

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА IV РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЯ

- Глава 18: Бензиновый двигатель: принцип действия, назначение механизмов и систем и технические требования.
- Глава 19: Дизельный двигатель: принцип действия и поиск неисправностей
- Глава 20: Охлаждающая жидкость
- Глава 21: Система охлаждения двигателя: принцип действия и поиск неисправностей
- Глава 22: Моторное масло
- Глава 23: Система смазки: принцип действия и поиск неисправностей
- Глава 24: Система впуска свежего заряда и система удаления отработавшего газа
- Глава 25: Газотурбинный и механический наддув
- Глава 26: Диагностика состояния двигателя
- Глава 27: Обслуживание двигателя, находящегося в автомобиле
- Глава 28: Снятие и разборка двигателя
- Глава 29: Очистка двигателя и выявление дефектов
- Глава 30: Техническое обслуживание головки цилиндра и привода клапанного механизма
- Глава 31: Техническое обслуживание клапана, направляющей втулки и седла клапана
- Глава 32: Распределительный вал и привод клапанов
- Глава 33: Поршни, поршневые кольца и поршневой палец
- Глава 34: Блок цилиндров двигателя
- Глава 35: Коленчатый вал, уравнивающий вал и подшипники
- Глава 37: Уплотнения и материалы для уплотнений
- Глава 37: Сборка двигателя и динамические испытания
- Глава 38: Установка двигателя и меры предотвращения поломки.



БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ: ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, НАЗНАЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ И СИСТЕМ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ:



По завершении изучения и повторения пройденного материала вы должны быть готовыми:

- Приступить к пробной сертификации по направлению «Ремонт Двигателя» (A1) и осилить тестовые задания области «А» (Общая диагностика двигателя).
- Объяснить, как происходит чередование тактов при работе 4-тактного бензинового двигателя.
- Привести основные характеристики, по которым классифицируются двигатели.
- Объяснить, как происходит вычисление степени сжатия двигателя.
- Объяснить, как происходит вычисление геометрических параметров двигателя.
- Объяснить, какое влияние на внешние характеристики оказывают диаметр цилиндра и ход поршня двигателя.

НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Автомобильный двигатель является тепловой машиной, которая преобразует тепловую энергию сжигания топлива в механическую энергию. В типичном автомобильном двигателе вырабатываемая механическая энергия используется в следующих целях:

- Обеспечения движения автомобиля;
- Обеспечения мощностью системы кондиционирования и усилителя рулевого управления;



РЕМАРКА:

Двигателем с внешним сгоранием называют такой двигатель, в котором сгорания топлива происходит за пределами самого двигателя, таким, например, является паровой двигатель.

- Производства электрической энергии, которая используется в большинстве систем современного автомобиля.

ЭНЕРГИЯ И МОЩНОСТЬ

Двигатели используют энергию для производства мощности. Химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию за счет сжигания топлива с контролируемой скоростью. Этот процесс называется сгоранием.

Если процесс сгорания топлива происходит в пределах камеры сгорания, образуемой поршнем и головкой цилиндра, двигатель называют «Двигателем внутреннего сгорания».

Двигатели, используемые в автомобилях, являются двигателями внутреннего сгорания. В этих двигателях химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию внутри замкнутого объема, именуемого камерой сгорания. Выделившая в результате сгорания топлива теплота повышает температуру газов в камере сгорания. Увеличение температуры газов вызывает увеличение давления газов внутри камеры сгорания. Давление горящих газов внутри камеры сгорания прилагается к верхней поверхности поршня, и формирует полезную механическую силу, которая затем преобразуется в полезную механическую энергию.

ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЯ

БЛОК ЦИЛИНДРОВ

Все автомобильные двигатели сконструированы с использованием жесткой несущей конструкции, именуемой блоком. Блок изготовлен из чугуна или алюминия, и является базовой деталью для большинства компонентов и систем двигателя.

Литой блок подвергают очень точной механической обработке, которая необходима для точного позиционирования остальных частей двигателя.

КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ

Поршни, установленные в цилиндрических гильзах блока, во время работы двигателя совершают возвратно-поступательные движения, то есть, повторяют движение вверх и вниз.

Поршни посредством поршневых пальцев, соединены с шатунами, которые, в свою очередь, соединены с коленчатым валом двигателя.

Поршень, поршневой палец и шатун преобразуют возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Вращение передается на колеса автомобиля, обеспечивая его движение.

