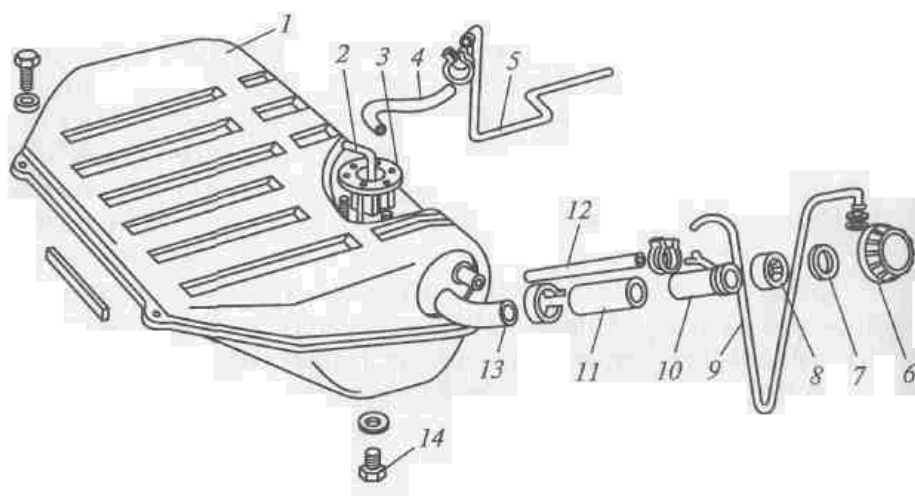


Рис.6. 7. Топливный бак: 1 - половина бака; 2, 9, 12 -трубки; 3 - датчик; 4, 11 - шланги; 5 - топливопровод; 6, 14 - пробки; 7 - прокладка; 8 - уплотнитель; 10, 13 – трубы

Форма топливного бака во многом зависит от его размещения на автомобиле. Бак может располагаться под полом кузова, в багажнике, под задним и за задним сиденьем, т.е. в местах, более защищенных от ударов при столкновениях. Прикрепляется топливный бак к кузову автомобиля.

6.1.2.3. Топливный насос

Топливный насос служит для подачи топлива из топливного бака в карбюратор. На двигателях автомобилей устанавливают саморегулирующиеся топливные насосы диафрагменного типа. В топливном насосе (рис. 6.8) между верхней 7 (с крышкой 9) и нижней 1 частями корпуса установлен блок диафрагм 3, который соединен со штоком 11. Шток охватывается вильчатым концом балансира 75 рычага 16 привода насоса. На штоке установлена пружина 2 блока диафрагм. В верхней части корпуса насоса находятся всасывающий 10 и нагнетательный 4 клапаны. Привод насоса осуществляется толкателем от эксцентрика вала привода масляного насоса. Под воздействием эксцентрика толкатель нажимает на верхнюю часть рычага 16, а балансир 15 через шток 11 перемещает блок диафрагм 3 вниз. При этом пружина 2 сжимается, объем полости над блоком диафрагм увеличивается, и топливо под действием разрежения из бака поступает в насос через всасывающий патрубок 8, сетчатый фильтр 6 и всасывающий клапан 10. Нагнетательный клапан насоса при этом закрыт. Вверх блок диафрагм перемещается под действием пружины 2, когда балансир 15 не удерживает шток 11.

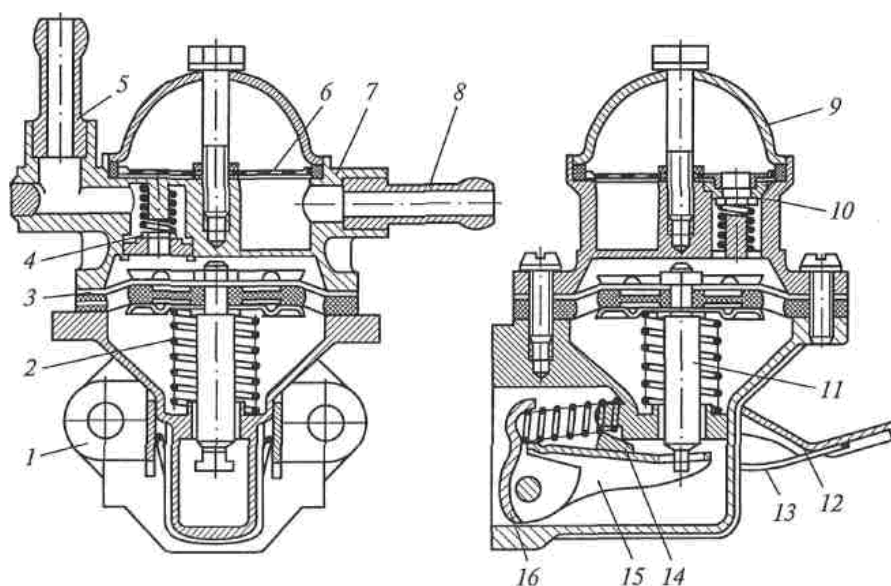


Рис. 6.8 Топливный насос: 1,7 - части корпуса; 2, 13 - пружины; 3 - блок диафрагм; 4, 10 - клапаны; 5,8 - патрубки; 6 - фильтр; 9 - крышка; 11 - шток; 12, 16 - рычаги; 14 - эксцентрик; 15 – балансир

Под давлением топлива открывается нагнетательный клапан 4, и топливо через нагнетательный патрубок 5 поступает в карбюратор. Всасывающий клапан в этом случае закрыт. Когда поплавковая камера карбюратора будет заполнена, запорная игла поплавка перекроет доступ топлива в карбюратор. При этом блок диафрагм топливного насоса останется в нижнем положении, и рычаг 16 с балансиром будет перемещаться вхолостую. Рычаг 12 с пружиной 13 служит для ручной подкачки топлива в карбюратор перед пуском двигателя. Он воздействует на балансир 15 через эксцентрик 14. Насос саморегулируется, - при небольших расходах топлива ход блока диафрагм недоиспользуется, а ход рычага механической подкачки топлива с балансиром будет частично холостым. Насос устанавливается на специальном приливе на блоке цилиндров двигателя и крепится к нему двумя шпильками.

6.1.2.4. Топливный фильтр тонкой очистки

Топливный фильтр тонкой очистки очищает топливо, поступающее в карбюратор, от механических примесей. Очистка топлива необходима, чтобы не засорились каналы и жиклеры карбюратора, имеющие малые сечения. Фильтр тонкой очистки топлива может быть неразборным, с бумажным фильтрующим элементом, и разборным.

Разборный фильтр (рис.6. 9) состоит из корпуса 4, отстойника 3 и фильтрующего элемента 2. Фильтрующий элемент изготовлен из латунной сетки, намотанной в два слоя на стакан из алюминиевого сплава, который имеет на боковой поверхности ребра и отверстия для прохода топлива. Сетка на стакане удерживается пружиной, надетой снаружи на фильтрующий элемент.

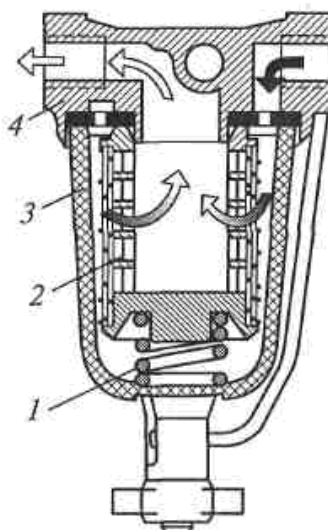


Рис.6. 9. Разборный топливный фильтр тонкой очистки: 1 — пружина; 2 — фильтрующий элемент; 3 — отстойник; 4 — корпус

Фильтрующий элемент 2 находится внутри отстойника 3 и поджимается пружиной 1 к корпусу фильтра через уплотнительную прокладку.

При очистке топливо сначала поступает в отстойник, где осаждаются наиболее крупные частицы примесей, а затем очищается, проходя через сетку внутрь стакана фильтрующего элемента.

Фильтры тонкой очистки топлива обычно устанавливаются между топливным насосом и карбюратором.

6.1.2.5. Воздушный фильтр

Воздушный фильтр очищает воздух, поступающий в карбюратор, от пыли и других примесей. Пыль содержит мельчайшие кристаллы твердого кварца, которые, оседая на смазываемые поверхности трущихся деталей двигателя, вызывают их интенсивное изнашивание.

На двигателях автомобилей применяют главным образом воздушные фильтры сухого типа со сменными бумажными или картонными фильтрующими элементами.

Воздушный фильтр (рис. 6.10а) состоит из корпуса 1, крышки и фильтрующего элемента 3. Стальной штампованный корпус имеет патрубок 10 забора холодного воздуха из подкапотного пространства, патрубок 2 забора теплого воздуха из воздухозаборника на выпускном трубопроводе, вытяжной коллектор системы вентиляции картера двигателя и оси Укрепления крышки. Корпус фильтра устанавливается на карбюраторе и крепится к нему на четырех шпильках самоконтрящимися гайками. Крышка корпуса фильтра — стальная, штампованная, имеет перегородку 8, в зависимости от расположения которой обеспечивается сезонная регулировка температуры воздуха, поступающего в двигатель. Летом крышку фильтра устанавливают так, что перегородка 8 перекрывает патрубок 2, и в двигатель поступает холодный воздух. Зимой крышку устанавливают в положение, при котором перегородка 8 перекрывает патрубок 10, и в двигатель поступает теплый воздух. Герметичность соединения крышки и корпуса фильтра обеспечивается резиновой прокладкой 6. Фильтрующий элемент 3 имеет цилиндрическую форму. Он состоит из гофрированного картонного фильтра 5 и обкладки-предочистителя 4 из нетканого синтетического материала (слоя синтетической ваты). Обкладка-предочиститель выполняет роль элемента предварительной очистки воздуха и увеличивает пылеемкость фильтра. Воздух, поступающий в фильтр, сначала проходит через обкладку-предочиститель, а потом через картонный фильтрующий элемент.

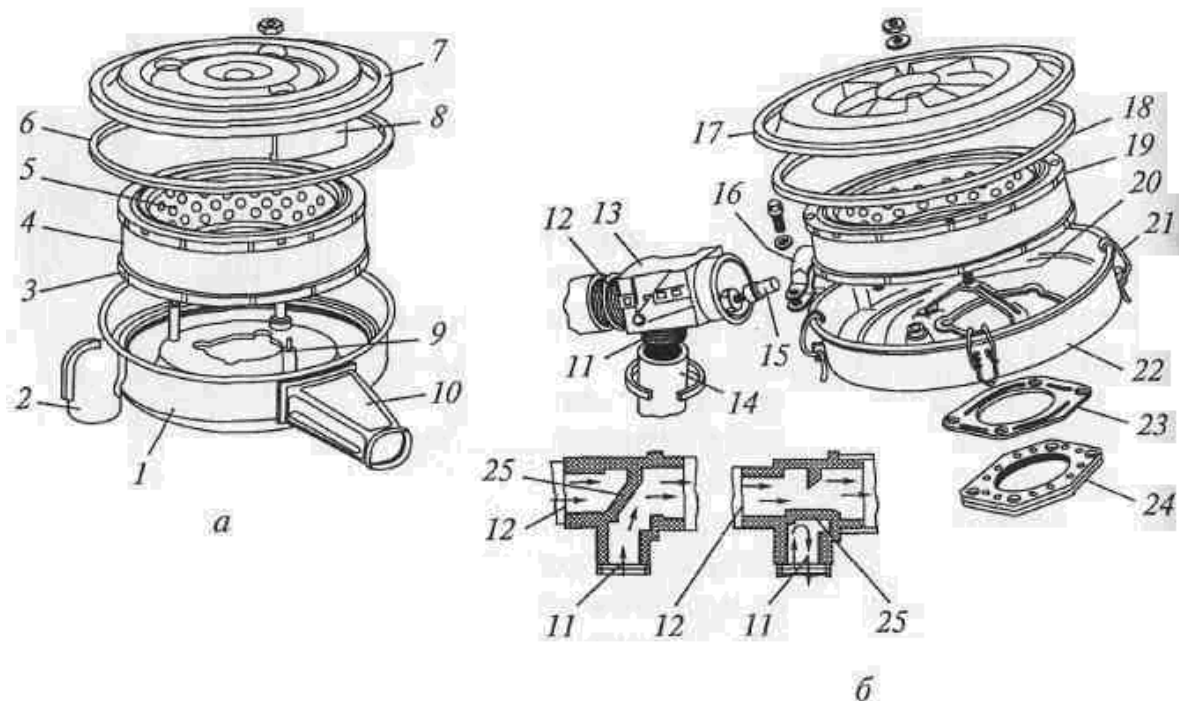


Рис. 6.10. Воздушные фильтры: а - без терморегулятора; б - с терморегулятором; 1, 22 - корпуса; 2, 10, 11, 12, 16 - патрубки; 3, 19 - фильтрующие элементы; 4 - обкладка; 5 - фильтр; 6, 18, 24 - прокладки; 7, 17 - крышки; 8 - перегородка; 9 - ось; 13 - терморегулятор; 14 - шланг; 15 - термосиловой элемент; 20 - шпилька; 21 - защелка; 23 - пластина; 25 — заслонка

Воздушный фильтр, приведенный на рис. 6.10 б, имеет терморегулятор. Корпус 22 и крышка 17 фильтра — стальные, штампованные. В корпусе размещен картонный фильтрующий элемент 19 с наружным слоем синтетической ваты для предварительной очистки воздуха, увеличивающий пылеемкость фильтра. Фильтрующий элемент плотно прижимается к корпусу крышкой, которая крепится к корпусу на шпильке 20 гайкой и четырьмя защелками 21. Шпилька установлена в кронштейне, приваренном к корпусу. Герметичность крышки с корпусом обеспечивается уплотнительной прокладкой 18. Корпус фильтра устанавливается на карбюраторе и крепится к нему через пластину 23 и резиновую прокладку 24 на четырех шпильках самоконтрящимися гайками. Корпус снизу имеет патрубок для отсоса картерных газов, а сбоку — патрубок 16 забора воздуха, на котором стяжным болтом закреплен терморегулятор 13. Терморегулятор обеспечивает постоянную подачу в воздушный фильтр подогретого до температуры 25... 35 °С воздуха. Он имеет пластмассовый корпус с патрубком 12 подвода холодного воздуха и патрубком 11 со шлангом 14 подвода теплого воздуха. Внутри терморегулятора находится заслонка 25 с приводом от термосилового элемента 15, который позволяет автоматически поддерживать требуемую температуру воздуха, поступающего в воздушный фильтр. При температуре воздуха ниже 25 °С заслонка перекрывает патрубок 12 подвода

холодного воздуха, и в фильтр поступает через патрубок 11 теплый воздух из зоны выпускного трубопровода двигателя. При температуре воздуха более 35 °С заслонка перекрывает патрубок 11, и через патрубок 12 поступает холодный воздух из подкапотного пространства двигателя. Промежуточные положения заслонки терморегулятора обеспечивают подачу смеси теплого и холодного воздуха, что способствует лучшему смесеобразованию, более полному сгоранию смеси и, как следствие, снижению токсичности отработавших газов и уменьшению расхода топлива.

6.1.2.6. Впускной и выпускной трубопроводы

Впускной и выпускной трубопроводы обеспечивают подачу в цилиндры горючей смеси и удаление отработавших газов. Впускной трубопровод служит для равномерной подачи горючей смеси в цилиндры двигателя. На двигателях легковых автомобилей применяют впускной трубопровод, отлитый из алюминиевого сплава. Для лучшего испарения топлива, оседающего на стенках, трубопровод имеющий обогреватель (рубашку), в котором циркулирует жидкость системы охлаждения двигателя.

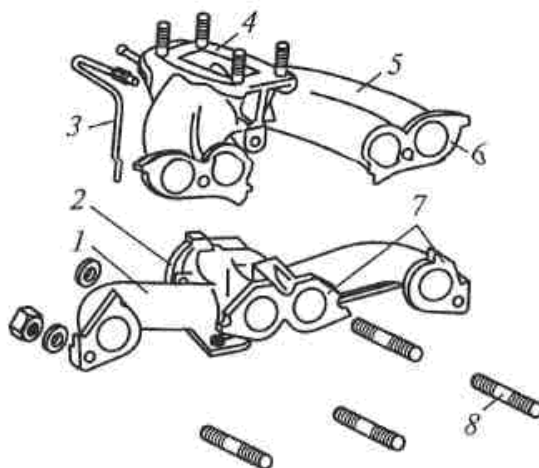


Рис. 6.11. Трубопроводы двигателя: 1 - выпускной трубопровод; 2, 4, 6, 7 - фланцы; 3 - трубка; 5 - впускной трубопровод; 8 – шпилька

Выпускной трубопровод предназначен для отвода отработавших газов из цилиндров двигателя. На двигателях легковых автомобилей устанавливают выпускные трубопроводы, отлиты из чугуна. Впускной трубопровод 5 двигателя (рис. 6.11) имеет фланцы 4 и 6. Фланец 4 предназначен для установки карбюратора, а фланцы 6 — для соединения с головкой блока цилиндров. Выпускной трубопровод 1 имеет фланцы 2 и 7. Фланец, 2 служит для крепления приемной трубы глушителей, а фланцы, 1 7 - для связи с головкой блока цилиндров. Впускной и выпускной трубопроводы крепятся шпильками 8 к головке блока цилиндров через металлоасбестовые прокладки, обеспечивающие герметичность их соединения.

6.1.2.7. Глушитель

Глушитель уменьшает шум при выпуске отработавших газов из цилиндров двигателя. На легковых автомобилях обычно устанавливают два глушителя (основной и дополнительный), благодаря чему обеспечивается двойное расширение отработавших газов и более эффективное снижение шума их выпуска. Оба глушителя имеют одинаковое устройство и отличаются только размерами и используемыми для них материалами. Все детали основного глушителя 1 (рис. 6.12) изготовлены из коррозионно-стойкой стали, а детали дополнительного глушителя 5 — из углеродистой стали.

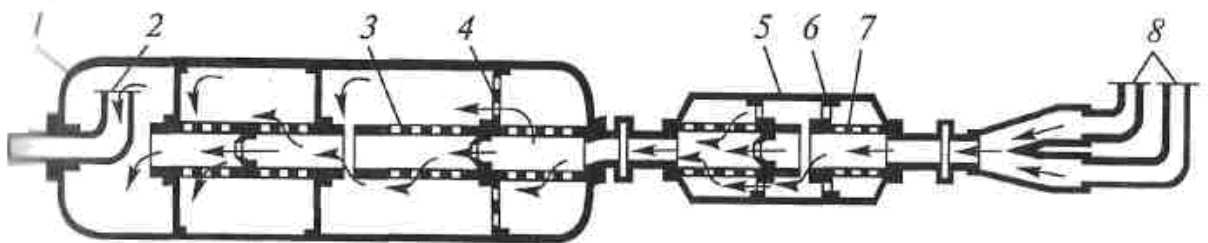


Рис. 6.12. Глушители: 1 - основной глушитель; 2, 3, 7, 8 — трубы; 4, 6 — перегородки; 5 — дополнительный глушитель

Глушители неразборные, сварены из двух штампованных половин. Внутри глушителей имеются трубы 3 и 7 с большим количеством отверстий, а также перегородки 4 и 6. Отработавшие газы, поступающие из приемных труб в глушители (сначала в дополнительный 5, а потом в основной 1), расширяются, меняют направление и, проходя через отверстия в трубах, резко снижают свою скорость. Это приводит к уменьшению шума выпуска отработавших газов через трубу 2. Глушители позволяют снизить шум отработавших газов, выбрасываемых в окружающую среду, до 78 дБ. Потери мощности двигателя на преодоление сопротивления глушителей составляют примерно 4%. Глушители на автомобиле прикрепляются к полу кузова резиновыми деталями. Эластичное крепление глушителей предохраняет их от поломок при колебаниях двигателя, установленного на резиновых опорах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.

ТЕМА: Изучение системы питания бензиновых двигателей с впрыском топлива

Цель работы: закрепить теоретические знания по устройству и работе системы питания бензиновых двигателей с впрыском топлива

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и материалы:

Разрез оппозитного двигателя SUBARU EJ 20, EJ 205.

Разрез двигателя РЕНО.

Исполнительные механизмы системы питания двигателя ВАЗ-2110: «Форсунка», «Катушка зажигания», «Погружной электрический бензонасос», «Регулятор давления топлива», «Регулятор холостого хода», «Свеча зажигания».

Датчики: «Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)», «Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ)», «Датчик детонации (ДД)».

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ВАЗ – 2110».

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить общее устройство и работу системы питания бензиновых двигателей с распределенным впрыском топлива.
2. Изучить исполнительные механизмы данной системы питания.

Содержание отчета

1. Перечислить элементы системы питания бензиновых двигателей с распределенным впрыском топлива.
2. Вычертить схему и описать работу системы питания бензиновых двигателей с распределенным впрыском топлива.
3. Вычертить схему и описать работу электромагнитной форсунки.
4. Вычертить схемы и описать работу одноискровых катушек зажигания.
5. Вычертить схему и описать работу погружного электробензонасоса.
6. Вычертить схему и описать работу наружного электробензонасоса.
7. Вычертить схему и описать работу регулятора давления топлива.
8. Вычертить схему и описать работу регулятора холостого хода.
9. Вычертить схему системы улавливания паров бензина и электромагнитного клапана продувки адсорбера и описать их работу.
10. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 9, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. При аварии какого датчика система питания перестает работать?
2. Каким образом электронный блок управления (ЭБУ) управляет всеми элементами системы питания?
3. Где расположены форсунки в топливных системах с распределенным и непосредственным впрыском?
4. В чем заключаются принципиальные отличия электронной системы зажигания?
5. Каково назначение электрического бензонасоса?
6. Что происходит с парами бензина, испарившимися в бензобаке, при наличии системы улавливания паров бензина?

6.2. СИСТЕМА ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА

6.2.1. Устройство и работа системы питания бензиновых двигателей с распределенным впрыском

Система питания с распределенным впрыском (рис.6.13) включает в себя следующие элементы:

- топливный бак;
- электрический бензонасос;
- топливный фильтр;
- регулятор давления топлива;
- форсунки;
- электронный блок управления (ЭБУ);
- датчик массового расхода воздуха;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- регулятор холостого хода;
- датчик положения коленчатого вала;
- датчик кислорода;
- каталитический нейтрализатор;
- датчик детонации;
- клапан продувки адсорбера;
- адсорбер.

В современных двигателях для каждого цилиндра предусмотрена индивидуальная форсунка. Все форсунки соединяются с топливной рампой, где топливо находится под давлением, которое создает электробензонасос. Количество впрыскиваемого топлива зависит от продолжительности открытия форсунки. Момент открытия регулирует электронный блок управления (ЭБУ) на основании обрабатываемых им данных от различных датчиков.

Датчик массового расхода воздуха служит для расчета циклового наполнения цилиндров. Измеряется массовый расход воздуха, который потом пересчитывается программой в цилиндрическое цикловое наполнение. При аварии датчика его показания игнорируются, расчет идет по аварийным таблицам.

Датчик положения дроссельной заслонки служит для расчета фактора нагрузки на двигатель и его изменения в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки, оборотов двигателя и циклового наполнения.

Датчик температуры охлаждающей жидкости служит для определения коррекции топливоподачи и зажигания по температуре и для управления электроклапаном. При аварии датчика его показания

игнорируются, температура берется из таблицы в зависимости от времени работы двигателя.