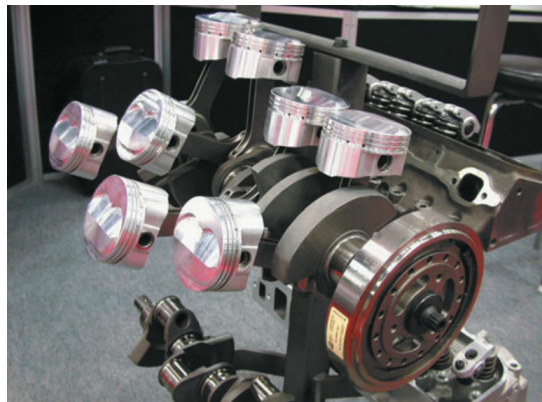


Рисунок 18-1: Кривошипно-шатунный механизм 8-цилиндрового V-образного двигателя имеет 8 поршней и поршневых пальцев, такое же количество шатунов и лишь один коленчатый вал.

ГОЛОВКА ЦИЛИНДРА

Все двигатели снабжены головкой или головками блока цилиндров, которые служат для уплотнения верхней части блока цилиндров/отдельных цилиндров.

Головка блока цилиндров имеет 1 или 2 впускных клапана, через которые свежий заряд поступает в цилиндр двигателя, и 1 или 2 выпускных клапана, которые предназначены для выпуска отработавших газов из цилиндра двигателя.

Головки цилиндров изготовлены из чугуна или алюминия, и подвергнуты механической обработке для установки направляющих элементов клапанов и других деталей, обеспечивающих работу газораспределительного механизма двигателя.

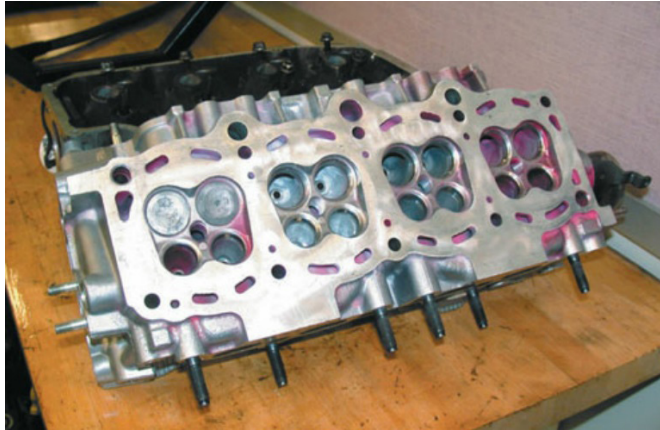


Рисунок 18-2: Головка блоков современного двигателя имеет, как правило, по два впускных и по два выпускных клапана, причем, впускные клапаны имеют больший диаметр.



ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЙ ВОПРОС:

Двигатели с плоским сводом камеры сгорания являются устаревшей конструкцией, имеющей клапанный механизм в блоке цилиндра.

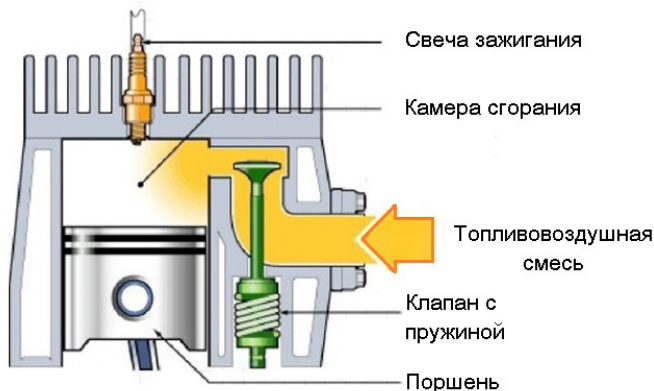


Рисунок 18-3: Газообмен в двигателе с плоским сводом камеры сгорания; источник: *HowStuffWork*

Клапаны расположены рядом с цилиндром, и свежий заряд, так же как и выхлопные газы, поступают в цилиндр или покидают его через окна, выполненные в блоке цилиндров двигателя. Поскольку клапаны установлены в блоке, головка блока цилиндров имеет плоский свой камеры сгорания, что легло в основу названия типа двигателя «Flathead Engine = Двигатель с плоской головкой». В русскоязычной технической литературе подобные двигатели получили название «Двигателя с нижним расположением клапанов» или «Двигатели с Г-



РЕМАРКА:

Антифриз – (от греч. *ἀντι* – против и англ. *freeze* – замерзать) — общее название для жидкостей, не замерзающих при низких температурах. Применяются в установках, работающих при низких температурах, для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, в качестве авиационных антиобледенителей.

В качестве базовых жидкостей антифризов используются смеси этиленгликоля, пропиленгликоля, глицерина, одноатомных спиртов и других веществ с водой. В просторечье к антифризам «прилипло» название «Тосол». **ТОСОЛ** – акроним, содержащий две составляющие: **ТОС** = **Т**ехнология **О**рганического **С**интеза – название лаборатории, занимающейся разработкой данной жидкости, не замерзающей при низких температурах. **ОЛ** – укоренившееся в химии окончание, означающее принадлежность к группе спиртов (метанОЛ, этанОЛ). Так что **ТОСОЛ** – это строго определенная по составу и свойствам охлаждающая жидкость, и применять название **ТОСОЛ** ко всем антифризам неправомерно.

образной камерой сгорания».

Типичным представителем подобного двигателя был двигатель грузового автомобиля ГАЗ-51; ГАЗ-52-04; ЗИЛ-157КД. Нижнее расположение клапанов применялось на двигателях автомобиля «Победа М-20», но уже на автомобиле «Волга М-21» применили двигатель с верхним расположением клапанов, что явилось несомненным прогрессом отечественного автомобилестроения.

Типовой двигатель с нижним расположением клапанов представляет собой:

- В большинстве случаев, рядный 4-цилиндровый двигатель.
- Для грузовых автомобилей и части двигателей, приспособленных для легковых автомобилей, применялись модели рядного 6-цилиндрового двигателя
- Редкое явление – применение рядного 8-цилиндрового двигателя

ДЕТАЛИ И СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ

ВПУСКНОЙ И ВЫПУСКНОЙ КОЛЛЕКТОРЫ

Свежий заряд поступает в двигатель через впускной коллектор, а отработавшие газы (выхлоп) покидают двигатель через выпускной коллектор. Впускные коллекторы работают при более низких температурах, чем выпускные коллекторы, поэтому он изготовлен из алюминия или армированной пластмассы.

Выпускные коллекторы должны выдерживать температуру отработавших газов, поэтому их изготавливают из чугуна или сваривают из стальных труб.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

Все двигатели оснащают системой охлаждения, которая позволяет управлять температурным режимом двигателя. В прежние времена на автомобилях устанавливались двигатели с воздушным охлаждением, но все производители современных автомобильных двигателей отказались от этого типа охлаждения, перейдя на жидкостные системы охлаждения, которые заправляются антифризом.

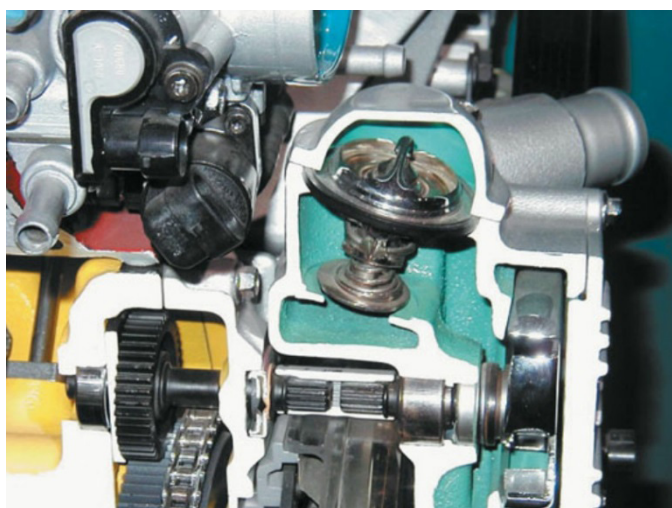


Рисунок 18-4: Температура охлаждающей жидкости регулируется термостатом, который при нагреве открывает щель, через которую охлаждающая жидкость из рубашки охлаждения двигателя прогоняется водяным насосом (помпой) через радиатор.

Охлаждающая жидкость (теплоноситель) забирает излишки теплоты от нагретых деталей двигателя, и после того, как откроется клапан-термостат (терморегулирующий клапан), циркуляционным водяным насосом (помпой) прокачивается через радиатор (теплообменник), в котором излишняя теплота отбирается наружным воздухом, охлаждая теплоноситель.