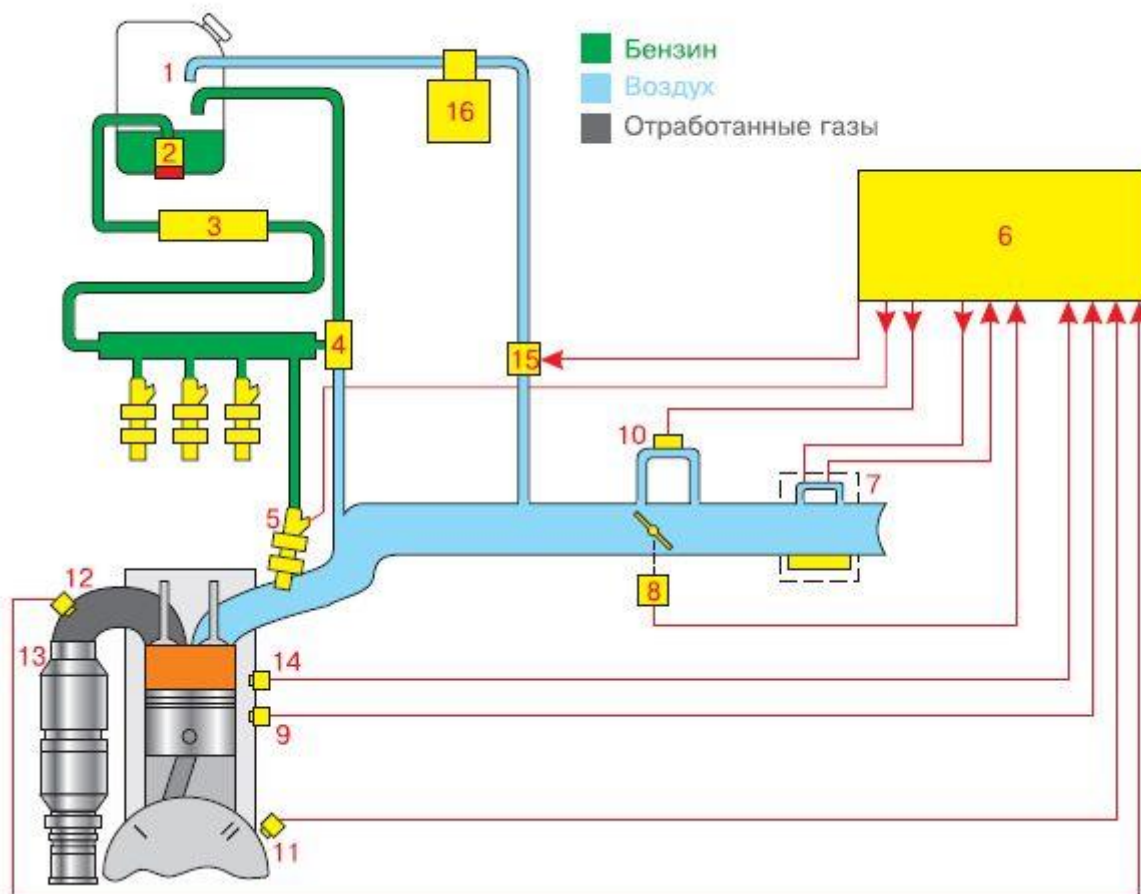


Рис. 6.13. Схема системы питания с распределенным впрыском:

1 — топливный бак; 2 — электробензонасос; 3 — топливный фильтр; 4 — регулятор давления топлива; 5 — форсунка; 6 — электронный блок управления; 7 — датчик массового расхода воздуха; 8 — датчик положения дроссельной заслонки; 9 — датчик температуры ОЖ; 10 — регулятор ХХ; 11 — датчик положения коленвала; 12 — датчик кислорода; 13 — нейтрализатор; 14 — датчик детонации; 15 — клапан продувки адсорбера; 16 — адсорбер.

Датчик положения коленчатого вала служит для общей синхронизации системы, расчета оборотов двигателя и положения коленвала в определенные моменты времени. ДПКВ - полярный датчик. При неправильном включении двигатель заводиться не будет. При аварии датчика работа системы невозможна. Это единственный "жизненно важный" в

системе датчик, при котором движение автомобиля невозможно. Аварии всех остальных датчиков позволяют своим ходом добраться до автосервиса.

Датчик кислорода предназначен для определения концентрации кислорода в отработавших газах. Информация, которую выдает датчик, используется электронным блоком управления для корректировки количества подаваемого топлива. Датчик кислорода используется только в системах с каталитическим нейтрализатором под нормы токсичности Евро-2 и Евро-3 (в Евро-3 используется два датчика кислорода- до катализатора и после него).

Датчик детонации служит для контроля за детонацией. При обнаружении последней ЭБУ включает алгоритм гашения детонации, оперативно корректируя угол опережения зажигания.

Электронный блок управления (ЭБУ) обрабатывает информацию от датчиков и управляет всеми элементами системы питания. В него непрерывно поступают сведения о напряжении в бортовой сети автомобиля, его скорости, положении и количестве оборотов коленчатого вала, положении дроссельной заслонки, массовом расходе топлива, температуре охлаждающей жидкости, наличии детонации, содержании кислорода в выхлопе. Используя эту информацию, программа ЭБУ осуществляет управление исполнительными механизмами, к которым относятся: форсунки, бензонасос, модуль зажигания, регулятор холостого хода, клапан адсорбера системы улавливания паров бензина, вентилятор системы охлаждения и др., т.е. ЭБУ управляет подачей топлива, системой зажигания, регулятором холостого хода, вентилятором системы охлаждения, адсорбером системы улавливания паров бензина, системой диагностики и т. д.

6.2.2. Топливные форсунки

Топливная форсунка представляет собой электромеханическое устройство, предназначенное для дозирования топлива, его подачи и распыления в камере сгорания и образования топливно-воздушной смеси.

Известные электромагнитные форсунки можно классифицировать по следующим признакам: по виду системы впрыска; по назначению.

По виду системы впрыска форсунки бывают для центрального (моно) впрыска, распределенного (многоточечного) впрыска и непосредственного впрыска. Принцип действия отмеченных типов форсунок одинаков. Отличаются они лишь конструктивным исполнением и местом установки.

При центральном (одноточечном) впрыске используется только одна, иногда две форсунки, которые устанавливаются в общем для всех цилиндров впускном трубопроводе перед дроссельной заслонкой. Кроме того, такие форсунки характеризуются низким сопротивлением (до 4 – 5 Ом) обмотки электромагнита. Форсунки системы центрального впрыска использовались до 90-х годов 20 века, т.е до момента, когда стала повсеместно использоваться система распределенного впрыска.

При распределенном впрыске форсунки располагаются во впускных трубопроводах каждого цилиндра у их основания и отличаются сравнительно высоким сопротивлением (до 12 – 16 Ом) обмоток электромагнитов.

При непосредственном впрыске форсунки подают топливо прямо в камеры сгорания каждого цилиндра.

По назначению топливные форсунки делятся на рабочие и пусковые.

Рабочие форсунки по определению предназначены для подачи топлива ко всем цилиндрам двигателя.

Пусковая форсунка предназначена для облегчения пуска холодного двигателя.

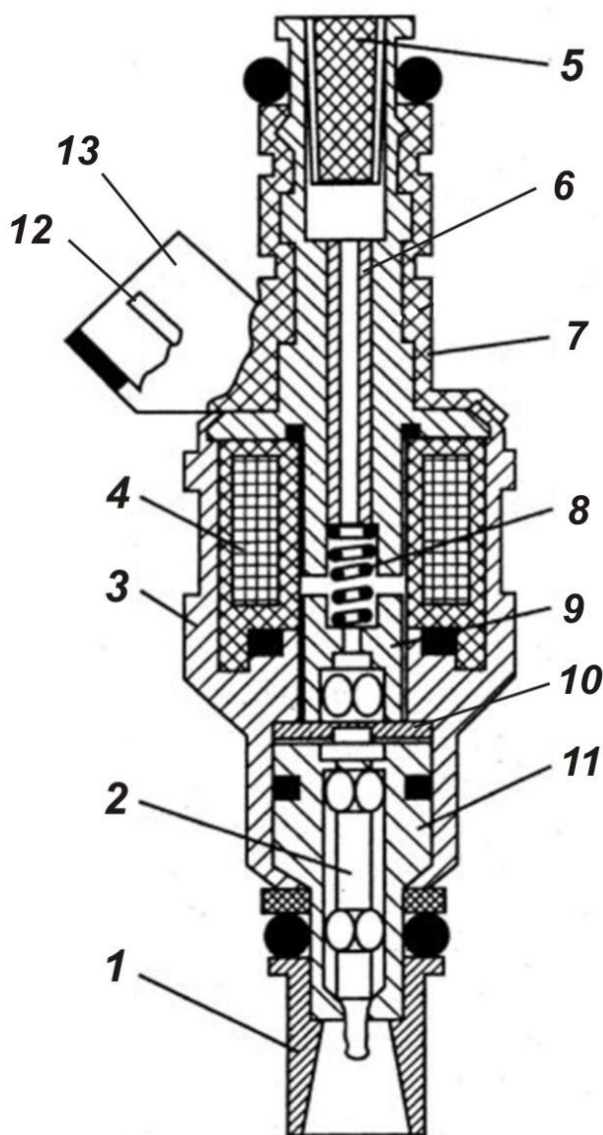


Рис. 6.14.Схема электромагнитной форсунки

Электромагнитная форсунка (рис. 6.14) включает в себя насадку 1, иглу запорного клапана 2, корпус форсунки 3, обмотку 4 электромагнита, фильтр 5, трубку 6, крышку 7, пружину 8, сердечник 9 электромагнита,

ограничительную шайбу 10, корпус 11 клапана-распылителя, штекер 12 и колодку 13.

Форсунка работает следующим образом.

Из топливной магистрали топливо под давлением поступает в форсунку, предварительно очищаясь в фильтре 5, и подходит к запорному клапану, который под действием пружины 8 находится в закрытом положении. В соответствии с заложенным алгоритмом электронный блок управления двигателем в нужный момент обеспечивает подачу напряжения через штекер 12 колодки 13 на обмотку 4 электромагнита, в результате чего возникает электромагнитное поле, под действием которого притягивается сердечник 9 вместе с иглой 2 запорного клапана. В результате этого открывается отверстие в корпусе 11 клапана-распылителя, и топливо впрыскивается во впускной трубопровод цилиндра (или в камеру сгорания). При этом количество впрыскиваемого топлива пропорционально длительности импульса подачи напряжения, задаваемого электронным блоком управления, т.е. управляющим параметром для электромагнитных форсунок является время открытого состояния клапана-распылителя.

При прекращении подачи напряжения на обмотку 4 электромагнита действие электромагнитного поля прекращается, в результате чего сердечник 9 вместе с иглой 2 запорного клапана под действием пружины 8 возвращаются в исходное положение и, как следствие, закрывается отверстие к корпусу 11 клапана-распылителя и прекращается впрыск топлива из форсунки.

6.2.3. Катушки зажигания

Катушка зажигания предназначена для преобразования тока низкого напряжения, подаваемого на первичную обмотку, в ток высокого напряжения, наводимый во вторичной обмотке. Фактически катушка зажигания представляет собой трансформатор с повышенным коэффициентом трансформации.

Катушки зажигания можно классифицировать по следующим признакам: по типу системы зажигания; по количеству обслуживаемых свеч зажигания.

По типу системы зажигания катушки бывают для контактной системы зажигания, контактно-транзисторной системы зажигания, бесконтактной системы зажигания и системы зажигания со статическим распределением энергии (электронной системы прямого зажигания).

По количеству обслуживаемых свеч зажигания катушки делятся на общие (обслуживающие все свечи), индивидуальные (одноискровые) и двойные (двухискровые).

Общие катушки зажигания используются в контактной, контактно-транзисторной и бесконтактной системах зажигания.

Индивидуальные (одноискровые) и сдвоенные (двухискровые) катушки зажигания используются в системах зажигания со статическим распределением энергии (электронных системах прямого зажигания).

Электронные системы прямого зажигания в отличие от вышеотмеченных имеют следующие принципиальные отличия: 1) наличие не одной, а нескольких катушек зажигания; 2) отсутствует механический распределитель; 3) катушки зажигания напрямую соединены со свечами зажигания; 4) распределение напряжения осуществляется со стороны первичных обмоток катушек зажигания; 5) отсутствуют элементы, подверженные потерям энергии и износу.

Катушки зажигания, применяемые в электронных системах прямого зажигания, классифицируются в основном по трем признакам: 1) по количеству катушек; 2) по совмещению катушек со свечами; 3) по совмещению катушек с коммутаторами.

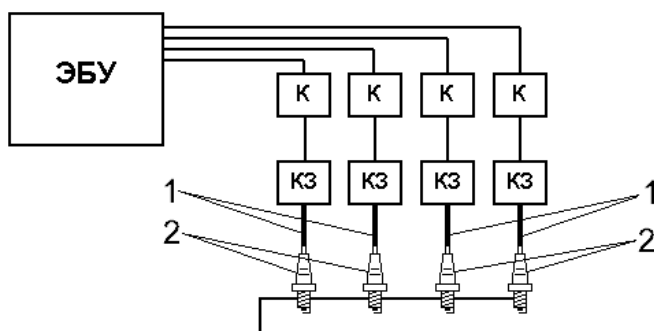
Как было отмечено ранее, по количеству катушки бывают индивидуальные на каждый цилиндр (одноискровые) и сдвоенные (двухискровые).

По совмещению со свечами катушки бывают несовмещенными (рис.6.15а) и совмещенными со свечами (рис.6.15б).

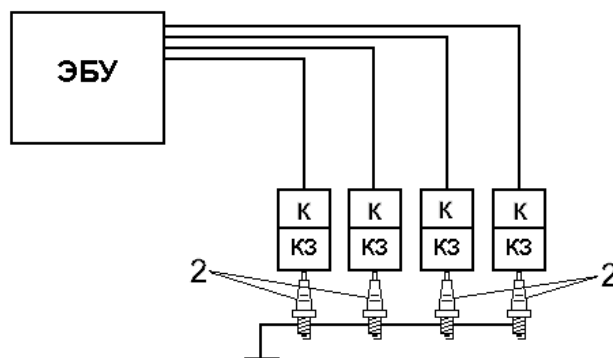
По совмещению с коммутаторами катушки также бывают несовмещенными (рис.6.15а и рис.6.16а) и совмещенными с коммутаторами (рис.6.15б и рис.6.16б). Катушки зажигания, совмещенные с коммутаторами, часто называют **модулями зажигания**.

Схемы электронных систем прямого зажигания с индивидуальными катушками зажигания представлены на рис. 3.

В системах с индивидуальными катушками зажигания каждая свеча имеет свою катушку; причем все катушки включаются в работу по команде ЭБУ в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.



а)

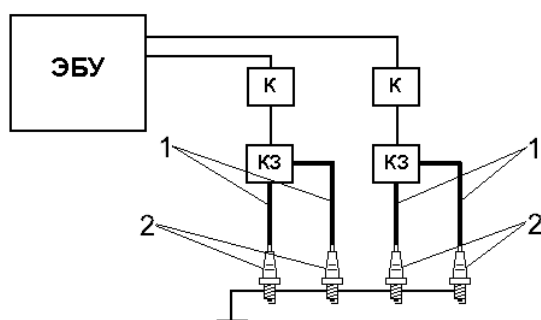


б)

Рис. 6.15. Схемы электронных систем прямого зажигания с индивидуальными катушками зажигания: а) несовмещенными со свечами; б) совмещенными со свечами; 1 – высоковольтные провода; 2 – свечи зажигания; ЭБУ – электронный блок управления двигателем; К – коммутатор (транзисторный коммутатор отключает или включает цепь первичной обмотки катушки зажигания в зависимости от управляющего сигнала); КЗ – катушка зажигания

Системы с индивидуальными катушками зажигания имеют следующие преимущества: 1) по размерам катушки очень компактны, поскольку отсутствуют потери энергии в распределителе; 2) статическое распределение напряжения возможно для любого количества цилиндров; 3) отсутствуют ограничения на диапазоны регулирования угла опережения зажигания; 4) при выходе из строя одной катушки двигатель сохраняет работоспособность.

В системе с индивидуальными катушками зажигания, совмещенными со свечами (рис. 6.15б), катушки зажигания устанавливаются прямо на свечи, что дает возможность избавиться от высоковольтных проводов, являющихся ненадежным элементом системы зажигания.



а)

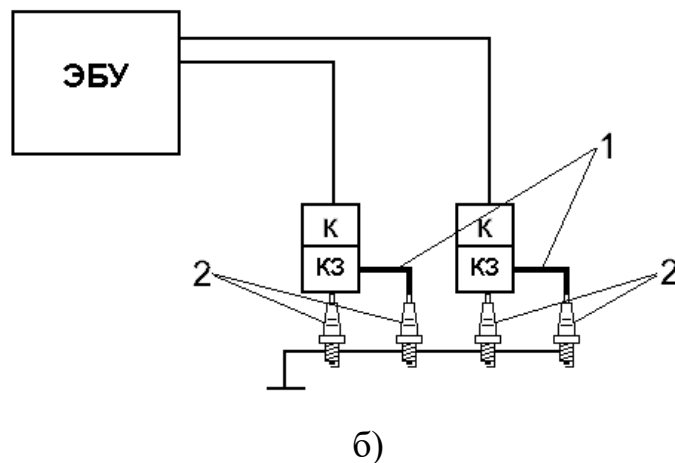


Рис. 6.16. Схемы электронных систем прямого зажигания со сдвоенными (двухискровыми) катушками зажигания: а) несовмещенными со свечами; б) совмещенными со свечами зажигания; 1 – высоковольтные провода; 2 – свечи зажигания; ЭБУ – электронный блок управления двигателем; К – коммутатор; КЗ – катушка зажигания.

В системах со сдвоенными катушками каждые два цилиндра двигателя обслуживаются одной катушкой. Причем концы вторичной обмотки одной катушки подключены к свечам зажигания двух цилиндров, которые выбраны таким образом, что в одном происходит такт сжатия, а во втором – выпуска. При этом искра образуется как в первом, так и во втором цилиндрах, однако во втором цилиндре она работает вхолостую.

В системе с совмещенными со свечами катушками зажигания (рис.4б) катушка совмещена фактически с одной свечой, ко второй же свече напряжение подается с помощью высоковольтного провода.

Одноискровые (индивидуальные) катушки зажигания бывают карандашного (рис.6.17а) и штекерного (рис.6.17б) типов.

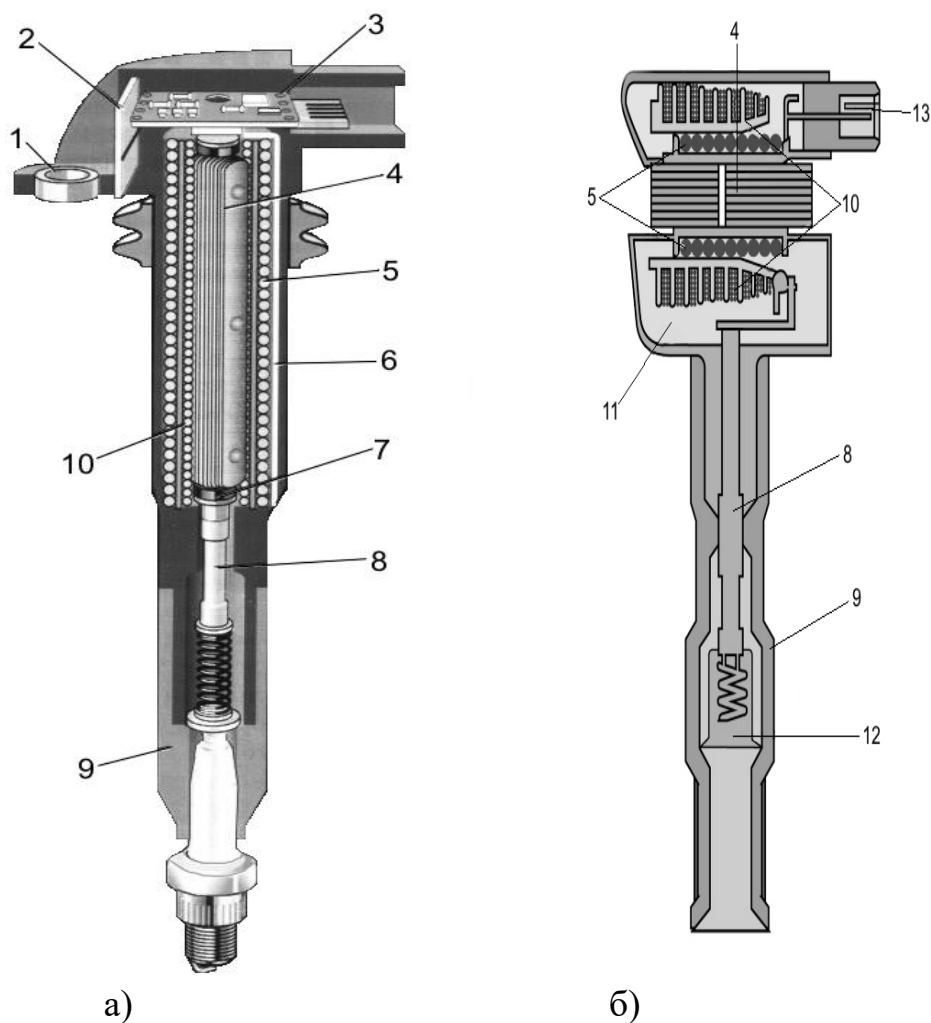


Рис.6.17. Схемы одноискровых катушек зажигания: а) карандашного типа; б) штекерного типа: 1 – втулка болта крепления; 2 – радиатор выходного каскада коммутатора; 3 – коммутатора; 4 – сердечник; 5 – первичная обмотка; 6 - замыкающий магнитопровод; 7 – демпфирующая шайба; 8 – помехогасящий резистор; 9 – силиконовый изолятор; 10 – вторичная обмотка; 11 – масса для заливки (эпоксидная смола); 12 – вывод высокого напряжения (к свече зажигания); 13 – клеммы низкого напряжения

Катушки обоих типов насаживаются непосредственно на свечу зажигания и отличаются лишь конструктивным исполнением.

Первичная 5 и вторичная 10 обмотки катушек изготовлены из медной проволоки. Диаметры проволоки и количество витков первичной и вторичной обмоток одноискровых катушек зажигания приблизительно такие же, что и у общей катушки зажигания.

Сердечник 4 катушки зажигания состоит из большого числа ферромагнитных металлических листов и предназначен для усиления магнитного поля, которое образуется в катушке при подаче напряжения.

Для уменьшения уровня радиопомех последовательно со вторичной обмоткой включен помехогасящий резистор 8.

В штекерной катушке (рис.6.17б) для улучшения изоляции между первичной и вторичной обмотками заливается эпоксидная смола 11.

Одноискровая катушка зажигания генерирует одну искру за один рабочий цикл двигателя, поэтому в электронных системах прямого зажигания имеет место синхронизация работы катушек с положением распределительного вала с помощью ЭБУ, который в необходимый момент дает команду коммутатору, и последний в зависимости от управляющего сигнала ЭБУ включает или выключает цепь первичной обмотки катушки.

Двухискровая катушка зажигания (рис. 6.18) включает в себя клемму низкого напряжения 1, сердечник 2, первичную обмотку 3, вторичную обмотку 4 и выводы высокого напряжения 5.

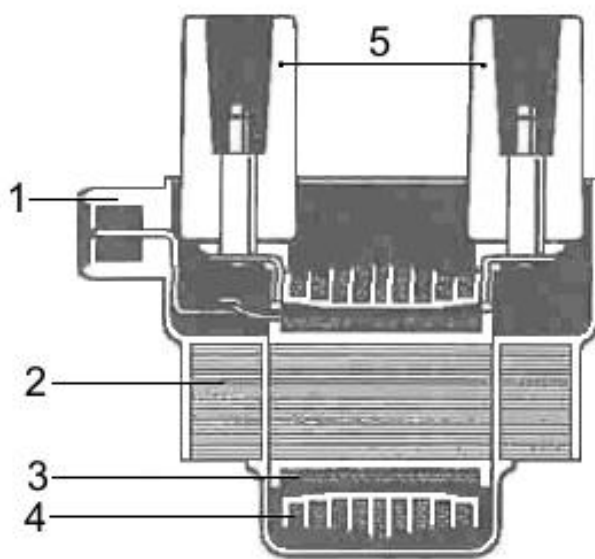


Рис.6.18. Схема двухискровой катушки зажигания

Двухискровая катушка зажигания отличается от одноискровой в основном наличием двух выводов высокого напряжения.

6.2.4. Электрические бензонасосы

Электрический бензонасос предназначен для подачи к форсункам требуемого количества топлива и совместно с регулятором давления одновременного поддержания необходимого его давления, обеспечивающего эффективный впрыск на всех режимах работы двигателя.

Электрические бензонасосы пришли на смену механическим диафрагменным насосам, которые использовались в карбюраторных двигателях и которые приводились в действие только после запуска двигателя. Электрические же бензонасосы, используемые в системах с впрыском топлива, приводятся в действие электродвигателем, совмещенным

с насосом, от аккумуляторной батареи автомобиля, что позволяет создавать рабочее давление в топливной магистрали перед запуском двигателя.

Электрические бензонасосы можно классифицировать по следующим признакам: по месту установки; по принципу действия; по конструкции.

По месту установки электрические бензонасосы делятся на наружные (подвесные) и внутренние (погружные).

По принципу действия электробензонасосы делятся на объемные и центробежные.

По конструкции объемные электробензонасосы бывают роликовыми и шестеренчатыми, а центробежные электробензонасосы – турбинными и вихревыми.

Наружные (подвесные) электробензонасосы устанавливаются под днищем кузова или в нижней части моторного отсека и имеют защитный металлический кожух. Поступление бензина из бака к насосу осуществляется самотеком.