Охлаждающая жидкость постоянно циркулирует в работающем двигателе, а терморегулирующий клапан (термостат) поддерживает температуру в рубашке охлаждения двигателя на заданном уровне.

СИСТЕМА СМАЗКИ

Во всех двигателях имеются вращающиеся и движущиеся детали, которые для предотвращения износа и снижения силы трения, должны смазываться.

Масляный поддон автомобильного двигателя крепится болтами к нижней части блока цилиндров. В поддон заливается смазочное масло объемом от 4 до 7 литров.

Масляный насос, приводимый в действие двигателем, выбирает масло из поддона, и направляет его под давлением через масляный фильтр, и далее по масляным каналам к коленчатому валу и распределительному валу двигателя. Кроме того, масло разбрызгиванием обеспечивает смазку поршня и поршневых колец, поршневого пальца и множество других деталей вращающихся и совершающих иной тип движений деталей двигателя.

Поступившее к распределительному валу смазочное масло смазывает не только подшипники распределительного вала, но и снижает трение и износ деталей привода клапанов и стержни клапанов, движущихся в направляющих втулках клапана. После завершения смазки и отбора части теплоты от нагретых при работе деталей двигателя, масло стекает по каналам в масляный поддон.

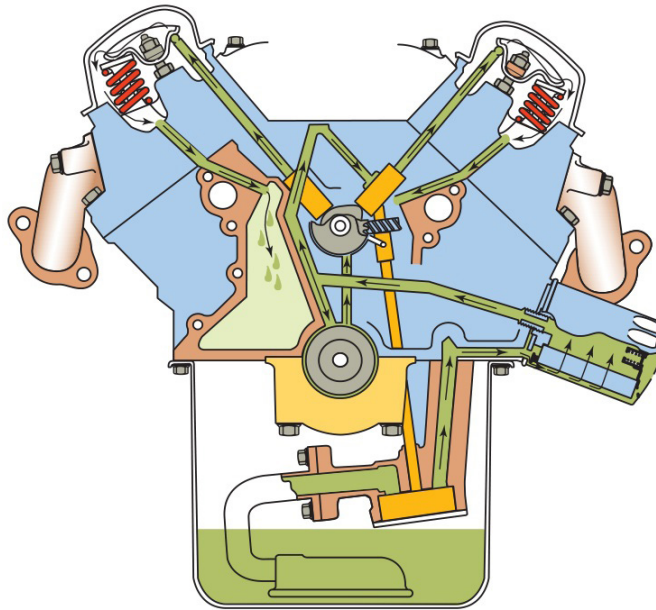


Рисунок 18-5: Типовая система смазки двигателя, которая состоит из масляного поддона, масляного насоса, масляного фильтра и масляных каналов.

ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА И СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Двигатель может работать только в том случае, если в цилиндры двигателя вместе с воздухом будет поступать точно отмеренное количество топлива, которое, смешиваясь с воздухом, образует горючую (топливовоздушную) смесь. Подготовленная топливовоздушная смесь должна в строго определенный момент быть воспламенена системой зажигания.

Топливная система включает в себя следующие компоненты:

- Топливный бак, в котором хранится возимый запас топлива, и, в большинстве случаев, установлен топливный насос.
- Топливный фильтр и линии топливоподдачи, по которым обеспечивается поступление топлива к двигателю.
- Топливных форсунок (инжекторов), которые распыляют топливо либо во впускной коллектор, либо непосредственно в цилиндр двигателя, в зависимости от конструктивных особенностей топливной системы двигателя.

Система зажигания предназначена для преобразования 12-вольтового напряжения аккумуляторной батареи в высоковольтное напряжение от 5 до 40 тысяч вольт, необходимых для пробоя искрового промежутка свечи зажигания, и организации электрической дуги, теплота которой зажигает топливовоздушную смесь.

Свеча зажигания ввернута в резьбовое отверстие, выполненное в головке напротив каждого из цилиндров. Когда система зажигания подает высоковольтное напряжение на свечу, между её открытыми для соприкосновения со свежим зарядом контактами, образуется искра, которая воспламеняет топливовоздушную смесь. Теплота, выделяемая при горении смеси, вызывает рост давления смеси газов в цилиндре, и это давление вынуждает поршень двигаться вниз в цилиндре двигателя.

Ниже перечислены компоненты, которые относятся к системе зажигания бензинового двигателя.

Свеча зажигания. Обеспечивает открытые для соприкосновения со свежим зарядом контакты, на которых возникает искра, воспламеняющая рабочую смесь.

Датчик/датчики. Обеспечивают электронный блок управления двигателем (*Powertrain Control Module = PCM*) информацией о скорости вращения и текущем позиционировании коленчатого вала (*Crankshaft Position (CKP) sensor*), и текущем положении распределительного вала (*Camshaft Position (CMP) sensor*). По команде электронного блока управления двигателем происходит замыкание электрической цепи управления катушкой зажигания, и управление топливными форсунками (инжекторами).

Катушки зажигания = *Ignition coils*. Преобразуют постоянное напряжение аккумуляторной батареи в высоковольтное напряжение от 5 до 40 тысяч вольт.

Модуль управления зажиганием = *Ignition control module (ICM)*. Обеспечивает своевременную подачу управляющего сигнала катушке зажигания, которая, в свою очередь, обеспечивает высоковольтной энергией свечу зажигания.

Низковольтная и высоковольтная электрическая проводка. Обеспечивает электрическое соединение батареи, модуля управления зажиганием (*ICM*), катушки зажигания и свечей зажигания.

4-ТАКТНЫЙ ЦИКЛ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Первый четырехтактный двигатель был разработан немецким инженером Николаусом Отто в 1876 году. С тех пор в большинстве автомобильных двигателей используется 4-тактный цикл.

Запуск в работу двигателя производится электрическим мотором стартера, который вращает коленчатый вал двигателя до тех пор, пока возникающее воспламенение горючей смеси не сможет обеспечить самостоятельное вращение коленчатого двигателя без помощи стартера.

Четырехтактный цикл повторяется для каждого цилиндра двигателя.

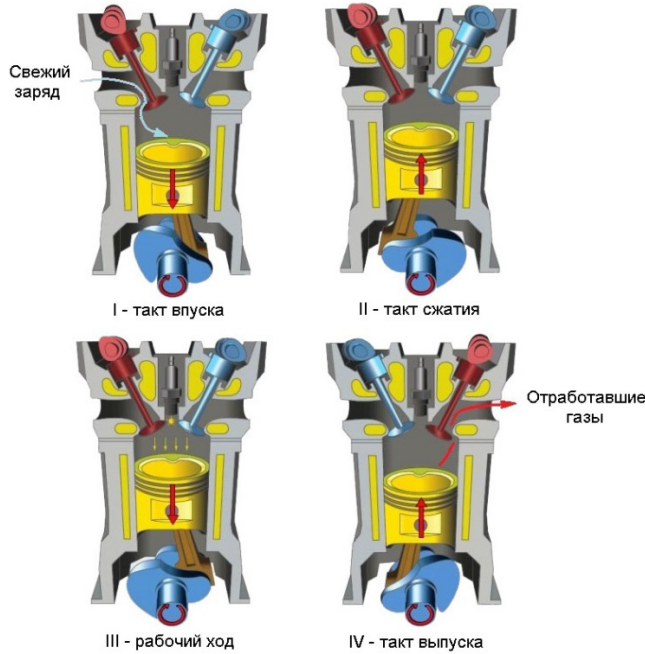


Рисунок 18-6: Нисходящее движение поршня втягивает топливовоздушную смесь в цилиндр через открытый впускной клапан на такте впуска свежего заряда.

На такте сжатия поступившая в цилиндр горючая смесь сжимается движущимся вверх поршнем, при этом оба клапана, и впускной и выпускной – закрыты.

Воспламенение топливовоздушной смеси происходит в начале рабочего хода, и смесь горящих газов движет поршень вниз, производя механическую энергию.

На такте выпуска отработавшие газы удаляются из цилиндра восходящим поршнем через открытый выпускной клапан.

Поршень, который движется вниз и вверх, или, выражаясь техническим термином, совершает возвратно-поступательное движение в цилиндре двигателя можно увидеть на рисунке 18-7.

Поршень связан с коленчатым валом посредством шатуна. Такое соединение, именуемое кривошипно-шатунным механизмом, позволяет поршню производить согласованные возвратно-поступательные движения с вращательным движением коленчатого вала двигателя.