Погружные электробензонасосы находятся внутри бензобака и смонтированы в топливозаборник.

Принцип действия объемных насосов (роликовых и шестеренчатых) заключается в изменении объемов во всасывающей и нагнетательной полостях.

Все электрические бензонасосы сконструированы таким образом, чтобы и электродвигатель, и насос находились в едином корпусе.

Погружной электробензонасос фирмы BOSCH (рис.6.19) включает в себя выходной штуцер 1, обратный клапан 2, электроклеммы 3, коллектор 4 электродвигателя, щеткодержатель 5 с пружиной и щеткой, постоянный магнит 6, неподвижную ось 7 якоря электродвигателя и ротора насоса, якорь 8 электродвигателя, сцепную вилку 9, центробежные ролики 10, крышку 11 насоса, корпус 12 насоса, ротор 13 насоса с пятью центробежными роликами, донце 14 насоса, входную щель 15, сетку 16 фильтра грубой очистки топлива, выпускную щель 17, клапан сброса (редукционный клапан) 18 и выемку 19 в днище бензобака.

Как видим, в данном устройстве совмещены привод и исполнительный механизм (насос).

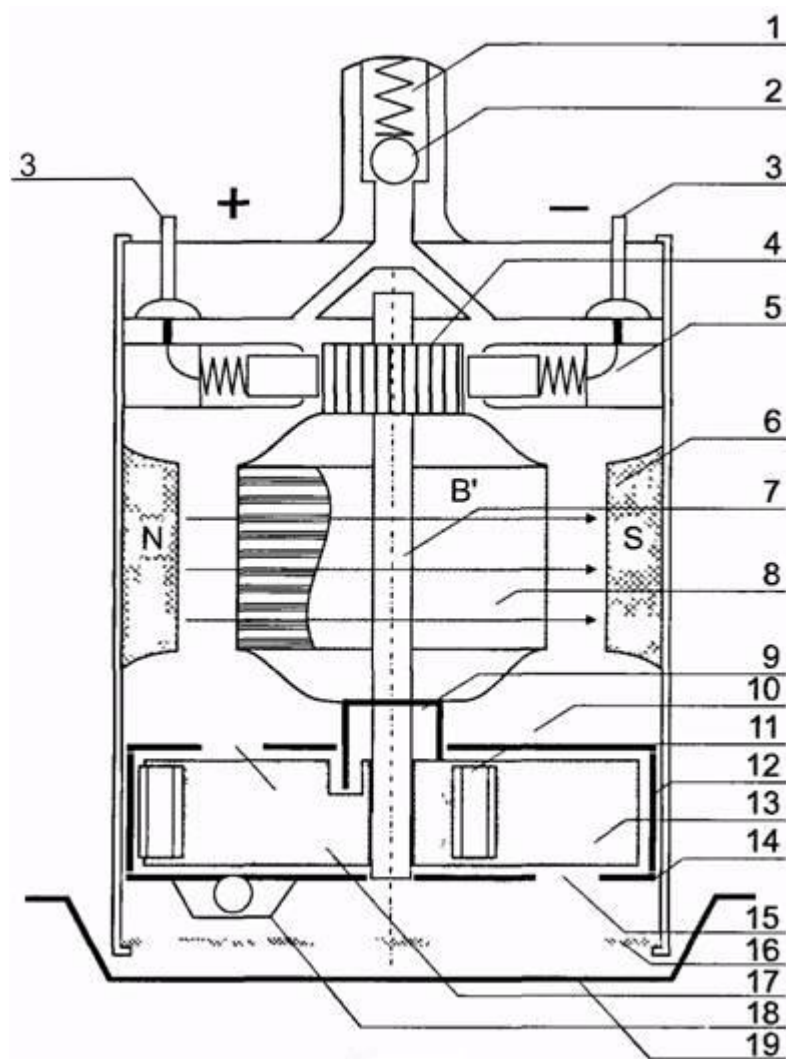


Рис. 6.19. Схема погружного роликового электробензонасоса серии BOSCH - 0580254

Приводом электробензонасоса является электрический двигатель постоянного тока с двумя постоянными магнитами N и S, которые создают постоянное магнитное поле B^1 , благодаря которому при прохождении электрического тока через обмотку якоря 8 последний начинает вращаться вместе с ротором 13 насоса, принцип действия которого описан ранее.

Очищенный сетчатым фильтром 16 грубой очистки бензин поступает из бензобака в корпус 12 насоса через входную щель 15 в донце 14 насоса, захватывается очередным набегающим роликом 10 и проталкивается к выпускной щели 17 в крышке насоса и далее через все узлы электродвигателя к выходному штуцеру 1. Обратный клапан 2 препятствует стеканию бензина в бак после выключения насоса. Клапан сброса 18 предохраняет систему от чрезмерного повышения давления.

Данный электробензонасос может развивать давление при заглушенном выходном штуцере 1 до 0,78 МПа, однако клапан сброса 18 уменьшает это давление до 0,68 МПа. При этом производительность насоса

составляет порядка 1,8 л/мин, что намного больше, чем требуется для нормальной работы двигателя. Поэтому в современных двигателях внутреннего сгорания системы питания для поддержания требуемого давления оборудованы регулятором давления, а для сброса излишнего бензина в бензобак – обратным бензопроводом.

Расположение электродвигателя насоса в бензобаке имеет следующие преимущества:

- повышается надежность электродвигателя за счет постоянной и эффективной промывки коллекторно-щеточного механизма и смазки бензином подшипников оси 7, на которой вращаются ротор насоса и якорь электродвигателя;
- в конструкции электробензонасоса вместо подшипников качения используются подшипники скольжения, поскольку они лучше работают в такой жидкой смазке, как бензин;
- бензин эффективно охлаждает электродвигатель.

Наружный электробензонасос схематически представлен на рис. 6.20.

Принцип действия и устройство данного электробензонасоса аналогичны погружному насосу. Отличительной особенностью этого насоса является тот факт, что устанавливается он вне бензобака, а топливо подается к нему из бензобака через входной штуцер отдельным бензопроводом.

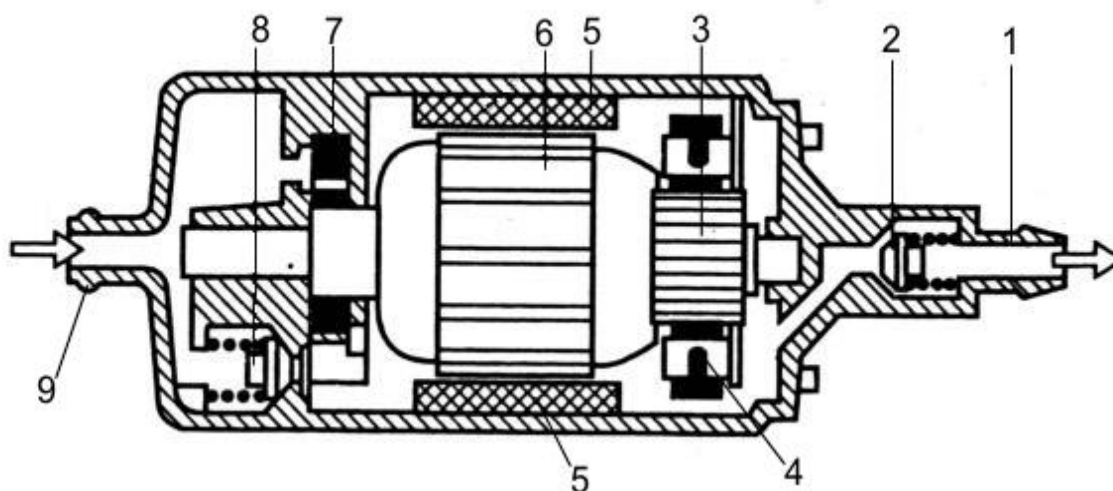


Рис.6.20. Схема наружного роликового электробензонасоса: 1 – выходной штуцер; 2 – обратный клапан; 3 – коллектор электродвигателя; 4 – щеткодержатель с пружиной и щеткой; 5 – постоянный магнит; 6 – якорь электродвигателя; 7 – роликовый насос; 8 – клапан сброса (редукционный клапан); 9 – входной штуцер

6.2.5. Регулятор давления топлива

Поскольку работа топливных форсунок основана на том, что количество впрыскиваемого топлива должно зависеть только от

длительности впрыска, то давление топлива на входе к форсункам должно быть всегда постоянным для каждого режима работы двигателя. Для этого используется регулятор давления топлива, который и обеспечивает постоянство давления на входе к форсункам при разном разрежении во впускном коллекторе (под дроссельной заслонкой) и при различных режимах работы двигателя.

Регулятор давления топлива (рис. 6.21) состоит из корпуса 1, вакуумной камеры 2, мембраны 3, клапана 4, пружины 5, штуцера 6 подключения к впускному коллектору, штуцера 7 подвода топлива и штуцера 8 отвода топлива.

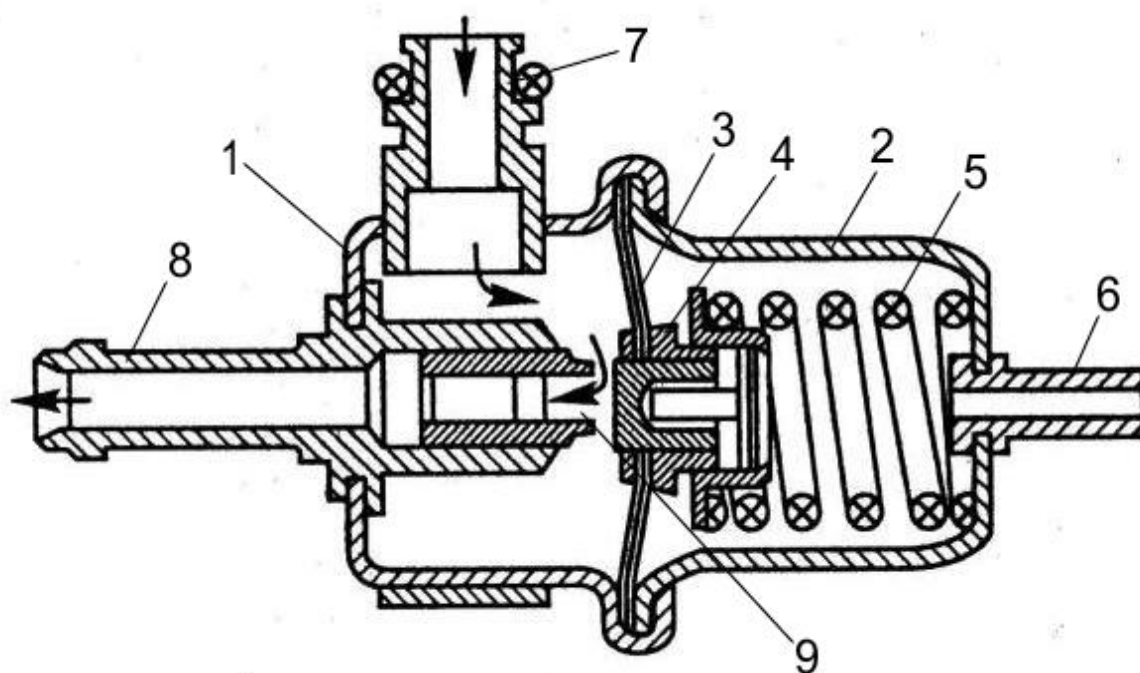


Рис. 6.21. Схема регулятора давления топлива

Корпус 1, в который через штуцер 7 подается топливо, отделен от вакуумной камеры 2 мембраной 3 с клапаном 4. Вакуумная камера с помощью штуцера 6 шлангом соединена с впускным коллектором. Пружина 5, расположенная в вакуумной камере, обеспечивает возвращение мембраны с клапаном в состояние, перекрывающее сливное отверстие 9, связанное со штуцером 8 отвода топлива. Фактически на мембрану 3 с одной стороны действует давление топлива, а с другой – давление воздуха из впускного коллектора и усилие пружины.

При увеличении давления свыше заданного мембрана 3 вместе с пружиной 5 отжимается (перемещается вправо), тем самым открывая отверстие 9 для отвода топлива в топливный бак. В результате давление на входе к форсункам понижается. При уменьшении давления до заданного

клапан 4 под действием пружины 5 перемещается влево и перекрывает отверстие 9 для отвода топлива.

При увеличении нагрузки на двигатель разрежение воздуха во впускном коллекторе уменьшается, в результате чего суммарное усилие от действия пружины и давления воздуха увеличивается, и клапан 4 перемещается влево, перекрывая отверстие 9 настолько, чтобы обеспечить давление, заданное для данного режима работы двигателя.

При уменьшении нагрузки на двигатель разрежение во впускном коллекторе увеличивается, суммарное усилие от действия пружины и давления воздуха уменьшается, в результате чего клапан 4 перемещается вправо, и через отверстие 9 топливо в большем количестве возвращается в топливный бак, уменьшая тем самым давление на входе к форсункам до заданного для соответствующего режима работы двигателя.

В случае выключения двигателя, когда перестает работать бензонасос, регулятор давления топлива позволяет сохранить давление в топливной системе для последующих запусков. В этом случае, т.е. после прекращения работы бензонасоса, давление в камере 1 начинает падать и становится меньше, чем давление от действия пружины и давления воздуха во впускном коллекторе, в результате чего клапан 4 перемещается влево и полностью закрывает отверстие 9, предотвращая стекание топлива в топливный бак.

6.2.6. Регулятор холостого хода

Регулятор холостого хода предназначен для поддержания установленной частоты вращения коленчатого вала двигателя за счет изменения количества воздуха, подаваемого во впускной коллектор в обход дроссельной заслонки.

Регулятор холостого хода устанавливается в дроссельном патрубке 3 (рис. 6.22), который имеет канал 4, расположенный за дроссельной заслонкой, и канал 5, расположенный перед дроссельной заслонкой. Оба канала соединены между собой отверстием 6.

Сам регулятор холостого хода, являясь составной частью системы холостого хода, представляет собой биполярный шаговый электродвигатель 7 постоянного тока с соединенным с ним подпружиненным конусным штоком 8 с клапаном. Принцип работы регулятора основан на преобразовании вращательного движения ротора шагового двигателя в поступательное движение конусного штока 8 с клапаном при помощи червячно-анкерного механизма.

При закрытом положении клапана конусная часть штока 8 полностью входит в седло отверстия 6 и перекрывает подачу воздуха в обход дроссельной заслонки. Это положение штока 8 соответствует нулю шагов.

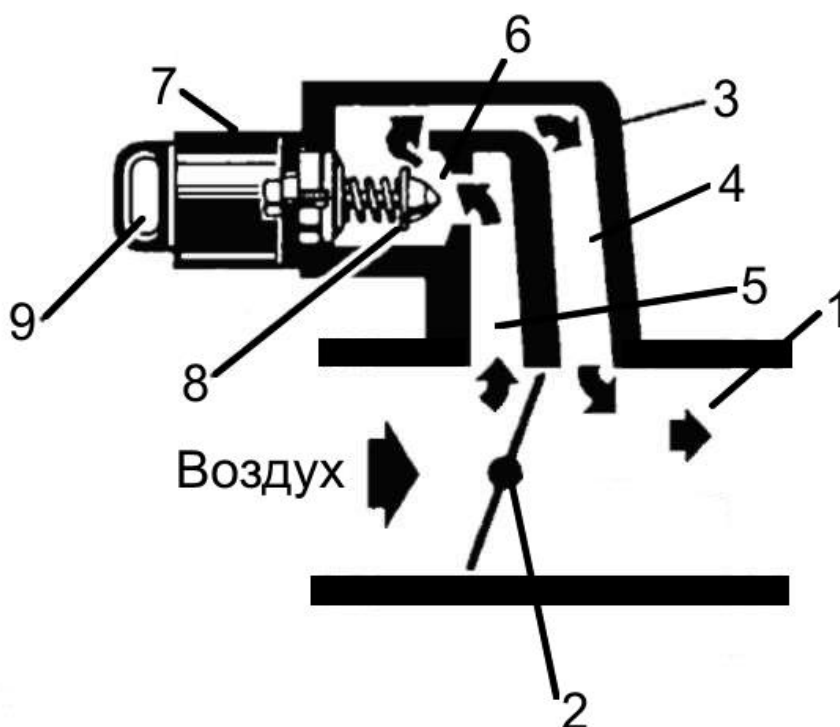


Рис. 6.22. Схема системы холостого хода: 1 – впускной коллектор; 2 – дроссельная заслонка; 3 – дроссельный патрубок; 4, 5 – обходные каналы; 6 – посадочное отверстие клапана; 7 – шаговый электродвигатель постоянного тока; 8 – конусный шток с клапаном; 9 – электрический разъем

При закрытой дроссельной заслонке 2 регулятор, получая сигнал от ЭБУ, открывает отверстие 6, перемещая шток 8 от своего седла на определенное число шагов, пропорциональное необходимому расходу воздуха. Сигнал ЭБУ вырабатывается с учетом информации, полученной ЭБУ от датчиков положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости и частоты вращения коленчатого вала. Полностью открытое положение клапана соответствует перемещению штока на 255 шагов.

Таким образом, регулятор холостого хода, получая соответствующие сигналы от ЭБУ, путем перемещения штока 8 поддерживает постоянную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу.

6.2.7. Клапан продувки адсорбера

Клапан продувки адсорбера используется в системе улавливания паров бензина.

При работе двигателя избыточное топливо, возвращающееся в бензобак, имеет повышенную температуру. Кроме того бензин, находящийся в бензобаке, нагревается под действием солнечных лучей. В результате в бензобаке имеет место испарение углеводородов CH_4 , которые в ранних конструкциях автомобилей выбрасывались в атмосферу.

В настоящее время в связи с ужесточением норм предельно-допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу все современные автомобили имеют системы улавливания паров бензина (рис. 6.23).

Система улавливания паров бензина, фактически являясь одним из элементов системы питания, оснащена адсорбером 4, заполненным активированным углем, и электромагнитным клапаном 3 продувки адсорбера.

Электромагнитный клапан продувки адсорбера (рис. 6.24) включает в себя катушку 1 электромагнита, сердечник-клапан 2, отжимную пружину 3, штуцер 4 подачи смеси паров бензина с воздухом в электромагнитный клапан, штуцер 5 подачи смеси паров бензина с воздухом во впускной коллектор.

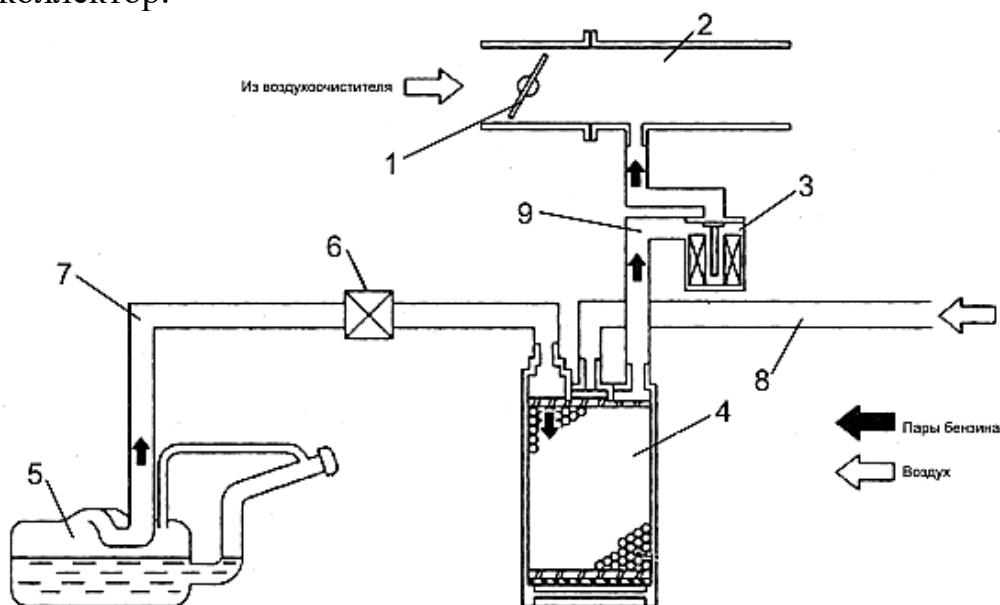


Рис.6.23. Схема системы улавливания паров бензина: 1 – дроссельная заслонка; 2 – впускной коллектор; 3 – электромагнитный клапан продувки адсорбера; 4 – адсорбер; 5 – топливный бак; 6 – стопорный кран подачи топлива; 7 – трубопровод подачи паров бензина в адсорбер; 8 – трубопровод подачи атмосферного воздуха в адсорбер; 9 – трубопровод подачи смеси паров бензина с воздухом к электромагнитному клапану и к впускному коллектору.

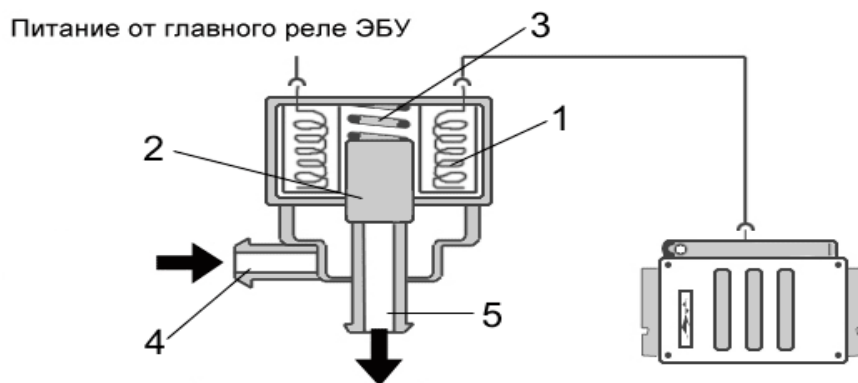


Рис.6.24. Схема электромагнитного клапана продувки адсорбера

Система улавливания паров бензина работает следующим образом.

При неработающем двигателе электромагнитный клапан продувки адсорбера под действием пружины 3 (рис.6.24) закрыт. При этом пары бензина по трубопроводу 7 поступают в адсорбер 4 (рис.6.23), в котором они хорошо поглощаются активированным гранулированным углем.

При работающем двигателе по команде ЭБУ на электромагнитный клапан продувки адсорбера подается напряжение, в результате чего под действием возникшего электромагнитного поля сердечник 2, преодолевая сопротивление пружины 3, втягивается внутрь катушки 1 (рис. 6.24), открывая тем самым доступ к впускному коллектору, в котором в этот момент имеет место разрежения. В результате атмосферный воздух по трубопроводу 8 устремляется в адсорбер и продувает его, увлекая с собой скопившиеся пары бензина и по трубопроводу 9 через электромагнитный клапан направляя их к впускному коллектору 2 (рис. 6.23). Далее эти пары сжигаются в ходе рабочего процесса двигателя.

Управление продувкой адсорбера осуществляет ЭБУ с помощью электромагнитного клапана, выбирая наиболее оптимальный для продувки момент, исходя из информации о массовом расходе воздуха, расходе топлива и температуре воздуха во впускном коллекторе. При этом ЭБУ подает на электромагнитный клапан сигналы с изменяемой длительностью импульса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.

Тема: Изучение устройства и работы системы питания дизельных двигателей

Цель работы: закрепить теоретические знания по устройству и работе системы питания дизельных двигателей

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и материалы

Разрез топливного насоса высокого давления (ТНВД) двигателя КамАЗ 740.

Разрез рядного ТНВД.

Стенды: «Топливный насос высокого давления двигателя КамАЗ 740».

Узлы системы питания: «Насосная секция ТНВД двигателя КамАЗ 740», «Форсунка двигателя КамАЗ 740», «Фильтр грубой очистки топлива двигателя КамАЗ 740».

Слайды к мультимедийному проектору: «Система питания дизельных двигателей топливом»

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике

безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить общее устройство и работу системы питания дизельных двигателей топливом.
2. Изучить устройство элементов системы питания дизельных двигателей воздухом.
3. Изучить устройство механизмов для наддува воздуха.
4. Изучить устройство системы питания дизельных двигателей Common Rail.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать работу системы питания дизельных двигателей топливом.
2. Вычертить схему и описать работу топливного насоса высокого давления.
3. Вычертить схему и описать работу муфты опережения впрыска топлива.
4. Вычертить схему и описать работу всережимного регулятора.
5. Вычертить схему и описать работу топливopодкачивающего и ручного насосов.
6. Описать устройство и работу форсунки.
7. Вычертить схему и описать работу системы питания дизельных двигателей воздухом.
8. Вычертить схему наддува дизеля воздухом описать работу турбокомпрессора.
9. Описать варианты регулирования давления наддува.
10. Вычертить схему и описать работу системы питания дизельных двигателей Common Rail.
11. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 10, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Из каких узлов состоит система питания дизельных двигателей топливом?
2. Каково назначение топливного насоса высокого давления?
3. Каково назначение муфты опережения впрыска топлива и всережимного регулятора ?
4. От чего приводится в действие топливopодкачивающий насос?
5. Где устанавливаются форсунки?
6. Какие бывают системы питания дизельных двигателей воздухом?
7. Что происходит в двигателе при наличии наддува воздуха?
8. Какова конструкция воздушного фильтра?
9. Каково назначение системы выпуска отработавших газов?
10. Для чего необходимо промежуточное охлаждение воздуха, поступающего из турбокомпрессора?
11. В чем заключается главное отличие системы Common Rail от классической системы питания дизельных двигателей?

6.3. СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Дизельные двигатели являются двигателями с внутренним смесеобразованием. В цилиндры дизеля воздух и топливо подаются раздельно и, смешиваясь в них с отработавшими газами, образуют рабочую смесь. При этом процесс смесеобразования совершается за очень малое время (порядка 0,001 с).

Система питания дизельного двигателя состоит из трех следующих систем: питания топливом, питания воздухом и выпуска отработавших газов.

6.3.1. Система питания дизельного двигателя топливом.

Система питания топливом служит для очистки топлива и равномерного его распределения дозированными порциями в цилиндры двигателя.

В эту систему (рис.6.25) входят топливный бак, фильтры грубой и тонкой очистки, топливоподкачивающие насосы, топливный насос высокого давления, форсунки и топливопроводы.

Топливоподкачивающий насос 7 засасывает топливо из бака 2 через фильтры грубой 4 и тонкой 8 очистки и направляет его к насосу 5 высокого давления. В соответствии с порядком работы цилиндров двигателя насос высокого давления подает топливо к форсункам 11, которые распыляют и впрыскивают топливо в цилиндры 12 двигателя.

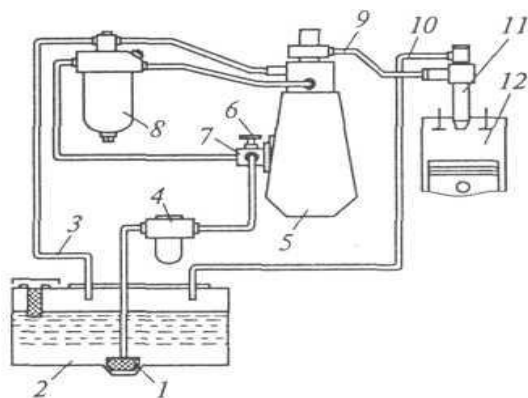


Рис. 6.25. Схема системы питания дизеля топливом: 1 - топливopриемник; 2 - бак; 3, 9, 10 - топливопроводы; 4- фильтр грубой очистки; 5 – топливный насос высокого давления (ТНВД); 6 - насос ручной подкачки; 7 - топливный насос низкого давления (ТННД); 8 - фильтр тонкой очистки; 11 - форсунка; 12 - цилиндр

Топливоподкачивающий насос 7 подает к насосу высокого давления топлива больше, чем необходимо для работы двигателя. Избыточное топливо

отводится по топливопроводу 3 обратно в топливный бак. В бак отводится по топливопроводу 10 топливо, просочившееся из форсунок.

6.3.1.1. Топливный насос высокого давления

Топливный насос высокого давления служит для подачи через форсунки в цилиндры двигателя под большим давлением (20... 50 МПа) требуемых порций топлива в определенные моменты времени. Насос состоит из одинаковых по конструкции секций, число которых равно числу цилиндров двигателя. Каждая секция насоса соединена топливопроводом 13 (рис. 6.26) с форсункой 16.

Плунжер 6 и гильза 5 секций насоса изготовлены с высокой точностью и чистотой поверхности. Зазор между ними не превышает двух микрон. На плунжере имеются вертикальный паз 9, скошенная кромка 11 и кольцевая проточка 7. Шестерня 2, закрепленная на плунжере, находится в зацеплении с зубчатой рейкой 3, перемещением которой поворачивается плунжер в гильзе. Пружина 4 прижимает плунжер к эксцентрику 1 кулачкового вала насоса, который приводится во вращение от коленчатого вала. В гильзе имеются впускное 8 и выпускное 10 отверстия, а в верхней ее части установлен нагнетательный клапан 12. Пружина 14 прижимает иглу 15 форсунки к соплу 18 и закрывает полость 17, которая заполнена топливом. При нижнем положении плунжера 6 отверстия 8 и 10 открыты, и через них над плунжером циркулирует топливо. Нагнетательный клапан 12 в этом случае закрыт, и в полости 17 форсунки поддерживается избыточное давление топлива. При движении плунжера вверх при вращении кулачка перекрывается выпускное отверстие 10, а затем впускное отверстие 8. Под давлением топлива открывается клапан 12, и в полости 17 форсунки создается высокое давление. При этом игла 5 форсунки преодолевает сопротивление пружины 14, поднимается вверх, и через открывшееся сопло 18 топливо впрыскивается в цилиндр двигателя.

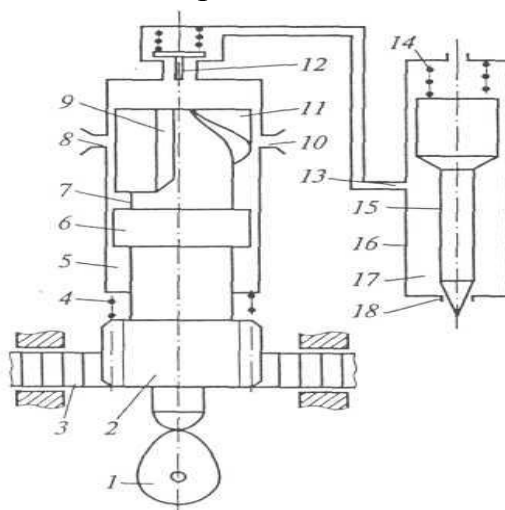


Рис. 6.26. Схема работы топливного насоса высокого давления: 1 - эксцентрик; 2 - шестерня; 3 - рейка; 4, 14 - пружины; 5 - гильза; 6 - плунжер;

7 - проточка; 8, 10 - отверстия; 9 - паз; 11 - кромка; 12 - клапан; 13 - Топливопровод; 15 - игла; 16 - форсунка; 17 - полость; 18 -сопло

Впрыск топлива заканчивается, когда кромка 11 открывает выпускное отверстие 10. При этом давление топлива уменьшается, игла 15 опускается вниз и закрывает сопло 18. Одновременно закрывается клапан 12, и в полости 17 форсунки топливо остается под избыточным давлением. Поворотом плунжера 6 в гильзе 5 изменяют конец подачи топлива и его количество, впрыскиваемое за один ход плунжера.

Подача топлива прекращается при совмещении вертикального паза 9 с выпускным отверстием 10, и двигатель останавливается.

С топливным насосом высокого давления соединены муфта опережения впрыска топлива, всережимный регулятор частоты вращения коленчатого вала двигателя и топливоподкачивающий насос с насосом ручной подкачки топлива.

6.3.1.2. Муфта опережения впрыска топлива

Муфта опережения впрыска топлива служит для автоматического изменения угла опережения впрыска топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Муфта повышает экономичность дизеля при различных режимах работы и улучшает его пуск.

Муфта устанавливается на переднем конце кулачкового вала топливного насоса высокого давления, и с помощью нее насос приводится в действие.

На взаимное положение ведущих и ведомых частей муфты оказывают влияние грузы 2 (рис.6.27), находящиеся в корпусе. Грузы установлены на осях 3 и поджимаются пружинами 4, которые упираются в проставки 5. При работе двигателя и увеличении частоты вращения коленчатого вала грузы под действием центробежных сил преодолевает сопротивление пружин и расходятся, поворачивая при этом кулачковый вал насоса высокого давления по ходу его вращения. В результате этого увеличивается угол а опережения впрыска топлива, и топливо поступает в цилиндры раньше. При Уменьшении частоты вращения коленчатого вала двигателя грузы сходятся под действием пружин и поворачивают кулачковый вал насоса в сторону, противоположную его вращению, что уменьшает угол а опережения впрыска топлива.

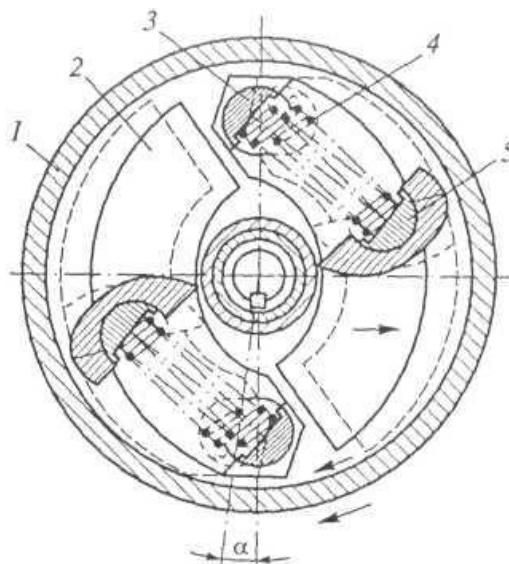


Рис. 6.27. Муфта опережения впрыска топлива: 1 - корпус; 2 - груз; 3 - ось; 4 - пружина; 5 - проставка; α - угол опережения впрыска топлива

6.3.1.3. Всережимный регулятор

Всережимный регулятор служит для автоматического поддержания постоянной частоты вращения коленчатого вала соответственно положению педали подачи топлива при различной нагрузке двигателя.

Регулятор также устанавливает минимальную частоту вращения коленчатого вала на холстом ходу и ограничивает максимальную частоту вращения. Регулятор приводится в действие от кулачкового вала топливного насоса высокого давления.

Педаля 6 (рис.6.28) подачи топлива соединена с рычагом 2 управления рейкой насоса высокого давления через растянутую пружину 3, действующую на рычаг с усилием $P_{пр}$. При работе двигателя на рычаг 2 через подпятник 7 передается сила $Q_{гр}$ от вращающихся грузов, шарнирно закрепленных на валу 9, который соединен с кулачковым валом насоса высокого давления.

Если двигатель работает с частотой вращения коленчатого вала, соответствующей данному положению педали 6, то сила Q грузов 8 уравнивается усилием $P_{пр}$ пружины 3.

При увеличении частоты вращения коленчатого вала грузы регулятора расходятся. Они преодолеют сопротивление пружины и переместят рейку 7. При этом подача топлива уменьшится, и частота вращения не будет возрастать. При уменьшении частоты вращения коленчатого вала грузы будут сходиться, рейка 7 усилием $P_{пр}$ пружины переместится в обратном направлении и подача топлива увеличится, а частота вращения коленчатого вала возрастет до значения, заданного положением педали 6.

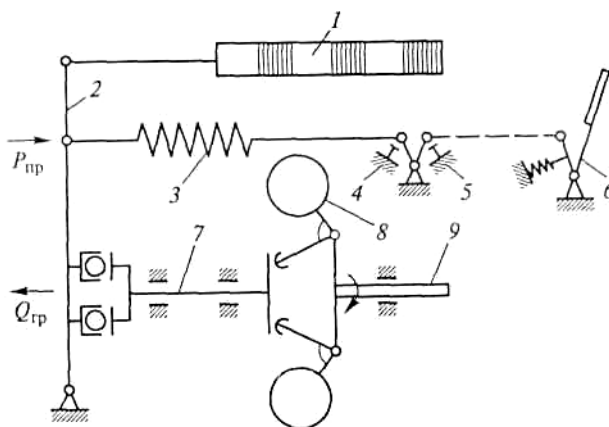


Рис.6.28. Схема работы всережимного регулятора: 1 - рейка; 2 - рычаг; 3 - пружина; 4,5 - упоры; 6 - педаль; 7 - подпятник; 8 - груз; 9 - вал; $P_{пр}$ - усилие пружины; $Q_{гр}$ - сила грузов

Минимальная частота при работе на холостом ходу и максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя ограничиваются соответственно регулирующими упорами 5 и 4.

6.3.1.4. Топливоподкачивающий насос

Топливоподкачивающий насос служит для создания требуемого давления топлива и подачи топлива в необходимом количестве к насосу высокого давления.

Насос — поршневого типа, приводится в действие от кулачкового вала насоса высокого давления.

В корпусе насоса находится поршень 1 (рис.6.29), который прижат к штоку 7 пружиной 5. Шток через ролик опирается на эксцентрик 8 кулачкового вала. В корпусе насоса имеются впускной 4 и нагнетательный 9 клапаны.

Когда под действием пружины 5 поршень перемещается к эксцентрику, топливо из полости Б вытесняется в фильтр тонкой очистки и насос высокого давления. Одновременно увеличивающаяся полость А заполняется топливом, которое поступает из топливного бака через фильтр грубой очистки и впускной клапан 4.

При движении поршня в противоположном направлении под действием эксцентрика 8 топливо из полости А через нагнетательный клапан 9 поступает в полость Б.

При неработающем двигателе топливо в насос высокого давления подкачивают поршнем 2 ручного насоса при помощи рукоятки.

6.3.1.5. Форсунки

Форсунки служат для впрыскивания топлива под определенным давлением и его распыления в цилиндрах двигателя.

Форсунки устанавливают и закрепляют в головке цилиндров.

Корпус 4 (рис.6.30) и распылитель 1 форсунки соединены гайкой 2. Внутри распылителя находится игла 9, закрывающая его сопловые отверстия. На иглу через штангу 3 действует нажимная пружина 8, затяжку которой регулируют шайбами 7. Топливо подается к форсунке через сетчатый фильтр 6 и поступает в полость иглы 9. Под давлением топлива игла, преодолевая усилие пружины 8, перемещается вверх, открывает сопловые отверстия распылителя, и через них топливо впрыскивается в цилиндр двигателя. При этом топливо, просочившееся между иглой и распылителем, отводится из форсунки по каналам в ее корпусе.

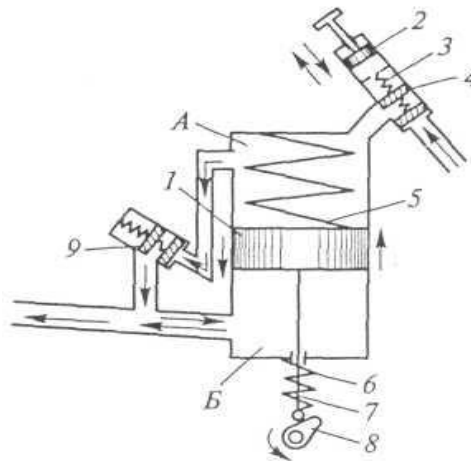


Рис. 6.29. Схема топливopодкачивающего и ручного насосов: 1,2 - поршни; 3,5, 6 - пружины; 4,9 - клапаны; 7 - шток; 8 - эксцентрик; А, Б – полости.

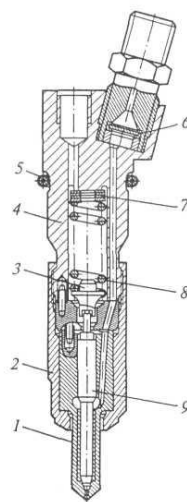


Рис. 6.30.. Форсунка: 1 - распылитель; 2 - гайка; 3 - штанга; 4 - корпус; 5 - кольцо; 6 - фильтр; 7 - шайбы; 8 - пружина; 9 – игла.

6.3.2. Система питания дизельного двигателя воздухом

Система питания воздухом служит для забора окружающего воздуха, его очистки от пыли и распределения по цилиндрам двигателя. Система питания воздухом (рис.6.31) включает воздушный фильтр и впускной трубопровод. Она может быть с турбонаддувом или без турбонадува.

Воздух поступает через сетку колпака 5 и трубу 4 воздухозаборника в воздушный фильтр 1. В фильтре воздух проходит через инерционную решетку 3 и резко изменяет направление движения. Сначала воздух освобождается от крупных частиц пыли, которые под действием инерции и вакуума выбрасываются через эжектор 6, установленный в выпускной трубе глушителя, в окружающий воздух. Более мелкие частицы пыли задерживаются в картонном фильтрующем элементе 2.

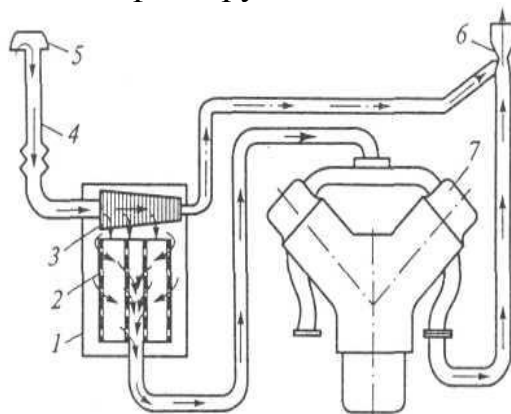


Рис.6.31.. Схема системы питания дизельного двигателя воздухом: 1 - воздушный фильтр; 2 - фильтрующий элемент; 3 - решетка; 4 - труба; 5 - колпак; 6 - эжектор; 7 - цилиндр

Очищенный воздух по впускному трубопроводу подается в цилиндры 7 двигателя.

Воздушный фильтр (рис.6.32) состоит из корпуса 3, крышки 1 и сменного фильтрующего элемента 2, состоящего из двух перфорированных стальных кожухов и гофрированного картона между ними. Патрубок 7 предназначен для отсоса пыли из корпуса фильтра. Воздух поступает в фильтр через патрубок 5, очищается в нем и выходит через патрубок 6.

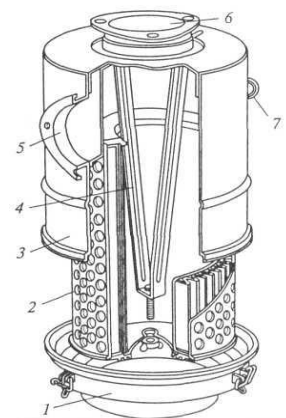


Рис. 6.32. Воздушный фильтр: 1 - крышка; 2 - фильтрующий элемент; 3 - корпус; 4 - диффузор; 5, 6, 7 – патрубки

Наддув представляет собой подачу воздуха в цилиндры двигателя при такте впуска под давлением, создаваемым компрессором. При наддуве увеличивается количество воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, количество сжигаемого топлива и повышается на 20...40% мощность двигателя.

В дизелях обычно применяется газотурбинный наддув турбокомпрессором.

6.3.3. Система выпуска отработавших газов

Система выпуска служит для отвода газов из цилиндров двигателя и снижения шума. Одновременно система выпуска обеспечивает отсос пыли из воздушного фильтра.

Отработавшие газы из выпускных трубопроводов двигателя поступают в приемные трубы 2 и 3 глушителя (рис.6.33) и далее через гибкий металлический рукав 6 в глушитель 7. Из глушителя газы через выпускную трубу 8 и эжектор 10 выбрасываются в окружающий воздух. Через патрубок 9 производится отсос пыли из воздушного фильтра в эжектор. В системе выпуска отработавших газов устанавливается вспомогательный (моторный) тормоз-замедлитель 4.

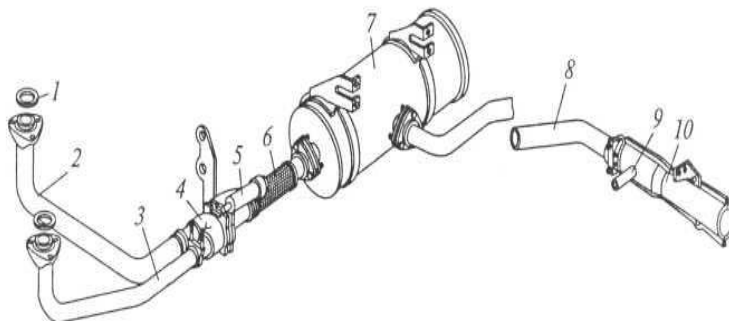


Рис. 6.33. Схема системы выпуска отработавших газов дизеля: 1 - уплотнитель; 2, 3, 8 - трубы; 4 - тормоз-замедлитель; 5 - пневмо-цилиндр; 6 - рукав; 7 - глушитель; 9 - патрубок; 10 - эжектор

6.3.4. Назначение, принцип действия и устройство механизмов для наддува

Одним из способов повышения мощности двигателя внутреннего сгорания является увеличение количества поступающего в цилиндры воздуха. Подача в двигатель воздуха при положительном давлении называется наддувом. В настоящее время зарубежными фирмами производится от 50 до 90 % двигателей с наддувом от общего объема выпускаемых двигателей. При наддуве мощность двигателя повышается на 20 – 40%.

В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод, и турбонаддув, при котором компрессор приводится в действие турбиной благодаря энергии отработавших газов. Турбокомпрессоры получили наибольшее распространение.

В турбокомпрессоре используются центробежные насосы. Под действием центробежных сил, вызванных вращением колеса с лопатками, воздух отбрасывается к периферии колеса, а в его центре создается разрежение, что обеспечивает всасывание воздуха (рис. 6.35). Для эффективной работы турбокомпрессора частота вращения колеса компрессора должна быть очень высокой не менее 50 - 100 тыс. мин⁻¹.

При работе ДВС из выпускного трубопровода под давлением выбрасываются продукты сгорания, которые имеют высокую температуру. Поток газов приводит во вращение колесо турбины, которое передается закрепленному на общем валу колесу компрессора.

Для достижения фазы наддува, т. е. момента, когда давление воздуха на впуске превысит атмосферное, необходимо, чтобы была достигнута определенная частота вращения турбины (не менее 60000 мин⁻¹). При малых оборотах двигателя турбокомпрессор работает в дежурном режиме (частота 5000 - 10000 мин⁻¹). Необходимо учитывать, что наличие турбины в выпускном тракте создает сопротивление выходу отработавших газов.

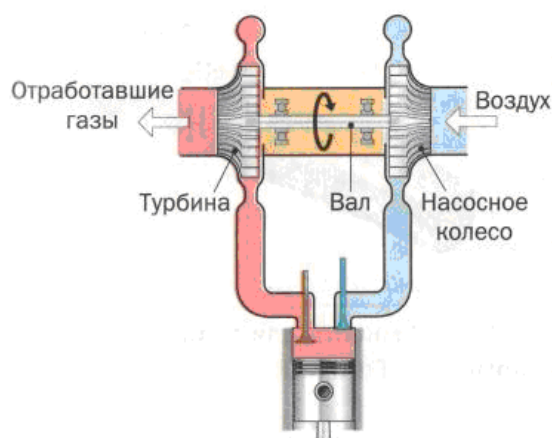


Рис. 6.34. Схема работы турбокомпрессора

В дизелях обычно применяется газотурбинный наддув (рис. 6.35) турбокомпрессором. При работе двигателя воздух в цилиндры нагнетается под давлением центробежным компрессором 6, рабочее колесо которого приводится во вращение турбиной 5.

Рабочее колесо турбины, установленное на одном валу с рабочим колесом компрессора, приводится во вращение отработавшими газами до их поступления в глушитель. Для ограничения давления воздуха при наддуве предназначен перепускной клапан 4. При достижении требуемого давления (обычно 0,2 МПа) воздух давит на мембрану 2, клапан открывается и перепускает часть отработавших газов мимо турбины 5. На V-образных

дизелях для турбонаддува устанавливают от одного до двух турбокомпрессоров. При двух турбокомпрессорах каждый из них обслуживает свой ряд цилиндров двигателя.

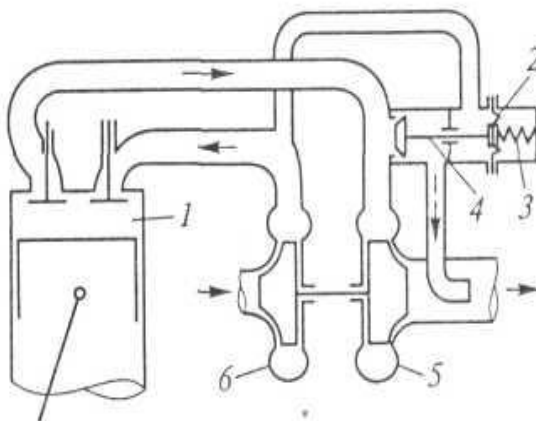


Рис.6.35. Схема наддува дизеля воздухом: 1 - цилиндр двигателя; 2 - мембрана; 3 - пружина; 4 - клапан; 5 - турбина; 6 - компрессор

Существует две проблемы, связанные с наддувом двигателей. Первая заключается в том, что давление наддува увеличивает степень сжатия двигателя и увеличивает склонность двигателя к детонации. Вторая проблема связана с тем, что чем больше частота вращения коленчатого вала, тем больше образуется отработавших газов и тем быстрее вращается компрессор, увеличивая количество воздуха, поступающего в цилиндры. Это приводит к увеличению мощности двигателя и одновременному увеличению количества отработавших газов с последующим ростом числа оборотов турбины. Если не предусмотреть специальных мер, этот процесс приведет к разрушению деталей двигателя или турбокомпрессора

6.3.5. Промежуточное охлаждение воздуха

Известно, что сжатие воздуха приводит к повышению его температуры. В современных наддувных двигателях часто применяют промежуточное охлаждение поступающего от турбокомпрессора воздуха (рис. 6.36). С этой целью воздух, сжатый в турбокомпрессоре, поступает в специальный теплообменник, в котором воздух охлаждается до температуры 50 - 60 °С. Охлаждение воздуха дает возможность улучшить наполнение цилиндров за счет увеличения плотности воздуха и снизить вероятность возникновения детонации. Охлаждение воздуха повышает мощность двигателя с наддувом примерно на 20% при одновременном улучшении топливной экономичности.