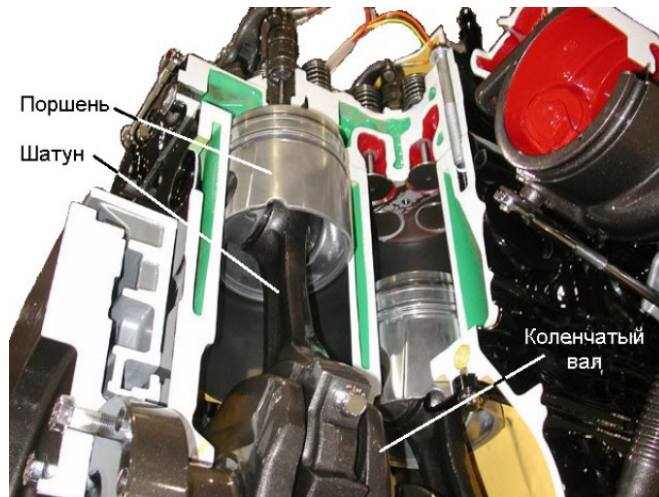


Рисунок 18-7: Частичный разрез двигателя, на котором виден: поршень (*piston*), шатун (*connecting rod*) и коленчатый вал (*crankshaft*) двигателя.

РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС

Цикличность двигателя определяется количеством ходов поршня, необходимых для завершения полного рабочего цикла.

Ход поршня – это однонаправленное движение поршня снизу вверх или сверху вниз в цилиндре двигателя.

За один ход поршня коленчатый вал двигателя совершает поворот на 180° (пол-оборота).

Цикл – это полнокомплектная серия событий, которые постоянно повторяются.

Большинство автомобильных двигателей использует 4-тактный цикл.

Такт впуска. Впускной клапан открыт и поршень, перемещающийся внутри цилиндра сверху вниз, всасывает смесь воздуха с топливом в цилиндр.

Во время такта впуска коленчатый вал поворачивается на 180° , при этом поршень перемещается из Верхней Мертвой Точки (ВМТ) = *Top Dead Center (TDC)*, в Нижнюю Мертвую Точку (НМТ) = *Bottom Dead Center (BDC)*. За тот же промежуток времени распределительный вал двигателя поворачивается на 90° .

Такт сжатия. Поскольку коленчатый вал продолжает вращаться, и вместе с ним продолжает вращение и распределительный вал, впускной клапан закрывается, и поршень сжимает свежий заряд, поступивший в цилиндр двигателя.

На такте сжатия коленчатый вал двигателя поворачивается на следующие 180° , а поршень из нижней мертвой точки (НМТ) перемещается в верхнюю точку (ВМТ). Распределительный вал на такте сжатия поворачивается на 90° .

Такт рабочего хода. В тот момент, когда поршень приближается к верхней части цилиндра, на свече зажигания появляется искровой разряд, воспламеняющий рабочую смесь, и поршень под действием давления горящих газов устремляется вниз.

Коленчатый вал на такте рабочего хода совершает вращение на 180° , а поршень движется из ВМТ в НМТ. Распределительный вал во время рабочего хода поршня поворачивается на 90° . Давление горящих газов, возникающее в нужный момент в камере сгорания цилиндра, толкает поршень вниз, заставляя коленчатый вал вращаться.

Такт выпуска. Коленчатый вал двигателя продолжает вращение, и поршень совершает восходящее движение в цилиндре. Открывается выпускной клапан, и поршень вытесняет отработавшие газы из цилиндра в выпускной коллектор, и далее в систему выпуска отработавших газов. Коленчатый вал на такте выпуска совершает поворот на 180° , а поршень перемещается из НМТ в ВМТ. При этом, распределительный вал совершает очередной поворот на 90° .

Эта последовательность событий повторяется, пока двигатель работает. Чтобы остановить двигатель, прекращается подача электрических импульсов к свечам зажигания, и топливовоздушная смесь прекращает воспламеняться.

720-ГРАДУСЫЙ ЦИКЛ

Каждый цикл, состоящий из четырех тактов, требует, чтобы коленчатый вал двигателя совершил два полных оборота, то есть, повернулся на 720° ($360^\circ \times 2 = 720^\circ$).

Каждый такт цикла требует поворота коленчатого вала на 180° .

Чем больше число цилиндров в двигателе, тем ближе друг к другу будут располагаться рабочие ходы в каждом из цилиндров, при которых поршни цилиндров стремятся вращать коленчатый вал двигателя. Угловое расстояние между рабочими ходами, при которых происходит принудительное вращение коленчатого вала двигателя, может быть выражено в градусах.