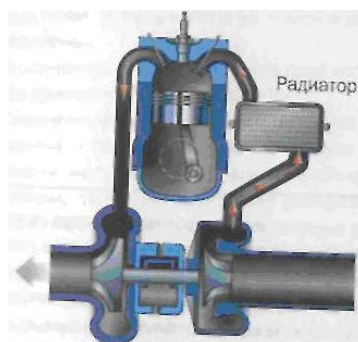


Рис. 6.36. Турбокомпрессор с промежуточным охлаждением

5.3.6. Регулирование давления наддува

Принцип регулирования заключается в ограничении частоты вращения турбокомпрессора после достижения необходимого давления наддува. С этой целью используется специальный перепускной клапан 4, который ограничивает количество отработавших газов, проходящих через турбину (рис. 6.37).

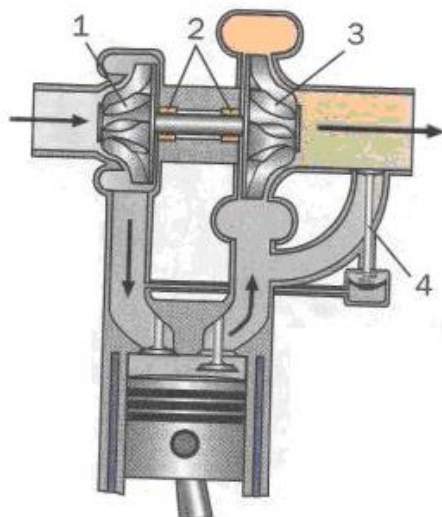


Рис. 6.37. Регулирование наддува: 1 – колесо компрессора; 2 – подшипник ротора; 3 – колесо турбины; 4 – перепускной клапан

В системе выпуска перед турбиной имеется обводной (байпасный) канал, который дает возможность отработавшим газам миновать турбину. Этот канал открывается перепускным клапаном. Чувствительным элементом клапана является подпружиненная мембрана, на которую воздействуют две противоположно направленные силы; сила сжатия пружины и давление воздуха после турбокомпрессора. При достижении заданного давления наддува мембрана прогибается, сжимая пружину, а соединенный с мембраной клапан открывает обводной канал. Давление наддува можно отрегулировать предварительным сжатием пружины.

В современных двигателях с турбонаддувом (рис. 6.38) максимальное давление наддува регулируется системой управления двигателем. Компьютер получает сигнал от датчика абсолютного давления, сравнивает его с

величиной номинального значения давления, содержащимся в памяти, и управляет электромагнитным перепускным клапаном. Работа электромагнитного клапана корректируется в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов двигателя.

Очень важный вопрос - выбор правильного размера турбины для конкретного двигателя. В первых двигателях с турбо-наддувом для легковых автомобилей 1970-х гг. использовались готовые конструкции, разработанные, как правило, для дизелей больших грузовых автомобилей. Такие устройства давали хороший результат для увеличения максимальной мощности, но были неэффективными для получения большого крутящего момента в среднем диапазоне частот вращения двигателя, т. е. для получения достаточной приемистости автомобиля. Большие турбины требовали некоторого времени на «раскрутку», когда при небольших нагрузках открывалась дроссельная заслонка, что приводило к задержке нарастания давления наддува. Этот эффект получил название турбоямы.

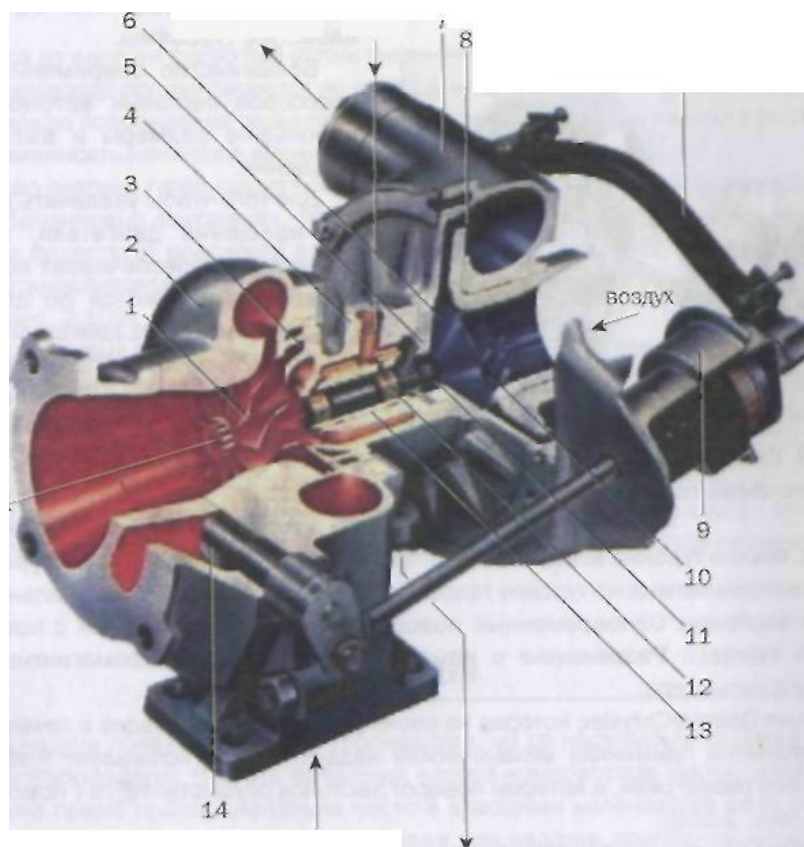


Рис. 6.38. Турбокомпрессор Garrett: 1 - лопатки турбины; 2 - корпус турбины; 3 - тепловая защита; 4 - корпус подшипников; 5 - упор; 6 - защитная пластина; 7 - корпус компрессора; 8 - диффузор; 9 - клапан; 10 - насос компрессора; 11 - уплотнение; 12 - подшипник; 13 - втулка подшипника; 14 - заслонка

Большинство современных турбокомпрессоров легковых автомобилей имеют небольшие размеры и высокую частоту вращения.

Для того чтобы увеличить диапазон частот вращения двигателя, при которых турбонаддув обеспечивает повышение давления, применяются по два турбокомпрессора на одном двигателе. Один турбокомпрессор работает при низких оборотах, а второй при высоких. В последних поколениях наддувных двигателей стали применяться турбокомпрессоры с переменной геометрией (рис. 6.39), которые сохраняют высокую скорость газов при малых нагрузках, так что турбина всегда вращается с нужной скоростью. В таких турбокомпрессорах поток направляемых на турбину газов управляется с помощью специальных поворачивающихся заслонок. Одновременный поворот заслонок производится с помощью штока вакуумной камеры. Разрежение в камере регулируется электромагнитным клапаном по сигналу компьютера.

Компания DaimlerChrysler, которая на своих автомобилях Mercedes в течение продолжительного времени применяла механический наддув, сейчас использует турбокомпрессор с изменяемой геометрией, в котором поворот заслонок осуществляется с помощью электродвигателя (рис. 6.40).

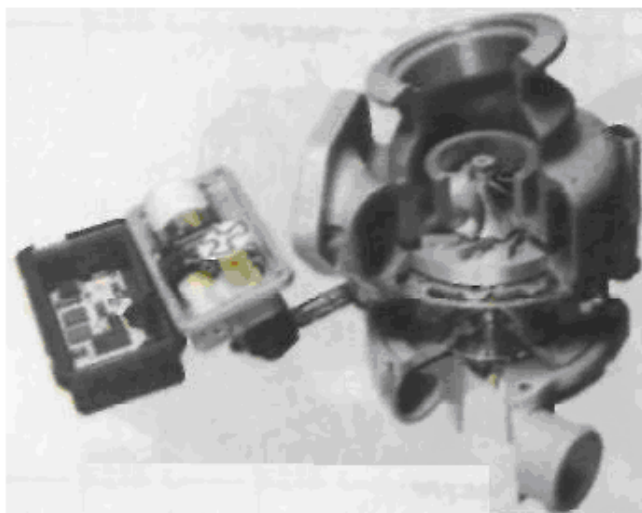


Рис. 6.39. Схема работы турбокомпрессора с изменяемой геометрией

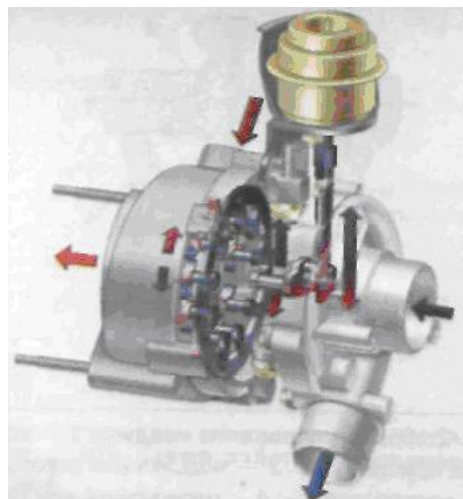


Рис. 6.40. Внешний вид турбокомпрессора с изменяемой геометрией

При работе системы турбонаддува происходит сильный нагрев турбины, а компрессор остается сравнительно холодным. Очень важным узлом, определяющим долговечность турбокомпрессора, является узел подшипников вала. Обычно масло для смазки подшипников подается под давлением из системы смазки двигателя. Иногда для повышения работоспособности наддува применяют охлаждение корпуса турбины жидкостью из системы охлаждения двигателя. После продолжительного движения на высокой скорости автомобиля с турбонаддувом турбина может раскрутиться до высоких скоростей (сотни тысяч оборотов в минуту). После остановки двигателя турбокомпрессор останавливается не сразу, а масло уже не поступает к подшипникам. Чтобы не произошло повреждения подшипников, рекомендуется перед

выключением двигателя дать ему возможность некоторое время поработать на холостом ходу.

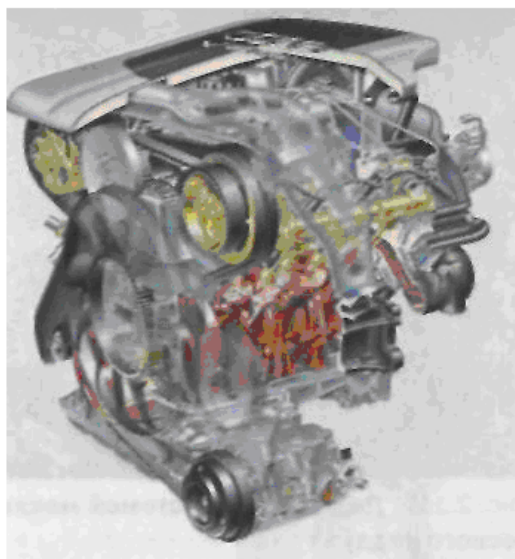


Рис. 6.41. Дизельный двигатель с турбонаддувом

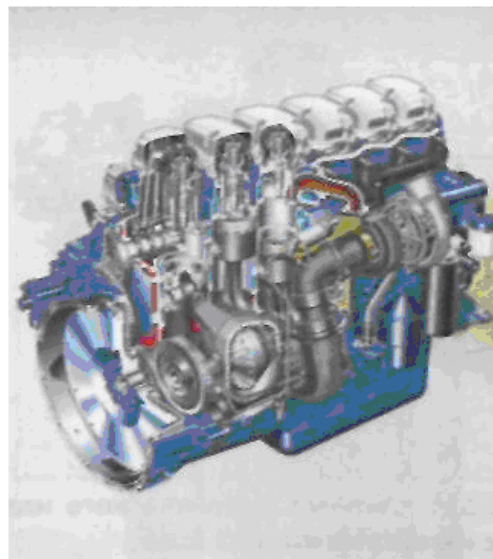


Рис. 6.42. Турбокомпаундный двигатель Scania

Очень хорошо система турбонаддува работает в дизелях. Отработавшие газы в дизеле холоднее, чем в бензиновых двигателях, что облегчает работу турбокомпрессора, и, кроме того, в дизеле не существует опасности возникновения детонации. Поэтому неслучайно, что турбонаддув устанавливается почти на всех современных дизельных двигателях легковых автомобилей (рис. 6.41).

В многоцилиндровых двигателях с большим рабочим объемом некоторых грузовых автомобилей отработавшие газы продолжают обладать большой энергией, даже после прохождения турбокомпрессора. Эту энергию можно использовать для дальнейшего повышения мощностных характеристик двигателя, создавая так называемые турбокомпаундные двигатели (рис. 6.42). В таком двигателе часть энергии отработавших газов используется для раскручивания дополнительной турбины, которая через гидравлическую муфту связана с коленчатым валом. Такая конструкция дает возможность, увеличить крутящий момент на вале двигателя.

6.3.7. Механический наддув

Механический наддув появился раньше турбонаддува, но до настоящего времени остается альтернативой турбонаддуву. Частота вращения насоса-компрессора любой механической системы наддува прямо пропорциональна частоте вращения коленчатого вала (поскольку приводится от него). Поэтому и количество воздуха при наддуве пропорционально частоте вращения. При этом исключаются высокие температуры и задержки наддува. С другой стороны, системы механического наддува занимают больше места,

требуют специального привода (обычно зубчатый ремень) и сильно шумят. В качестве насосов в системе механического наддува могут использоваться различные устройства, но наибольшее распространение получили нагнетатели типа Ruts.

6.3.4. Система питания дизельных двигателей Common Rail

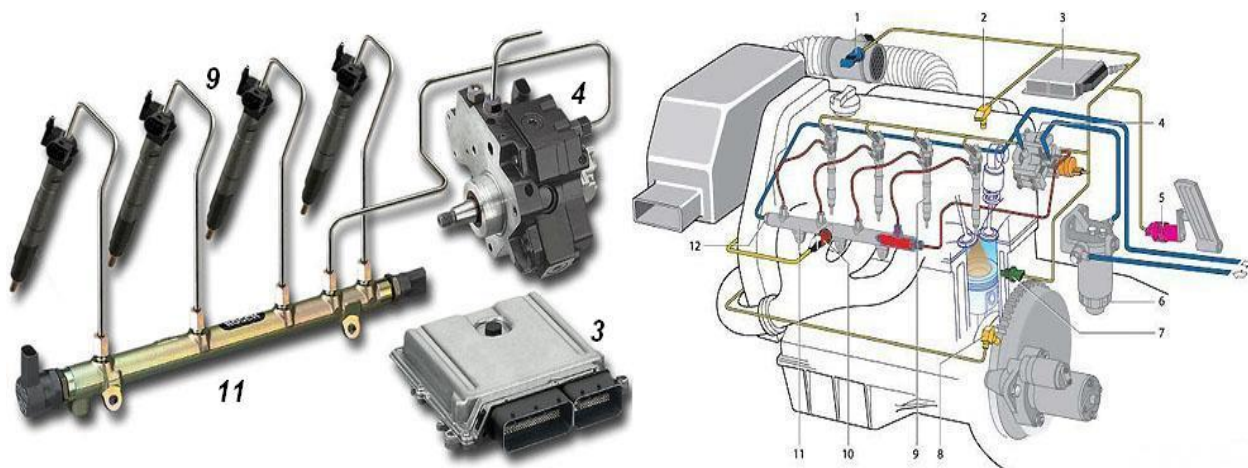


Схема расположения системы Common Rail: 1 - датчик массового расхода воздуха; 2 - датчик положения распределителя; 3 - электронный блок управления; 4 - ТНВД с клапаном регулирования давления; 5 - датчик положения педали газа; 6 - топливный фильтр; 7 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 - датчик частоты вращения коленвала; 9 - форсунки; 10 - датчик давления топлива; 11 - аккумулятор топлива высокого давления (рампа)

Рис.6.43. Схема системы питания дизельных двигателей Common Rail: 1 – датчик массового расхода топлива; 2 – датчик положения распределительного вала; 3 – электронный блок управления (ЭБУ); 4 – топливный насос высокого давления (ТНВД) с клапаном регулирования давления; 5 – датчик положения педали газа; 6 – топливный фильтр; 7 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 9 – форсунки; 10 – датчик давления топлива; 11 – аккумулятор топлива высокого давления (рампа).

Система питания **Common Rail** используется в дизелях серийных моделей с 1997 года. Common Rail – это метод впрыска топлива в камеру сгорания под высоким давлением, не зависящим от частоты вращения двигателя или нагрузки. Главное отличие системы Common Rail от классической дизельной системы заключается в том, что ТНВД предназначен только для создания высокого давления в топливной магистрали. Он не выполняет функций дозирования цикловой подачи топлива и регулировки момента впрыска. Система Common Rail состоит из резервуара – аккумулятора высокого давления 11 (иногда его называют рампой), топливного насоса, электронного блока управления (ЭБУ) 3 и комплекта форсунок 9, соединенных с рампой. В рампе блок управления поддерживает, меняя производительность насоса, постоянное давление на уровне 1600-2000 бар при различных режимах работы двигателя и при любой последовательности впрыска по цилиндрам. Открытием-закрытием форсунок управляет ЭБУ, который рассчитывает оптимальный момент и длительность впрыска, на основании данных целого ряда датчиков – положения педали акселератора 5, давления в топливной рампе 10, температурного режима

двигателя 7, его нагрузки и т. п. Форсунки могут быть электромагнитными, либо более современными- пьезоэлектрическими. Главные преимущества пьезоэлектрических форсунок - высокая скорость срабатывания и точность дозирования. Форсунки в дизелях с Common rail могут работать в многоимпульсном режиме: в ходе одного цикла топливо впрыскивается несколько раз – от двух до семи. Сначала поступает крохотная, всего около миллиграмма, доза, которая при сгорании повышает температуру в камере, а следом идет главный «заряд». Для дизеля — двигателя с воспламенением топлива от сжатия — это очень важно, так как при этом давление в камере сгорания нарастает более плавно, без «рывка». Вследствие этого мотор работает мягче и менее шумно, снижается количество вредных компонентов в выхлопе. Многократная подача топлива за один такт попутно обеспечивает снижение температуры в камере сгорания, что приводит к уменьшению образования окиси азота- одной из наиболее токсичных составляющих выхлопных газов дизеля. Характеристики двигателя с Common Rail во многом зависят от давления впрыска. В системах третьего поколения оно составляет 2000 бар. В ближайшее время в серию будет запущено четвертое поколение Common Rail с давлением впрыска 2500 бар.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7.

Тема: Изучение устройства и работы системы питания двигателей, работающих на газе

Цель работы: закрепить теоретические знания по устройству и работе системы питания двигателей, работающих на газе.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и материалы

Стенд: «Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе».

Узлы системы питания: «Редуктор высокого давления», «Система управления газового двигателя Digtronic».

Слайды к мультимедийному проектору: «Система питания двигателей, работающих на газе».

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить общее устройство и работу системы питания двигателей, работающих на сжатом газе.
2. Изучить общее устройство и работу системы питания двигателей, работающих на сжиженном газе.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать работу системы питания двигателей, работающих на сжатом газе.
2. Описать устройство и работу газового редуктора высокого давления.
3. Описать устройство и работу газового редуктора низкого давления.
4. Вычертить схему и описать работу системы питания двигателей, работающих на сжиженном газе.
5. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 4, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Из каких узлов состоит система питания двигателей, работающих на сжатом газе?
2. Каковы рабочее давление и вместимость баллонов, входящих в систему питания двигателей, работающих на сжатом газе?
3. Для чего предназначен подогреватель газа?
4. Каково рабочее давление газа, необходимое для его подачи в смеситель?
5. Из каких узлов состоит система питания двигателей, работающих на сжиженном газе?

6.4. КОНСТРУКЦИИ СТЕМ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗЕ

Автомобильные двигатели могут работать на сжатом и сжиженном газе. Компоновочная схема системы питания при работе на сжатом газе: баллон → подогреватель → редуктор высокого давления → редуктор низкого давления → смеситель-карбюратор.

При работе на сжиженном газе компоновочная схема такая: баллон → испаритель → редуктор низкого давления → смеситель-карбюратор. Каждый двигатель, работающий на газе, имеет дополнительно обычную бензиновую систему, как резервный вариант.

6.4.1. Система питания двигателей, работающих на сжатом газе

В систему питания двигателя, работающего на сжатом газе (рис. 6.43), входят баллоны 1 для сжатого газа, наполнительный 5, расходный 6 и магистральный 18 вентили, подогреватель 17 газа, манометры высокого 8 и низкого 9 давления, редуктор 11 с фильтром 10 и дозирующим устройством 12, газопроводы высокого 3 и низкого 13 давления, карбюратор-смеситель 14 и трубка 19, соединяющая разгрузочное устройство с впускным трубопроводом двигателя.

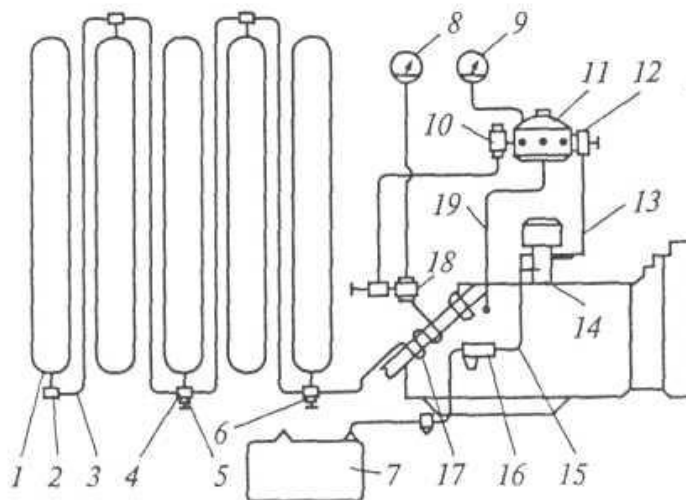


Рис.6.43. Схема системы питания двигателя, работающего на сжатом газе: 1 - баллон; 2 - тройник; 3, 13 - газопроводы; 4 - крестовина; 5, 6, 18 - вентили; 7 - бак; 8, 9 - манометры; 10 - газовый фильтр; 11 - редуктор; 12 - дозирующее устройство; 14 - карбюратор-смеситель; 15 - топливопровод; 16 - топливный насос; 17 - подогреватель; 19 - трубка

При работе двигателя вентили 6 и 18 открыты. Сжатый газ из баллонов поступает в подогреватель 17, обогреваемый отработавшими газами, нагревается и через фильтр 10 проходит в двухступенчатый газовый

редуктор 11; состоящий из газового редуктора высокого давления (ГРВД) и газового редуктора низкого давления (ГРНД). В редукторе давление газа снижается до 0,9...1,15 МПа, а затем до атмосферного. Из редуктора через дозирующее устройство 12 газ проходит в карбюратор-смеситель 14, где и образуется горючая смесь (газовоздушная). Смесь под действием вакуума поступает в цилиндры двигателя. Процесс сгорания смеси и отвода отработавших газов, как в карбюраторных двигателях.

Редуктор 11, кроме уменьшения давления газа, изменяет его количество в зависимости от режима работы двигателя. Он быстро выключает подачу газа при прекращении работы двигателя. Кроме основной, имеется резервная система питания, обеспечивающая работу двигателя на бензине в необходимых случаях (неисправности системы, израсходован весь газ в баллонах и др.). При этом длительная работа двигателя на бензине не рекомендуется, так как в резервной системе питания отсутствует воздушный фильтр, что может привести к повышенному изнашиванию двигателя.

В резервную систему питания входят топливный бак 7, топливный фильтр, топливный насос 16 и топливопроводы 15.

Приборы, входящие в систему питания двигателей, работающих на сжатом газе

Входящие в состав системы **баллоны** выполнены из стали и рассчитаны на рабочее давление 19,6 МПа. Вместимость их 50 л, масса 93 кг. **Вентили** используют для перекрытия магистралей при неработающем двигателе.

Подогреватель газа служит для предотвращения возможного замерзания влаги, находящейся в газе. Он выполнен в виде нескольких витков газопровода высокого давления на выпускном коллекторе.

Газовый редуктор высокого давления (ГРВД) служит для снижения давления газа до 1,2 МПа. Газ из баллона поступает в полость *A* редуктора через штуцер с накидной гайкой 14 (рис. 6.44 *a*) и керамический фильтр 13 к клапану 12. На клапан давит сверху через толкатель 3 и мембрану пружина редуктора. При давлении газа в полости *B* меньше заданного пружина редуктора через толкатель опускает клапан 12, пропуская через образовавшуюся щель газ в полость *B*. Газ при этом проходит дополнительный фильтр 11. При достижении заданного давления в полости *B* сила его на мембрану уравнивает пружину и клапан 12 закрывает проход газа. Выходное давление регулируют рукояткой с винтом 4. Работу редуктора контролируют по манометру, принимающему сигнал от датчика высокого давления 1 и сигнализатора падения выходного давления 6 (аварийного датчика).

Газовый редуктор низкого давления (ГРНД) снижает давление до рабочего значения, необходимого для подачи в смеситель (0,085...0,08 МПа). К ГРНД газ поступает через электромагнитный клапан - фильтр, который при выключении зажигания перекрывает подачу газа. Если газ не поступает, то

атмосферное давление в полости *Д* (она связана с атмосферой) прогибает диафрагму *11* (рис. 6.44 б) вниз и через рычаг *10* открывает клапан *7* первой ступени редуктора. В полости *Б* также атмосферное давление, поэтому диафрагма *2* через пружину *5* и шток *4* перемещает рычаг *14* вверх и открывает клапан *12* второй ступени редуктора. Давление во всем редукторе атмосферное.

При включении зажигания и открытом магистральном вентиле газ через вход *1*, клапан поступает в полости *Г* и *В* и давит на диафрагмы *11* и *2*. Если двигатель не работает и потребления газа нет, то эти диафрагмы закрывают соответственно клапаны *12* и *7*.

При пуске двигателя через выход *II* разрежение передается в полость *В*, открывая клапан *12*, а затем в полость *Г*, открывая клапан *7*. При малых нагрузках эта система поддерживает в полости *В* давление 50...100кПа. По мере увеличения открытия дросселя разрежение увеличивается, клапан *12* открывается больше и газа поступает больше. При полном открытии дросселя срабатывает клапан экономайзера *13*. Разрежение передается на его диафрагму снизу, и пружина экономайзера прогибает диафрагму вверх, открывая клапан и пропуская дополнительное количество газа на выход *II*.

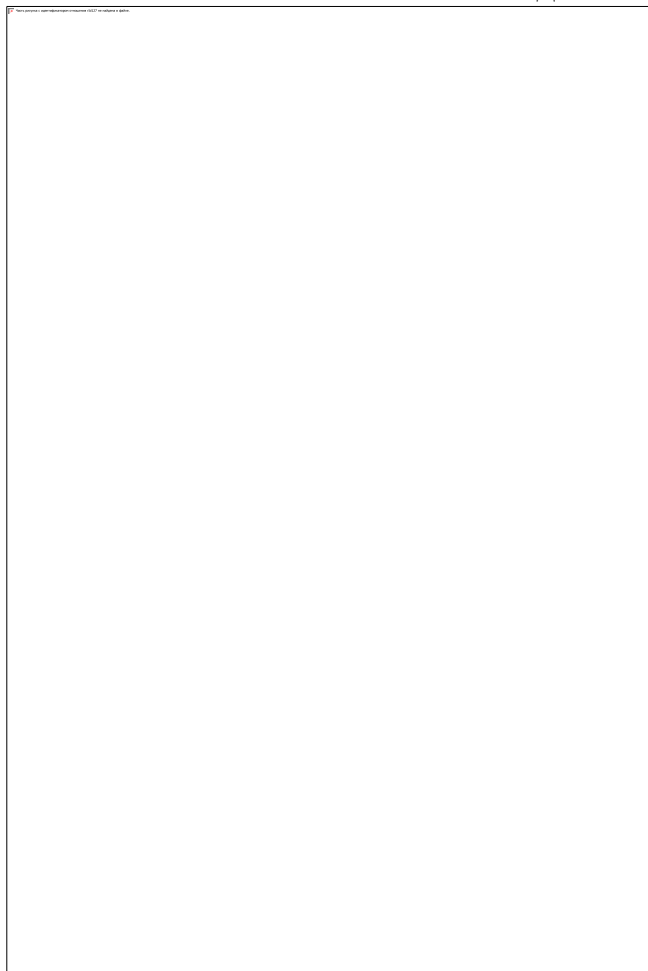


Рис.6.44. Редукторы: а - высокого давления: 1 - датчик давления; 2 - мембрана; 3 - толкатель; 4 -регулирующий винт; 5 - колпак; 6 - аварийный датчик; 7 - штуцер; 8 - входной штуцер; 9 - предохранительный клапан; 10 - седло клапана; 11 - фильтр; 12 - редукционный клапан; 13 - входной фильтр;

14 - накидная гайка; 6 - низкого давления: 1 - вход экономайзера; 2 - диафрагма; 3 - пружина диафрагмы первой ступени; 4 - шток; 5 - пружина диафрагмы второй ступени; 6 - диафрагма разгрузочного устройства; 7 - входной клапан первой ступени; 8 - входной штуцер; 9 - пружина диафрагмы первой ступени; 10 - рычаг клапана; 11 - диафрагма первой ступени; 12 — клапан второй ступени; 13 - клапан экономайзера; 14 – рычаг.

Газовый смеситель - карбюратор служит для приготовления горючей смеси при работе на газе и бензине.

Смеситель-карбюратор выполнен на базе основного карбюратора. На основном режиме средних нагрузок газ поступает от редуктора через открытый под действием разрежения в диффузорах обратный клапан в газовые форсунки и далее в двигатель. При полной нагрузке экономайзер подает дополнительное количество газа.

При работе на холостом ходу газ поступает за дроссель. Общее количество газа, подаваемого в систему холостого хода, регулируется винтом.

6.4.2. Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе

Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе, показана на рис. 6.45. Сжиженный газ под давлением из баллона 12 поступает через расходный 13 и магистральный 11 вентили в испаритель 5. В испарителе газ подогревается горячей жидкостью системы охлаждения двигателя и переходит в газообразное состояние. Затем газ очищается в фильтре 6, поступает в двухступенчатый редуктор 8, где давление газа снижается до атмосферного. Из редуктора газ через дозирующее устройство 7 проходит в смеситель 4, который готовит горючую смесь в соответствии с режимом работы двигателя.

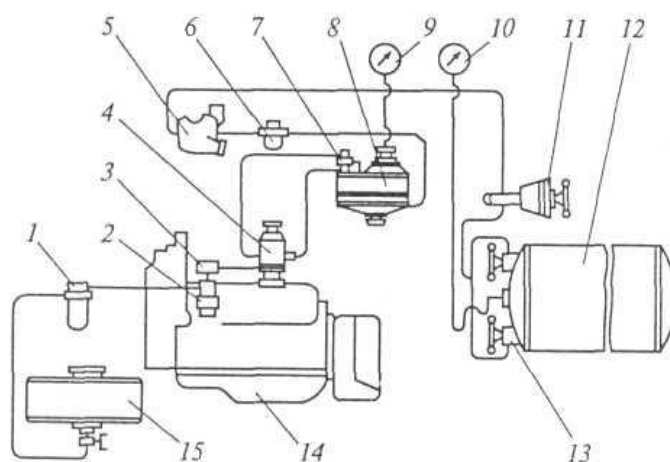


Рис. 6.45. Схема системы питания двигателя, работающего на сжиженном газе: 1 - топливный фильтр; 2 - топливный насос; 3 - карбюратор; 4 - смеситель; 5 - испаритель; 6 - газовый фильтр; 7 - дозирующее устройство; 8 -

редуктор; 9, 10 - манометры; 11, 13 - вентили; 12 - баллон; 14 - двигатель; 15 – бак.

Газовый баллон вместимостью 225 л. имеет предохранительный клапан, открывающийся при давлении 1,68 МПа, наполнительный вентиль и датчик уровня сжиженного газа. Баллон заполняется сжиженным газом только на 90 % объема. Это необходимо для возможности расширения газа при нагреве.

Кроме основной системы питания, двигатель, работающий на сжиженном газе, имеет резервную систему питания для кратковременной работы на бензине. В резервную систему входят топливный бак 15, топливный фильтр 1, топливный насос 2 и карбюратор 3.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Изучение системы смазки двигателей

Цель работы: закрепить теоретические знания по назначению и устройству системы смазки двигателей.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и наглядные пособия

Разрез двигателя РЕНО

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Стенды: «Система смазки двигателя ЗИЛ-131», «Система смазки двигателя ЗМЗ-402»

Узлы системы смазки: «Масляный насос двигателя ЗМЗ-402».

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110».

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить устройство системы смазки двигателей.
2. Изучить устройство узлов системы смазки двигателей.
3. Изучить систему вентиляции картера двигателя.
4. Изучить систему смазки с сухим картером.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать устройство системы смазки двигателей.
2. Вычертить схему и описать устройство и работу масляного насоса с наружным зацеплением шестерен.
3. Вычертить схему и описать устройство и работу масляного насоса с внутренним зацеплением шестерен.
4. Описать устройство и работу полнопоточного масляного фильтра.
5. Описать устройство и работу неполнопоточного фильтра центробежной очистки масла.
6. Описать работу системы вентиляции картера.
7. Вычертить схему и описать устройство системы смазки двигателей с сухим картером.
8. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 7, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое комбинированная система смазки?
2. Как контролируется давление масла в системе смазки?
3. Что такое неполнопоточные масляные фильтры и в каких случаях они применяются?
4. Для чего предназначена вентиляция картера?
5. В каких случаях используется система смазки с сухим картером?

Тема 7. СИСТЕМА СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

7.1. Устройство и работа системы смазки

В изучаемых двигателях применяется комбинированная смазочная система. К наиболее нагруженным деталям масло подается под давлением, а к остальным - разбрызгиванием и самотеком.

Под давлением смазываются коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, клапанный механизм, втулки распределительного вала и распределительных шестерен.

В систему смазки двигателя (рис.7.1) входят поддон 1 картера, масляный насос 2, масляный фильтр 6, масляный радиатор 8, масляные каналы и трубопроводы, манометр 11, маслозаливная горловина 16. Уровень масла контролируется масломерным стержнем 4 при неработающем двигателе.

Путь циркуляции масла под давлением в смазочной системе у большинства автотракторных двигателей одинаков. На рисунке приведена принципиальная схема работы смазочной системы двигателя. При работе двигателя масло из поддона картера засасывается шестеренчатым насосом и подается под давлением к фильтру. Очищенное масло охлаждается в масляном радиаторе и поступает в главный масляный канал - магистраль 13. Из этого канала масло проходит по каналам в блоке к коренным подшипникам коленчатого вала и к шейкам распределительного вала.

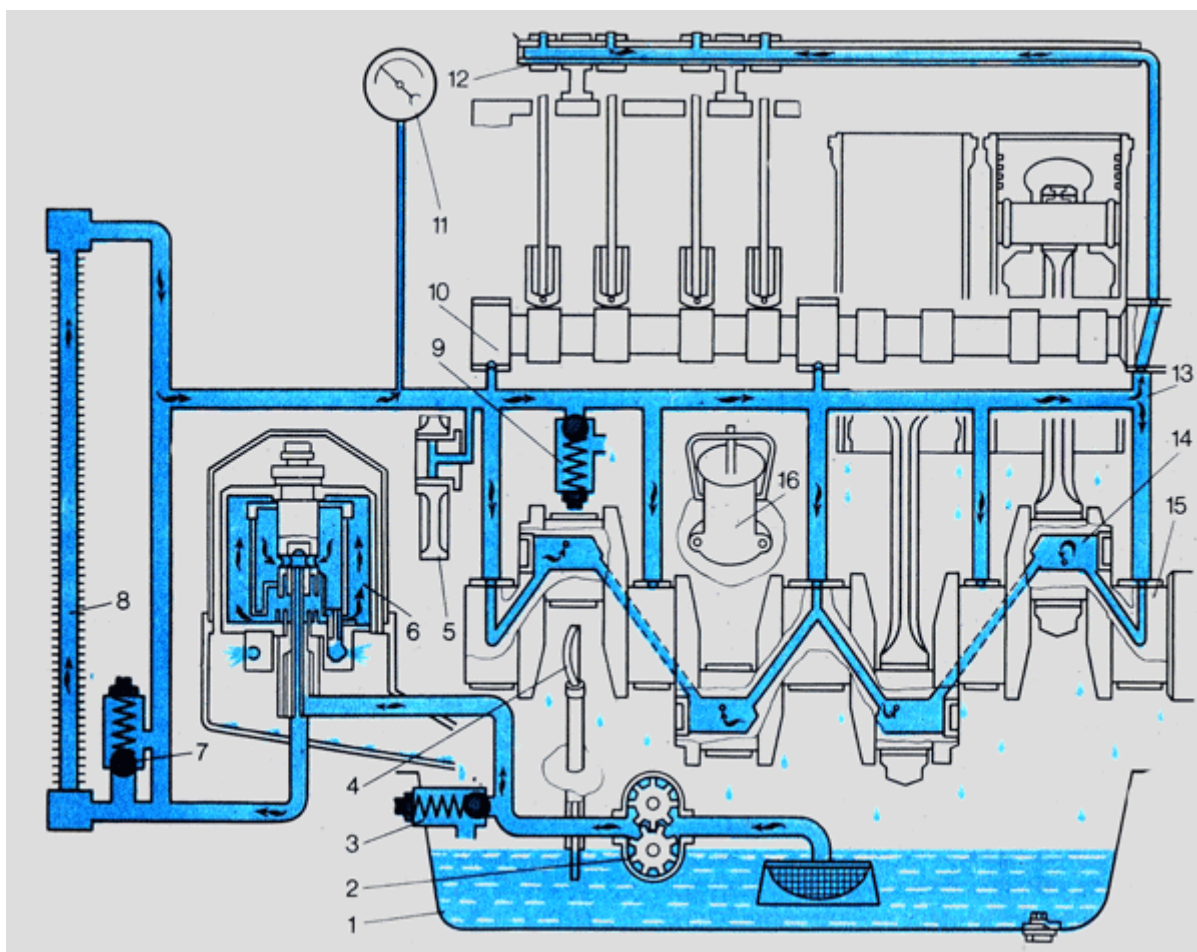


Рис.7. 1. Принципиальная схема смазочной системы: 1 – масляный поддон; 2 – масляный насос; 3 – редукционный клапан масляного насоса; 4 – масломерный щуп; 5 – промежуточная шестерня; 6 – масляный фильтр; 7 – редукционный (температурный) клапан; 8 – масляный радиатор; 9 – сливной клапан; 10 – распределительный вал; 11 – манометр; 12 – ось коромысел; 13 – главный масляный канал; 14 – полость шатунной шейки; 15 – коленчатый вал; 16 – маслозаливная горловина.

По наклонным каналам коленчатого вала масло попадает в полость 14 шатунных шеек, где дополнительно очищается и, выходя на поверхность шеек, смазывает шатунные подшипники. От первого коренного подшипника масло поступает к пальцу промежуточной шестерни 5 и втулке шестерни топливного насоса.

По каналу в одной из шеек распределительного вала масло пульсирующим потоком подается в вертикальный канал блока и по каналам в головке и наружной трубке - в пустотелую ось 12 коромысел. Через отверстия в валике коромысел масло поступает к втулкам коромысел и, стекая по штангам, смазывает толкатели и кулачки распределительного вала.

Стенки цилиндров и поршней, поршневые пальцы, распределительные шестерни смазываются разбрызгиванием. Масло, вытекающее из подшипников коленчатого вала и стекающее с клапанного механизма, разбрызгивается быстровращающимся коленчатым валом на мелкие капли,

образуя масляный туман. Капельки масла, оседая на поверхности цилиндров, поршней, кулачков распределительного вала, смазывают их и стекают в поддон картера, откуда масло вновь начинает свой путь. Поршневой палец смазывается каплями масла, которые забрызгиваются в отверстие верхней головки шатуна. В двигателях, имеющих канал в стержне шатуна, поршневой палец смазывается под давлением.

Работу смазочной системы контролируют по манометру 11, показывающему давление в главной магистрали. На некоторых двигателях, кроме того, устанавливают термометр, измеряющий температуру масла в смазочной системе и датчики аварийного падения давления масла.

7.2. Устройство узлов системы смазки

7.2.1. Масляный поддон

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

7.2.2. Масляный насос

Шестеренчатый масляный насос создает циркуляцию масла в смазочной системе двигателя. Он установлен обычно на блок-картере или на крышке коренного подшипника коленчатого вала.

Масляный насос может приводиться в действие от коленчатого вала двигателя, распределительного вала или дополнительного приводного вала. Обычно применяют масляные насосы шестеренного типа с наружным или внутренним зацеплением шестерен. Насосы с внутренним зацеплением более компактны и приводятся непосредственно от коленчатого вала, поэтому они широко применяются в двигателях легковых автомобилей.

Насосы с наружным зацеплением шестерен выполняют двухсекционными (рис.7.2 а) и односекционными (рис.7.2 б). Двухсекционный насос имеет две секции: основную и радиаторную. Секции разделены между собой проставкой 2. Каждая секция работает независимо от другой как односекционный насос.

Односекционный насос состоит из маслоприемника 9, корпуса 6, крышки и двух шестерен. В корпусе насоса выполнены два цилиндрических колодца для установки шестерен. Ведущая шестерня 4 насоса крепится шпонкой на валу, который опирается на втулки, запрессованные в корпусе и крышке насоса. Ведомая шестерня 5, находясь в зацеплении с ведущей, свободно вращается на пальце, запрессованном в корпусе. Вращаясь в разные

стороны, шестерни зубьями перегоняют масло от входного канала корпуса к нагнетательному 7.

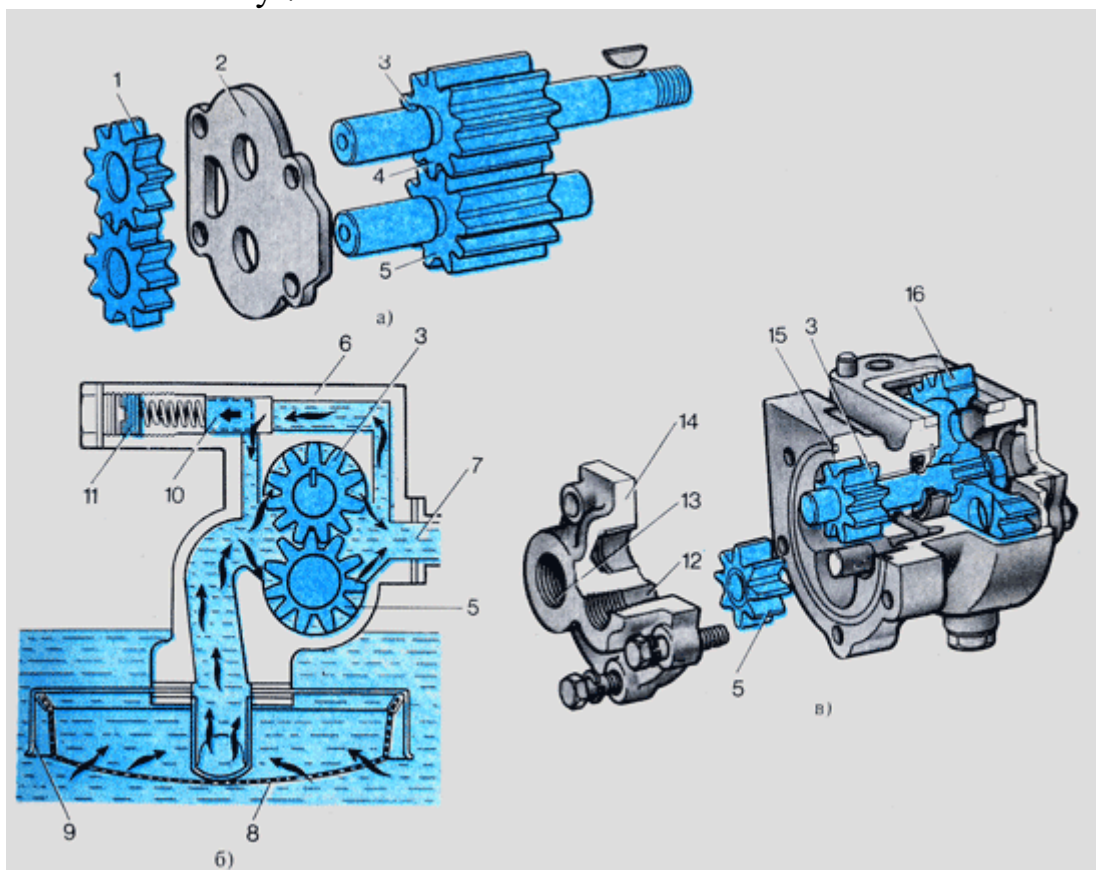


Рис.7.2. Принципиальная схема насоса с наружным зацеплением шестерен:
 а - двухсекционный, б - односекционный, в - предпусковой,
 1 - ведущая шестерня радиаторной секции, 2 - проставка, 3 - ведущий вал,
 4 - ведущая шестерня основной секции, 5 - ведомая шестерня основной секции, 6 - корпус,
 7 - нагнетательный канал, 8 - сетка маслоприемника, 9 - маслоприемник, 10 - редуцирующий клапан,
 11 - регулировочный винт, 12 - выходное отверстие, 13 - впускное отверстие,
 14 - крышка, 15 - корпус, 16 - шестерня привода насоса.

В корпусе насоса есть прилив, в расточке которого смонтирован редуцирующий клапан 10. Последний предотвращает чрезмерное повышение давления, которое создается масляным насосом при пуске холодного двигателя, т. е. когда масло имеет большую вязкость. С помощью регулировочного винта 11 можно изменить силу давления пружины клапана.

Привод масляного насоса осуществляется у тракторных двигателей от, коленчатого вала через приводную шестерню, а у автомобильных - от шестерни, выполненной заодно с распределительным валом.

Для подачи масла в смазочную систему во время запуска пускового двигателя некоторые тракторные двигатели имеют предпусковой насос (рис.2 в). Шестерня 16 привода предпускового насоса находится в постоянном зацеплении с шестерней пускового двигателя. Поэтому после его запуска

шестерни предпускового насоса забирают масло через заборную трубку из поддона картера и подают через обратный клапан в масляную магистраль. После запуска основного двигателя давление в масляной магистрали повышается и срабатывает обратный клапан, перекрывая поступление масла из блок-картера в предпусковой насос.

Масляный насос с шестернями внутреннего зацепления (рис. 7.3) состоит из корпуса 1, крышки 7, ведущей 3 и ведомой 2 шестерен, маслоприемника 8 и редукционного клапана 4. Корпус насоса отлит из чугуна. Он имеет две полости (всасывания и нагнетания), которые разделены между собой выступом 9. Ведущая и ведомая шестерни изготовлены из спеченного материала и размещены внутри корпуса. Ведущая шестерня 3 установлена на переднем конце коленчатого вала 10, который уплотняется в крышке насоса манжетой 6. К корпусу прикреплены маслоприемник с фильтрующей сеткой и крышка. Крышка 7 насоса отлита из алюминиевого сплава. В ней размещен редукционный клапан 4, давление срабатывания которого обеспечивается пружиной 5.

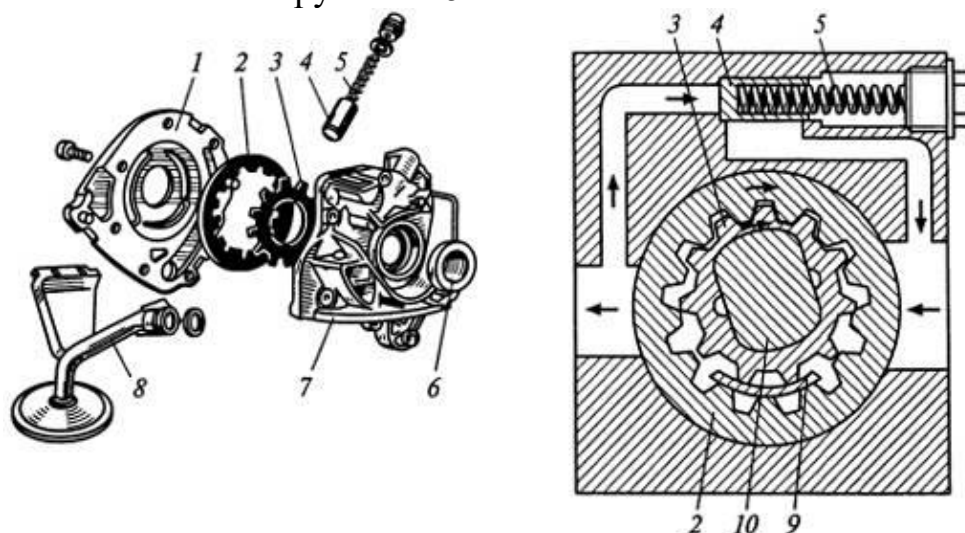


Рис. 7.3. Масляный насос с шестернями внутреннего зацепления:
1 – корпус; 2, 3 – шестерни; 4 – клапан; 5 – пружина; 6 – манжета; 7 – крышка; 8 – маслоприемник; 9 – выступ; 10 – вал.