Угол между ближайшими рабочими ходами в цилиндрах двигателя, может быть подсчитан путем деления 720° на число цилиндров.

- Угол между рабочими ходами 4-тактного 3-цилиндрового двигателя равен: $720^\circ/3 = 240^\circ$
- Угол между рабочими ходами 4-тактного 4-цилиндрового двигателя равен: $720^\circ/4 = 180^\circ$
- Угол между рабочими ходами 4-тактного 5-цилиндрового двигателя равен: $720^\circ/5 = 144^\circ$
- Угол между рабочими ходами 4-тактного 6-цилиндрового двигателя равен: $720^\circ/6 = 120^\circ$
- Угол между рабочими ходами 4-тактного 8-цилиндрового двигателя равен: $720^\circ/8 = 90^\circ$
- Угол между рабочими ходами 4-тактного 10-цилиндрового двигателя равен: $720^\circ/10 = 72^\circ$
- Угол между рабочими ходами 4-тактного 12-цилиндрового двигателя равен: $720^\circ/12 = 60^\circ$

Указанные зависимости означают, что, например, в 4-тактном 4-цилиндровом двигателе рабочий ход в каждом из четырех цилиндров будет происходить после каждого поворота коленчатого вала на 180° , то есть, каждые пол-оборота коленчатого вала.

В 4-тактном 8-цилиндровом двигателе вращение коленчатого вала будет происходить плавно, поскольку силовые импульсы, разгоняющие коленчатый вал двигателя, чередуются через каждые 90° поворота коленчатого вала.

КЛАССИФИКАЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Двигатели классифицируются по ряду следующих характеристик:

Количества тактов. Большинство автомобильных двигателей используют 4-тактный цикл.

Расположение цилиндров. Двигатель с большим количеством цилиндров работает плавно, поскольку силовые импульсы, действующие на поршни, и разгоняющие коленчатый вал двигателя, расположены ближе друг к другу на круговой диаграмме сил.

В рядном двигателе все цилиндры двигателя расположены по одной прямой линии. Подобную конфигурацию двигателя принято обозначать латинской буквой «R», и в справочной литературе можно увидеть обозначение, например, R4 или R6.

4-, 5-, и 6-цилиндровые двигатели, как правило, имеют рядную конфигурацию цилиндров.

Двигатели, у которых цилиндры построены в два ряда, и, если смотреть на двигатель с передней или задней стороны, расположены в виде латинской буквы «V», принято называть V-образными двигателями. Например, двигатель V-6 означает, что 6 цилиндров двигателя построены в два ряда под некоторым углом относительно друг друга. Как правило, угол между продольными осями цилиндров в автомобильных двигателях составляет 90° . Судовые двигатели имеют угол между осями цилиндров 60° .

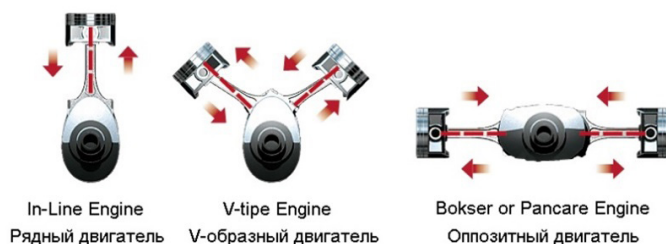


Рисунок 18-8: Классификация автомобильных двигателей по взаимному расположению цилиндров.

РЕМАРКА:

К рождению двигателя VR-конфигурации подтолкнуло инженеров желание применить на V-образном 6-цилиндровом двигателе систему зажигания с катушками зажигания, одновременно подающими в два цилиндра электрическую искру. Такая система зажигания, успешно применяющаяся на рядных двигателях, не могла обеспечить работу цилиндров на V-образном 6-цилиндровом двигателе.

Желание создать компактный многоцилиндровый двигатель, которым свободно размещается в ограниченном объеме капотного пространства, привело к рождению двигателей с промежуточной конфигурацией цилиндров. С одной стороны – это рядный двигатель, у которого продольные оси цилиндров расположены в двух плоскостях, расположенных, как правило, под углом 15° друг другу. Отверстия для цилиндров, если посмотреть на блок двигателя сверху, расположены не в линию, а в шахматном порядке. Такая конфигурация двигателя получила смешанное название – «V» + «R» = «VR».