При вращении шестерен масло через маслоприемник поступает во всасывающую полость насоса. Оно заполняет впадины между зубьями шестерен, переносится в полость нагнетания и под давлением направляется в приемный канал блока цилиндров. Редукционный клапан срабатывает при возрастании давления выше допустимого и перепускает часть масла из нагнетательной полости насоса во всасывающую. Подача насоса равна 34 л/мин при частоте вращения ведущей шестерни 6000 мин^{-1} , а создаваемое давление — 0,5 МПа.

Падение давления масла в смазочной системе может привести к быстрому выходу двигателя из строя, поэтому оно контролируется специальным датчиком, установленным в масляной магистрали. Электрический сигнал от датчика поступает к указателю давления масла,

установленному на приборной панели, или к контрольной лампе аварийного давления. В некоторых двигателях сигнал от датчика давления используется электронным блоком управления, который может отключить двигатель в случае опасного снижения давления масла. В отдельных конструкциях применяют датчики и для контроля уровня масла в поддоне картера.

В двигателях многих грузовых автомобилей используются двухсекционные масляные насосы для разделения потоков масла. Для охлаждения масла могут использоваться масляные радиаторы или водомасляные теплообменники. Масляный радиатор обдувается воздухом, который охлаждает протекающее через него масло; теплообменник отдает тепло от масла в охлаждающую жидкость. При включении масляного радиатора может произойти падение давления в основных магистралях смазочной системы. Чтобы этого не произошло, перед входом в радиатор устанавливают предохранительный клапан.

7.2.3. Масляный фильтр

Масляный фильтр служит для очистки масла от твердых частиц продуктов изнашивания деталей двигателя, нагара и т. п. Загрязненное масло вызывает ускоренное изнашивание двигателя и засоряет каналы смазочной системы.

Масляные фильтры называют полнопоточными, если через них проходит все масло, и неполнопоточными, если через них проходит только его часть. Неполнопоточные фильтры применяют как дополнительные к основным - полнопоточным для более тонкой очистки масла. Масляный фильтр может быть сменным, и его нужно заменять новым при каждой замене масла или иметь сменный только фильтрующий элемент. В большинстве двигателей легковых автомобилей применяют полнопоточные сменные фильтры, хотя встречаются конструкции, в которых заменяют только фильтрующий элемент.

На легковых автомобилях применяется масляный фильтр полнопоточный (пропускает все нагнетаемое масло), неразборный, с перепускным и противодренажным клапанами.

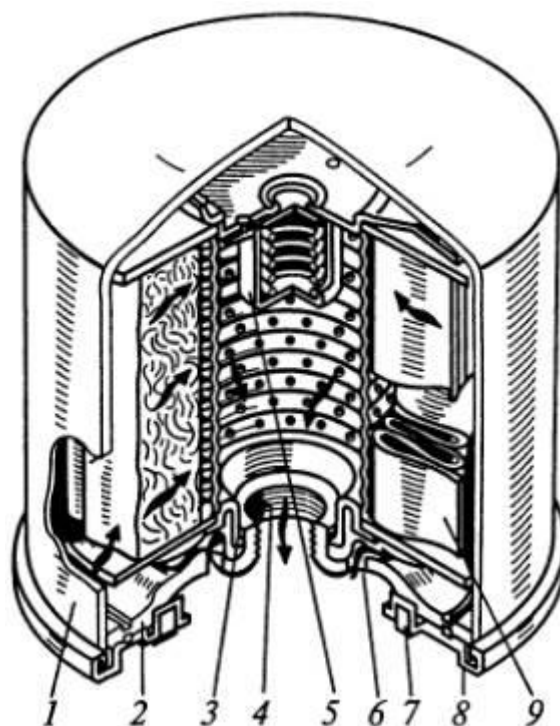


Рис. 7.4. Полнопоточный масляный фильтр:
1 – корпус; 2 – днище; 3, 5 – клапаны; 4, 6 – отверстия; 7 – кольцо; 8 – крышка; 9 – фильтрующий элемент

В корпусе 1 фильтра (рис.7.4) находится бумажный фильтрующий элемент 9 со специальной вставкой из вязкого волокна. Нагнетаемое насосом масло поступает через отверстия 6 в днище 2 в наружную полость фильтра, проходит через поры фильтрующего элемента 9, очищается в нем и выходит в масляную магистраль блока цилиндров из центральной части фильтра через отверстие 4. Вставка фильтрующего элемента очищает масло при пуске холодного двигателя, когда оно не может пройти через поры бумажного фильтрующего элемента. При сильном загрязнении фильтра, а также при повышенной вязкости масла (при низких температурах) открывается перепускной клапан 5 масляного фильтра, имеющий пружину, и неочищенное масло из фильтра поступает в масляную магистраль. Противодренажный клапан 3, выполненный в виде манжеты из специальной маслостойкой резины, пропуская масло в фильтр, предотвращает вытекание его из смазочной системы в масляный поддон при неработающем двигателе. Это позволяет ускорить подачу масла к трущимся поверхностям деталей двигателя после его пуска.

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

В смазочных системах грузовых автомобилей часто применяют по два фильтра: один - полнопоточный со сменным фильтрующим элементом, второй - неполнопоточный центробежный (центрифуга) (рис. 7.5).

Центробежный фильтр (центрифуга) приводится в действие за счет реактивных сил масла, вытекающего под давлением из специальных сопел (жиклеров), направленных в разные стороны. Вращающийся с большой скоростью вместе с соплами колпак, находящийся внутри корпуса фильтра, заполнен маслом, из которого за счет центробежных сил удаляются твердые частицы, которые оседают на внутренней поверхности колпака.

В корпусе 3 (рис.7.5) фильтра с крышкой 6 неподвижно закреплена ось 1 с внутренним каналом и выходными отверстиями. На оси на радиально-упорном подшипнике 8 и двух втулках установлен ротор 4 с колпаком 5, фильтрующей сеткой 7 и жиклерами 2, выходные отверстия которых направлены в противоположные стороны.

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

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



Рис. 7.5. Неполнопоточный фильтр центробежной очистки масла:
 1 — ось; 2 — жиклер; 3 — корпус; 4 — ротор; 5 — колпак; 6 — крышка; 7 — сетка; 8 — подшипник

7.2.4. Масляный радиатор

Масляный радиатор охлаждает масло в летнее время. Он представляет собой неразборный узел, состоящий из ряда стальных трубок овального сечения и двух бачков: нижнего и верхнего. Для увеличения поверхности охлаждения на каждой трубке навита спираль из тонкой стальной ленты. У масляных радиаторов некоторых двигателей трубки радиатора проходят через охлаждающие пластины, бачки разделены перегородками. К бачкам приварены штуцера, к которым монтируют маслоподводящую и маслоотводящую трубки и ушки для крепления радиатора. Масляный радиатор установлен впереди водяного радиатора. У двигателей с воздушным охлаждением масляный радиатор выполнен из единой многократно изогнутой трубки с навитой на нее ленточной спиралью. Масло, двигаясь по трубкам радиатора, обдуваемого снаружи воздухом, охлаждается при полностью открытых жалюзи или шторки на 10-12°C.

7.3. Вентиляция картера двигателя

Автомобили выделяют в окружающую среду много ядовитых веществ, из которых 65 % содержат отработавшие газы, 20 % - картерные газы и 15 % - пары топлива. Вентиляция картера двигателя и ее тип существенно влияют на количество выделяемых в окружающую среду токсичных веществ.

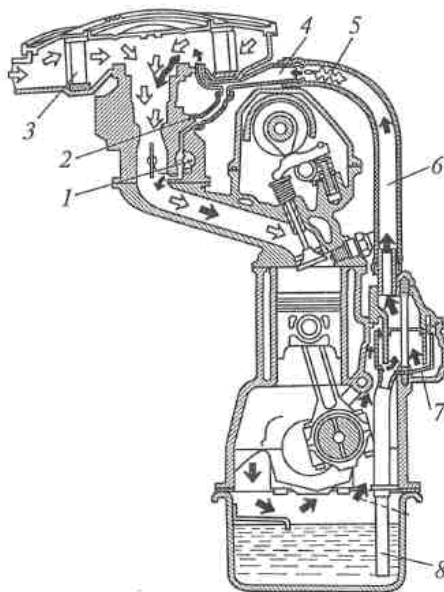


Рис. 7.6. Схема вентиляции картера двигателей легковых автомобилей ВАЗ: 1 - золотник; 2, 6 - шланги; 3 - воздушный фильтр; 4 - коллектор; 5 - пламегаситель; 7 - маслоотделитель; 8 - трубка

Вентиляция картера двигателя предназначена для удаления картерных газов (состоящих из горючей смеси и продуктов сгорания), которые разжижают масло и образуют смолистые вещества и кислоты. Кроме того, картерные газы повышают давление в картере двигателя и вызывают утечку масла через уплотнения. На легковых автомобилях применяется система вентиляции картера двигателя закрытого типа. Она обеспечивает за счет вакуума во впускном трубопроводе принудительное удаление картерных газов в цилиндры двигателя на догорание. В результате предотвращается попадание картерных газов в салон кузова автомобиля и уменьшается выброс ядовитых веществ в окружающую среду.

При работе двигателя (рис. 7.6) картерные газы отсасываются через маслоотделитель 7 и шланг 6 в вытяжной коллектор 4 воздушного фильтра 3. Из вытяжного коллектора при холостом ходе и малых нагрузках двигателя газы поступают через шланг 2 и золотник 1 под дроссельные заслонки карбюратора. При остальных режимах работы двигателя картерные газы поступают в карбюратор через воздушный фильтр 3. В маслоотделителе 7 из газов выделяется масло, которое по трубке 8 стекает в масляный поддон. Пламегаситель 5 исключает проникновение пламени в картер двигателя при вспышках в карбюраторе.

7.4. Системы смазки с сухим картером

В некоторых высокофорсированных двигателях спортивных автомобилей, а также тракторов и специальных автомобилей, применяются системы смазки с сухим картером (рис. 7.7). Использование таких систем гарантирует, что при резких маневрах на большой скорости или наклонах транспортного средства масло не переместится к одной из его стенок и маслозаборник не окажется выше уровня масла. Стекающее в поддон масло в двигателях с сухим картером постоянно выкачивается дополнительным масляным насосом в специальный масляный бак. Из этого бака масло затем подается под давлением в систему смазки двигателя.

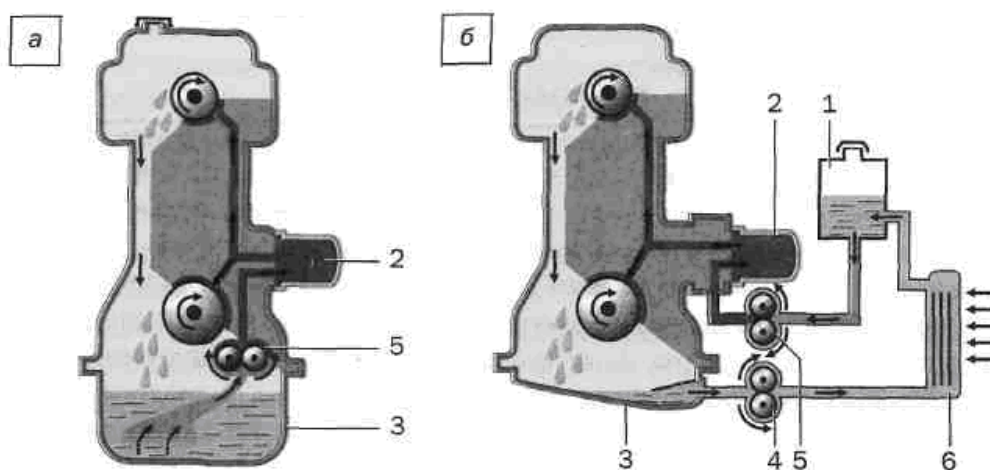


Рис. 7.7. Системы смазки обычная (а) и с сухим картером (б): 1 - емкость для масла (масляный бак); 2 - масляный фильтр; 3 - поддон картера; 4 - отсасывающий масляный насос; 5 - масляный насос; 6 - масляный радиатор

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9.

Тема: Изучение систем охлаждения двигателей

Цель работы: закрепить теоретические знания по назначению и устройству систем охлаждения двигателей.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок,
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и наглядные пособия

Разрез двигателя РЕНО

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Стенды: «Система охлаждения двигателя ЗИЛ-131», «Система охлаждения двигателя ЗМЗ-402»

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110», «Система охлаждения двигателя ВАЗ-2110»

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить устройство системы жидкостного охлаждения двигателей.
2. Изучить устройство узлов системы жидкостного охлаждения двигателей.
3. Изучить устройство системы воздушного охлаждения двигателей.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать устройство системы жидкостного охлаждения двигателей.
2. Описать устройство и работу жидкостного насоса.
3. Вычертить схему и описать устройство и работу термостата.
4. Описать устройство и работу неразборного радиатора.
5. Описать устройство и работу вентилятора.
6. Описать принцип работы системы воздушного охлаждения.
7. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 6, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что значит «малый круг циркуляции жидкости»?
2. Что значит «большой круг циркуляции жидкости»?
3. Каково назначение термостата?
4. Каково назначение расширительного бачка?
5. В чем преимущество вентиляторов с электроприводом?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к лабораторной работе № 9

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

1. Устройство и работа жидкостной системы охлаждения

В двигателях автомобилей применяемая жидкостная система охлаждения является закрытой (герметичной), с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости. Внутренняя полость закрытой системы охлаждения не имеет постоянной связи с окружающей средой, а связь осуществляется через специальные клапаны (при определенном давлении или вакууме), находящиеся в пробках радиатора или расширительного бачка системы. Охлаждающая жидкость в такой системе закипает при 110... 120 °С. Принудительная циркуляция охлаждающей жидкости в системе обеспечивается жидкостным насосом.

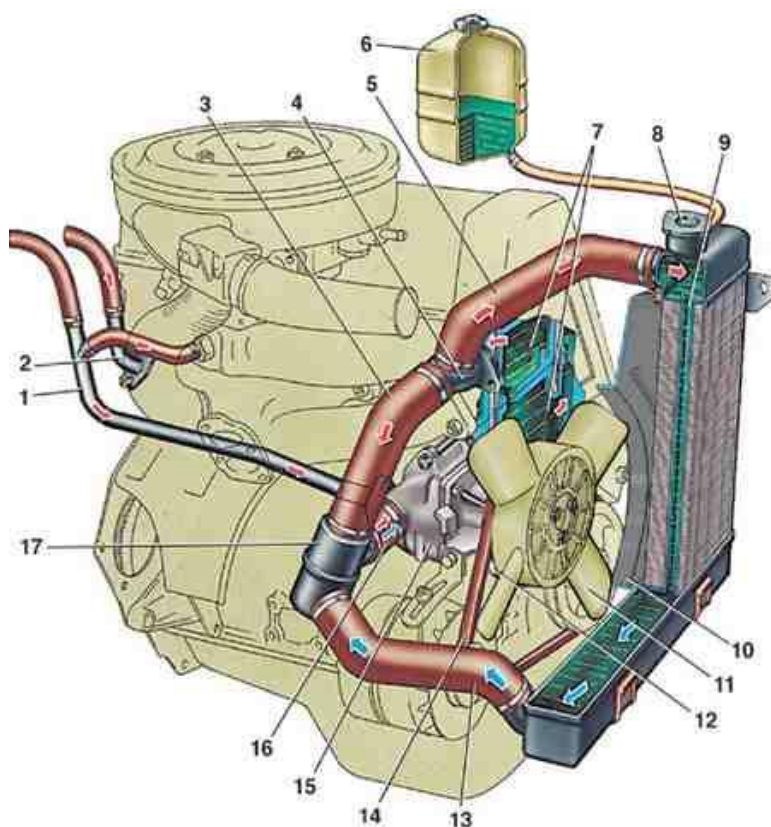
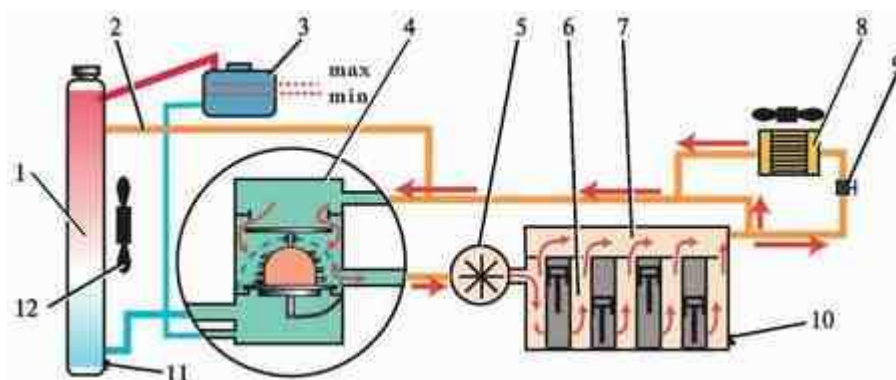


Рис. 1. Схема жидкостной системы охлаждения:

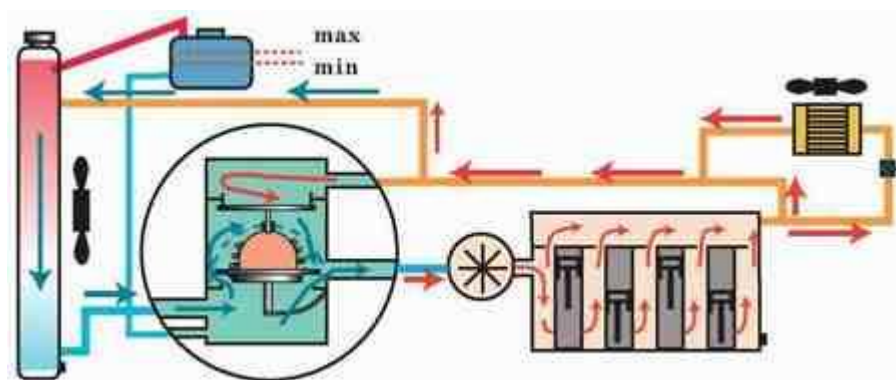
1 – труба отвода жидкости от радиатора отопителя и карбюратора в насос охлаждающей жидкости; 2 – труба отвода горячей жидкости из головки цилиндров в радиатор отопителя; 3 – перепускной шланг термостата; 4 – выпускной патрубок рубашки охлаждения; 5 – подводящий шланг радиатора; 6 – расширительный бачок; 7 – рубашка охлаждения; 8 – пробка радиатора; 9 – радиатор; 10 – кожух вентилятора; 11 – вентилятор; 12 – шкив привода вентилятора и насоса охлаждающей жидкости; 13 – отводящий

шланг радиатора; 14 – ремень привода насоса; 15 – насос; 16 – шланг подачи охлаждающей жидкости в насос; 17 – термостат.

Система охлаждения двигателя состоит из рубашки охлаждения головки и блока цилиндров, радиатора, насоса, термостата, вентилятора, расширительного бачка, соединительных трубопроводов и сливных краников. Кроме того, в систему охлаждения входит отопитель салона кузова автомобиля.



а)



б)

Рис. 2. Принципиальная схема жидкостной системы охлаждения двигателя и принцип ее работы:

1 – радиатор; 2 – патрубок для циркуляции охлаждающей жидкости; 3 – расширительный бачок; 4 – термостат; 5 – водяной насос; 6 – рубашка охлаждения блока цилиндров; 7 – рубашка охлаждения головки блока; 8 – радиатор отопителя с электрическим вентилятором; 9 – кран радиатора отопителя; 10 – пробка для слива охлаждающей жидкости из блока; 11 – пробка для слива охлаждающей жидкости из радиатора; 12 – вентилятор.

При непрогретом двигателе основной клапан термостата 4 (рис. 2а) закрыт, и охлаждающая жидкость не проходит через радиатор 10. В этом случае жидкость нагнетается насосом 5 в рубашку охлаждения 7 блока и головки цилиндров двигателя (малый круг циркуляции).

Из головки блока цилиндров через шланг 3 жидкость поступает к дополнительному клапану термостата и попадает вновь в насос. Вследствие циркуляции этой части жидкости двигатель быстро прогревается. Одновременно меньшая часть жидкости поступает из головки блока цилиндров в обогреватель (рубашку) впускного трубопровода двигателя, а при открытом кране 9 - в отопитель 8 салона кузова автомобиля.

При прогревом двигателя дополнительный клапан термостата закрыт (рис. 2б), а основной клапан открыт. В этом случае большая часть жидкости из головки блока цилиндров попадает в радиатор 1, охлаждается в нем и через открытый основной клапан термостата поступает в насос (большой круг циркуляции). Меньшая часть жидкости, как и при непрогретом двигателе, циркулирует через обогреватель впускного трубопровода двигателя и отопитель салона кузова. В некотором интервале температур основной и дополнительный клапаны термостата открыты одновременно, и охлаждающая жидкость циркулирует в этом случае по двум направлениям (кругам циркуляции). Количество циркулирующей жидкости в каждом круге зависит от степени открытия клапанов термостата, чем обеспечивается автоматическое поддержание оптимального температурного режима двигателя.

2. Конструкции узлов жидкостной системы охлаждения

Жидкостный насос

Жидкостный насос обеспечивает принудительную циркуляцию жидкости в системе охлаждения двигателя. На двигателях автомобилей применяют лопастные насосы центробежного типа (рис. 3). На 6 насоса установлен в отлитой из алюминиевого сплава крышке 4 в двухрядном неразборном подшипнике 5. Подшипник размещен и зафиксирован в крышке стопорным винтом 8. На одном конце вала напрессована литая чугунная крыльчатка 1, а на другом конце - ступица 7 и шкив 11 вентилятора 15. При вращении вала насоса охлаждающая жидкость через патрубок 10 поступает к центру крыльчатки, захватывается ее лопастями, отбрасывается к корпусу 2 насоса под действием центробежной силы и через окно 3 в корпусе направляется в рубашку охлаждения блока цилиндров двигателя.

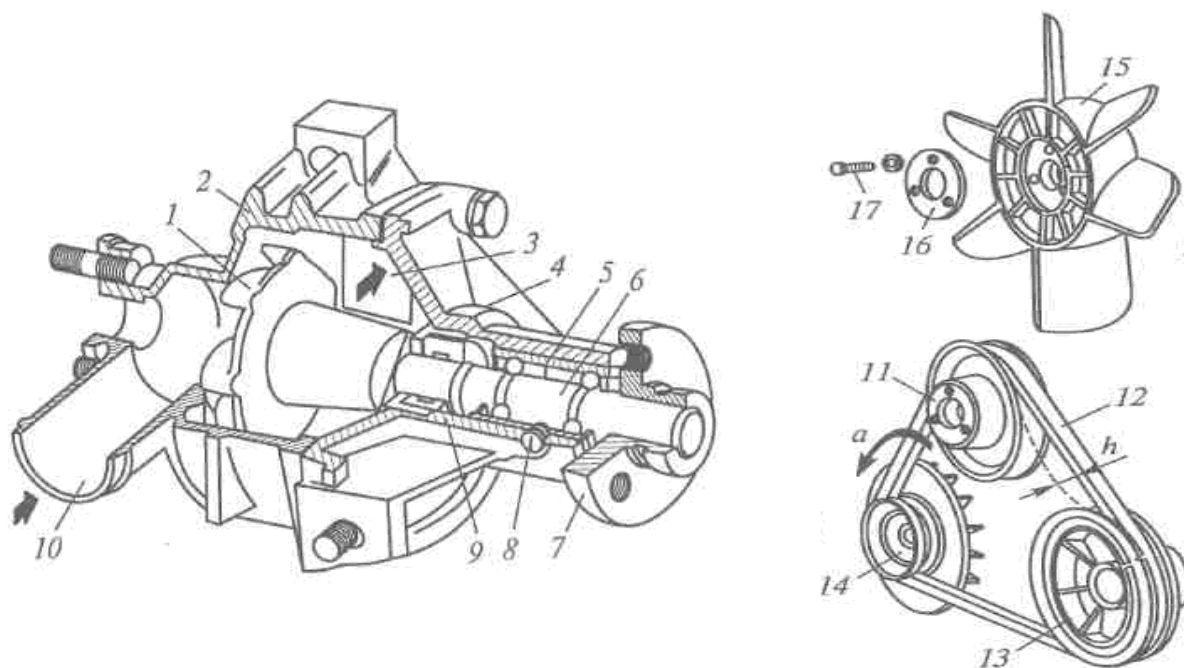


Рис. 3. Жидкостный насос и вентилятор двигателя: 1 – крыльчатка; 2 – корпус; 3 – окно; 4 – крышка; 5 – подшипник; 6 – вала; 7 – ступица; 8 – винт; 9 – уплотнительной устройство; 10 – патрубок; 11,13,14 – шкивы; 12 – ремень; 15 – вентилятор; 16 – накладка; 17 – болт.

Уплотнительное устройство 9, состоящее из самоподвижного сальника и графитокompозитного кольца, установленное на валу насоса, исключает попадание жидкости в подшипник вала. Привод насоса и вентилятора осуществляется клиновым ремнем 12 от шкива 13, который установлен на переднем конце коленчатого вала двигателя. Этим ремнем также вращается шкив 14 генератора. Нормальную работу насоса и вентилятора обеспечивает правильное натяжение ремня. Натяжение ремня регулируют путем перемещения генератора в сторону от двигателя (показано на рис. Зстрелкой *a*). Насос корпусом 2, отлитым из алюминиевого сплава, крепится к фланцу блока цилиндров в передней части двигателя.

Термостат

Термостат способствует ускорению прогрева двигателя и регулирует в определенных пределах количество охлаждающей жидкости, проходящей через радиатор. Термостат представляет собой автоматический клапан. В двигателях автомобилей применяют неразборные двухклапанные термостаты с твердым наполнителем.

Термостат (рис. 4) имеет два входных патрубка 1 и 11, выходной патрубок 6, два клапана (основной 8, дополнительный 2) и чувствительный элемент. Термостат установлен перед входом в насос охлаждающей жидкости и соединяется с ним через патрубок 6. Через патрубок 1 термостат

соединяется с головкой блока цилиндров двигателя, а через патрубок 11 - с нижним бачком радиатора.

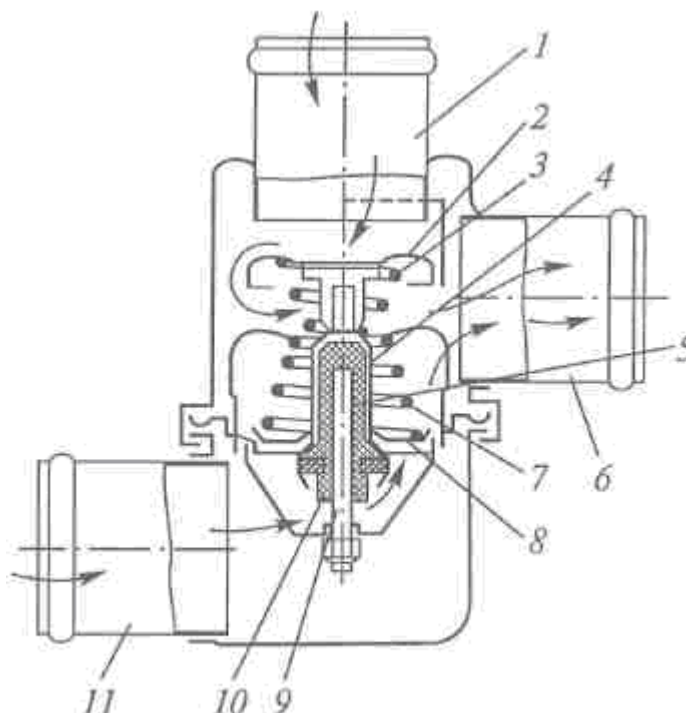


Рис. 4 Термостат: 1,6,11 – патрубки; 4 – баллон; 5 – диафрагма; 9 – шток; 10 – наполнитель.

Чувствительный элемент термостата состоит из баллона 4, резиновой диафрагмы 5 и штока 9. Внутри баллона между его стенкой и резиновой диафрагмой находится твердый наполнитель 10 (мелкокристаллический воск), обладающий высоким коэффициентом объемного расширения. Основной клапан 8 термостата с пружиной 7 начинает открываться при температуре охлаждающей жидкости более 80 °С. При температуре ниже 80°С основной клапан закрывает выход жидкости из радиатора, и она поступает из двигателя в насос, проходя через открытый дополнительный клапан 2 термостата с пружиной 3. При возрастании температуры охлаждающей жидкости более 80 °С в чувствительном элементе плавится твердый наполнитель, и объем его увеличивается. Вследствие этого шток 9 выходит из баллона 4, и баллон перемещается вверх. Дополнительный клапан 2 при этом начинает закрываться и при температуре более 94 °С перекрывает проход охлаждающей жидкости от двигателя к насосу. Основной клапан 8 в этом случае открывается полностью, и охлаждающая жидкость циркулирует через радиатор.

Расширительный бачок

Расширительный бачок служит для компенсации изменений объема охлаждающей жидкости при колебаниях ее температуры и для контроля

количества жидкости в системе охлаждения. Он также содержит некоторый запас охлаждающей жидкости на ее естественную убыль и возможные потери. На легковых автомобилях применяют полупрозрачные пластмассовые бачки с заливной горловиной, закрываемой пластмассовой пробкой. Через горловину система заполняется охлаждающей жидкостью, а через клапаны, размещенные в пробке, осуществляется связь внутренней полости бачка и системы охлаждения с окружающим воздухом. В пробке расширительных бачков часто имеется один резиновый клапан, срабатывающий при давлении, близком к атмосферному.

Радиатор

Радиатор обеспечивает отвод теплоты охлаждающей жидкости в окружающую среду. На легковых автомобилях применяются трубчато-пластинчатые радиаторы.

Радиатор легкового автомобиля (рис. 5) - неразборный, имеет вертикальное расположение трубок и горизонтальное расположение охлаждающих пластин. Бачки радиатора и трубки латунные, а охлаждающие пластины стальные, луженые. Трубки и пластины образуют сердцевину 5 радиатора. В верхнем бачке 3 радиатора имеется горловина 2, через которую систему охлаждения заполняют жидкостью. Горловина герметично закрывается пробкой 1, имеющей два клапана (впускной 7 и выпускной 8). Выпускной клапан открывается при избыточном давлении в системе 0,05 МПа, и закипевшая охлаждающая жидкость через патрубок 6 и соединительный шланг выбрасывается в расширительный бачок. Впускной клапан не имеет пружины и обеспечивает связь внутренней полости системы охлаждения с окружающей средой через расширительный бачок и резиновый клапан в его пробке, который срабатывает при давлении, близком к атмосферному. Впускной клапан перепускает жидкость из расширительного бачка при уменьшении ее объема в системе (при охлаждении) и пропускает в расширительный бачок при увеличении объема (при нагревании жидкости). Радиатор установлен нижним бачком 4 на кронштейны кузова на двух резиновых опорах, а закреплен сверху двумя болтами через стальные распорки и резиновые втулки. Для направления воздушного потока через радиатор и более эффективной работы вентилятора за радиатором установлен стальной кожух 9 вентилятора, состоящий из двух половин. Обе половины кожуха имеют резиновые уплотнители 10, которые уменьшают проход воздуха к вентилятору помимо радиатора и предохраняют от поломок кожух и радиатор при колебаниях двигателя на резиновых опорах крепления. Радиатор не имеет жалюзи и утепляется в случае необходимости специальным съемным чехлом-утеплителем.

Радиатор легкового автомобиля, приведенный на рис. 6, - разборный, с горизонтальным расположением трубок и вертикальным расположением охлаждающих пластин. Радиатор не имеет заливной горловины и выполнен

двухходовым, - охлаждающая жидкость входит в него и выходит через левый бачок, который разделен перегородкой. Бачки радиатора пластмассовые. Левый бачок 8 имеет три патрубка, через которые соединяется с расширительным бачком, термостатом и выпускным патрубком головки блока цилиндров. Правый бачок 1 имеет сливную пробку 10 в нем установлен датчик 3 включения вентилятора.

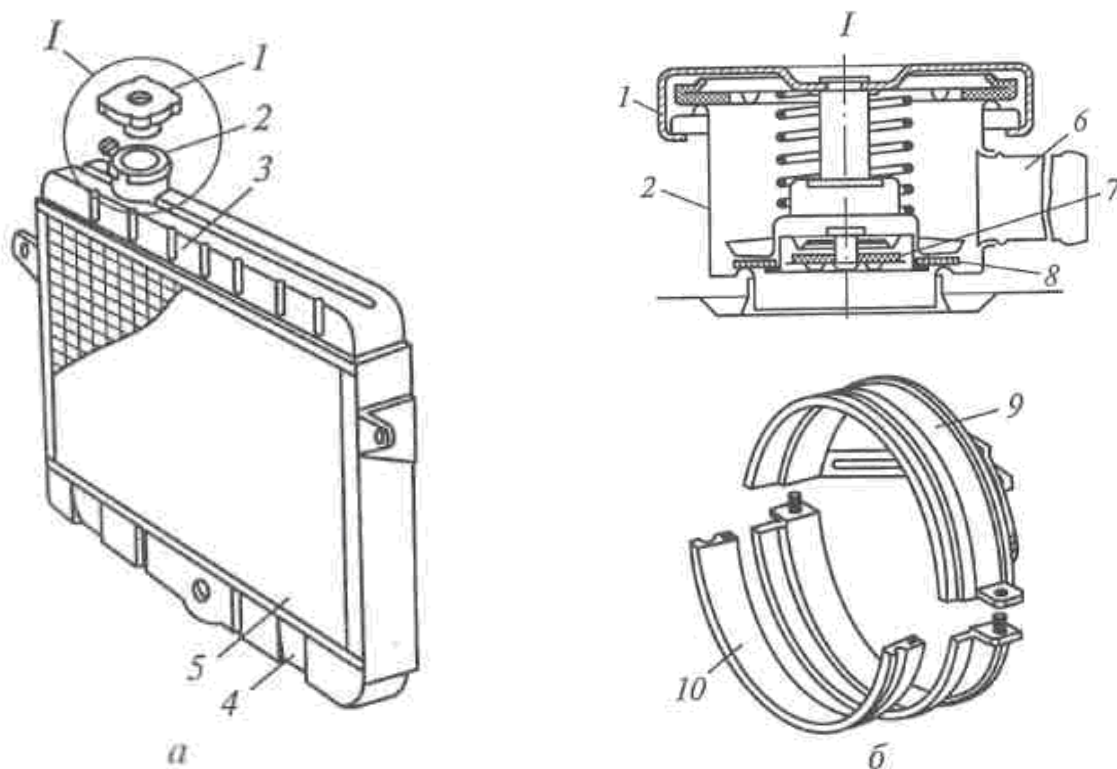


Рис. 5 Неразборный радиатор (а) кожух (б) вентилятора двигателя: 1 - пробка; 3 – горловина; 3,4 – бачки; 5 – сердцевина; 6 – патрубок; 7,8 – клапаны; 9 – кожух; 10 – уплотнители.

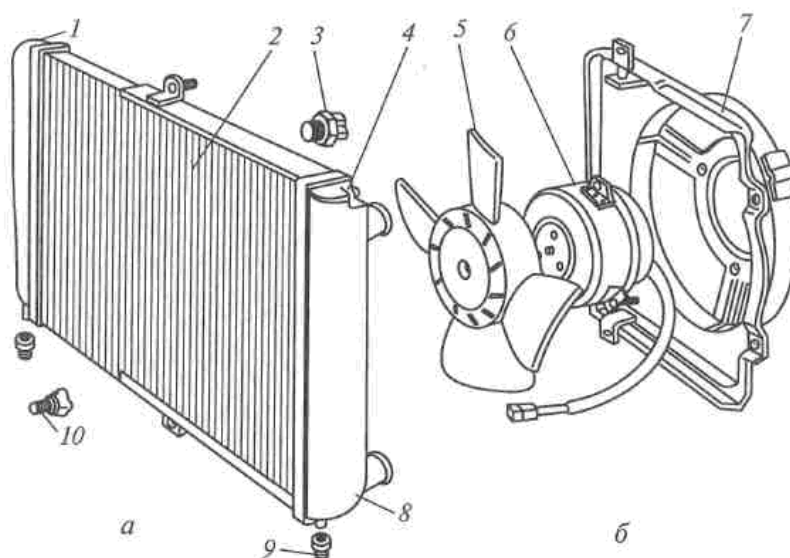


Рис.6. Разборный радиатор (а) и электровентилятор двигателя: 1,8 – бачки; 2 – сердцевина; 3 – датчик; 4 – прокладка; 5 – вентилятор; 6 – электродвигатель; 7 – кожух; 9 – опора; 10 – пробка.

К бачкам через резиновые уплотнительные прокладки 4 крепится сердцевина 2 радиатора. Она состоит из двух рядов алюминиевых круглых трубок и алюминиевых пластин с насечками. В части трубок вставлены пластмассовые турбулизаторы в виде штопоров. Двойной ход жидкости через радиатор, насечки на охлаждающих пластинах и турбулизаторы в трубках обеспечивают турбулентное движение жидкости и воздуха, что повышает эффективность охлаждения жидкости в радиаторе. Алюминиевая сердцевина и пластмассовые бачки существенно уменьшают массу радиатора. Радиатор установлен на трех резиновых опорах. Две опоры находятся снизу под левым и правым бачками, а третья опора - сверху. Резиновые опоры и резиновые прокладки между сердцевиной и бачками делают радиатор нечувствительным к вибрациям.

Вентилятор

Вентилятор увеличивает скорость и количество воздуха, проходящего через радиатор. На двигателях легковых автомобилей устанавливают четырех- и шестилопастные вентиляторы.

Вентилятор 15 двигателя (см. рис. 3) - шестилопастный. Лопастей его имеют скругленные концы и расположены под углом к плоскости вращения вентилятора. Вентилятор крепится накладкой 16 и болтами 11 к ступице 7 на валу насоса охлаждающей жидкости. Между вентилятором и ступицей устанавливается шкив 11 привода насоса охлаждающей жидкости. На некоторых двигателях (см. рис. 6) применяется электровентилятор. Он состоит из электродвигателя 6 и вентилятора 5. Вентилятор - четырехлопастный, крепится на валу электродвигателя. Лопастей на ступице вентилятора расположены неравномерно и под углом к плоскости его вращения. Это увеличивает подачу вентилятора и уменьшает шумность его работы. Для более эффективной работы электровентилятор размещен в кожухе 7, который прикреплен к радиатору. Электровентилятор крепится к кожуху на трех резиновых втулках. Включается и выключается электровентилятор автоматически датчиком 3 в зависимости от температуры охлаждающей жидкости.

В современных автомобилях широко применяются вентиляторы с электроприводом. Электродвигатель такого вентилятора включается только в том случае, если электрический датчик температуры, установленный в системе охлаждения, сигнализирует о превышении температуры выше определенного значения. В наиболее совершенных системах охлаждения работой вентилятора управляет процессор, который не только дает команду

на включение-выключение вентилятора, но и регулирует частоту его вращения в зависимости от режима работы.

В системах охлаждения большого числа двигателей современных легковых автомобилей используются вентиляторы с вязкостной муфтой. Ступица такого вентилятора имеет постоянный привод от вала двигателя, а лопасти соединяются со ступицей через муфту, внутри которой находится специальная жидкость, которая увеличивает свою вязкость при увеличении температуры. Если воздух, проходящий через радиатор, имеет низкую температуру, между ступицей и лопастями нет жесткой связи. По мере нагревания воздуха вязкость жидкости повышается и муфта начинает блокироваться, а при температуре воздуха 80 °С происходит полная блокировка муфты и лопасти вентилятора вращаются с максимальной частотой при данных оборотах коленчатого вала.

В конструкциях некоторых двигателей для привода вентилятора используются более сложные, гидравлические, муфты (рис. 7), которые изменяют скорость вращения вентилятора системы охлаждения в зависимости от температурного режима двигателя путем изменения количества масла внутри муфты.

Температурный режим ДВС оказывает большое влияние на расход топлива и токсичность отработавших газов, поэтому совершенству системы охлаждения современных двигателей уделяется большое внимание. В некоторых конструкциях используются дополнительные насосы охлаждающей жидкости с электроприводом. Все больше появляется автомобилей, температурным режимом двигателей которых управляют компьютеры. В двигателе автомобиля New Range Rover, например, используется термостат, соединенный с электронным блоком управления двигателем. Компьютер анализирует сигналы, поступающие от температурных датчиков, установленных в радиаторе и рубашке охлаждения, и управляет специальным нагревателем в термостате, который ускоряет его срабатывание. Очень неблагоприятным для долговечности двигателя режимом является его пуск при отрицательных температурах. Для обеспечения подогрева двигателя используют предпусковые подогреватели. В таких подогревателях используются специальные котлы, соединенные с рубашкой системы охлаждения. Жидкость нагревается при сгорании автомобильного топлива в камере сгорания котла. Наиболее совершенные предпусковые подогреватели работают автоматически, а водителю достаточно установить с помощью таймера время включения подогревателя.

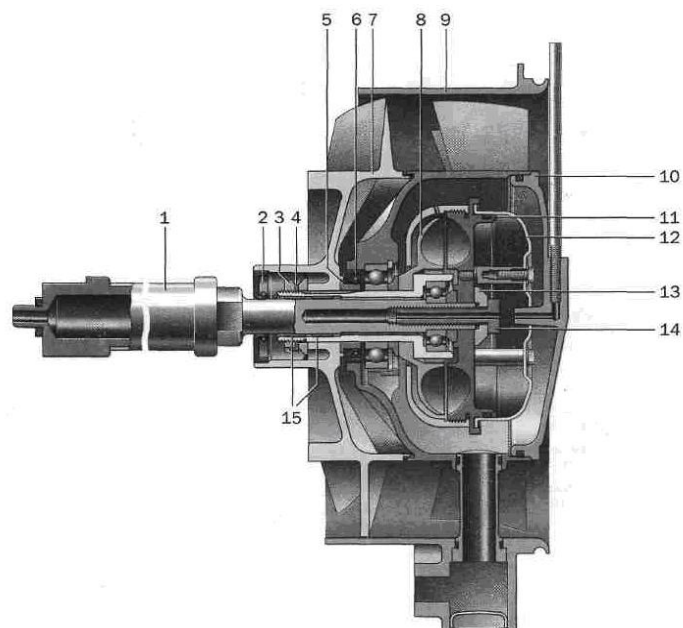


Рис. 7. Установка гидравлической муфты в приводе вентилятора: 1 — вал привода вентилятора; 2, 6 — сальники (манжеты); 3 — гайка вала; 4 — стопорная шайба; 5 — втулка сальника; 7 — рабочее колесо; 8 — гидромуфта; 9 — корпус вентилятора; 10 — крышка; 11 — уплотнительное кольцо; 12 — корпус центрифуги; 13 — шайба; 14 — маслопроводный болт; 15 — подшипник скольжения

В некоторых странах с холодным климатом широко используется подогрев жидкости в системе охлаждения двигателя с помощью небольших термоэлектрических нагревателей (ТЭНов), вмонтированных в рубашку охлаждения. При постановке автомобиля на длительную стоянку в холодное время года водители подключают такие нагреватели к электророзеткам, имеющимся в гаражах или на автомобильных стоянках.

3. Принцип работы системы воздушного охлаждения

В двигателях с воздушным охлаждением для обеспечения нормального теплового состояния двигателя площади наружных поверхностей головок и цилиндров увеличивают путем их оребрения. От поверхности оребрения тепло, поступающее к ней от стенок камеры сгорания и стенок цилиндра, отводится охлаждающим потоком воздуха.

Положительными особенностями системы воздушного охлаждения являются несложное обслуживание, надежность в эксплуатации, меньший по сравнению с системой жидкостного охлаждения вес и простота конструкции, упрощение эксплуатации двигателя в безводных районах, а также устранение опасности замерзания воды в радиаторе и рубашке двигателя (в случае заполнения их водой) при низких температурах.

Для получения эффективного и равномерного охлаждения при минимальной затрате мощности в двигателях с воздушным охлаждением применяют дефлекторы. Дефлекторы представляют собой направляющие устройства для подачи охлаждающего потока воздуха к ребренным поверхностям с определенной скоростью и направлением.

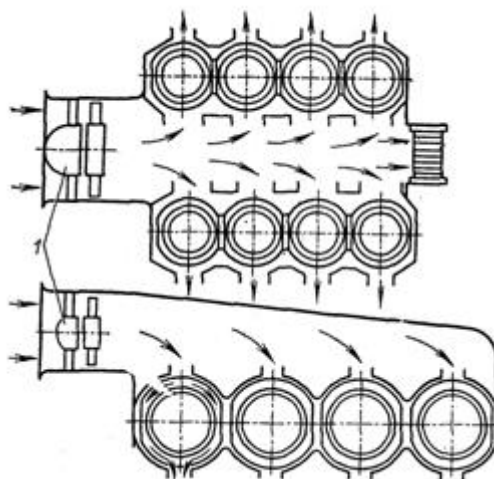


Рис. 8.Схема системы воздушного охлаждения: 1 – вентилятор; 2 - дефлектор

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Автомобильные двигатели: учебник / (М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев и др.) Под ред. М.Г. Шатрова. – 2-е изд., испр. М.: Академия, 2011 – 464 с.; ил. – (Высшее образование.Транспорт).– На учебнике гриф; Доп. УМО. – Библиогр.; с. 458.

Перечень дополнительной литературы:

1. Вахламов В.К. Теория и конструкция автомобиля и двигателя: Учебник / В.К. Вахламов. – 6 е изд. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 816 с.
2. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 336 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по организации самостоятельной работы
по дисциплине «СИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ»
для студентов направления подготовки
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск 2026 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	151
1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	152
2. ПЛАН - ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	153
3.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА	153
3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы	153
3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям	154
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	154
5.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ	154
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	155

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Силовые агрегаты» по направлению подготовки бакалавров: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Силовые агрегаты».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

1.Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредовано через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии при решении задач профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-5 Знать эффективные и безопасные технические средства, и технологии	Готовность к контролю технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования
	ИД-2ОПК-5 Уметь принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии при решении задач профессиональной деятельности	Готовность к организации и контролю качества и безопасности процессов сервиса, параметров технологических процессов с учетом требований потребителя

	ИД-3опк-5 Владеть навыками принятия обоснованных технических решений выбора эффективных и безопасных технических средств, и технологий при решении задач профессиональной деятельности.	Способен адаптировать и модифицировать специализированное программное обеспечение, методы и алгоритмы систем искусственного интеллекта и машинного обучения в профессиональной деятельности
--	--	---

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателям	Всего
5 семестр					
ОПК-5 (ИД-1; ИД-2; ИД-3)	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-8	Собеседование	85,38	12,82	97,2
ОПК-5 (ИД-1; ИД-2; ИД-3)	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт (письменный)	1,62	0,18	1,8
Итого за 5 семестр			87	12	108
Итого			87	12	108

3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы

Изучать учебную дисциплину «Силовые агрегаты» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: конспект лекций

Средства и технологии оценки: Собеседование

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Альтернативные энергетические установки автомобилей
2. Электрические и гибридные энергетические установки
3. Двигатели внутреннего сгорания
4. Кривошипно-шатунный механизм
5. Газораспределительный механизм (грм)
6. Системы питания двигателей
7. Система смазки двигателей
8. Системы охлаждения

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям

Итоговый продукт: отчет по лабораторной работе

Средства и технологии оценки: защита отчета

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4. Методические указания

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Силовые агрегаты», направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

5. Методические указания по подготовке к экзамену

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются три вопроса (один вопрос для проверки знаний и два вопроса для проверки умений и навыков студента).

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования справочными таблицами

При проверке лабораторного задания, оцениваются:

- знание параметра;
- последовательность и рациональность выполнения.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Автомобильные двигатели: учебник / (М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев и др.) Под ред. М.Г. Шатрова. – 2-е изд., испр. М.: Академия, 2011 – 464 с.; ил. – (Высшее образование.Транспорт).– На учебнике гриф; Доп. УМО. – Библиогр.; с. 458.

Перечень дополнительной литературы:

1. Вахламов В.К. Теория и конструкция автомобиля и двигателя: Учебник / В.К. Вахламов. – 6 е изд. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 816 с.
2. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 336 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань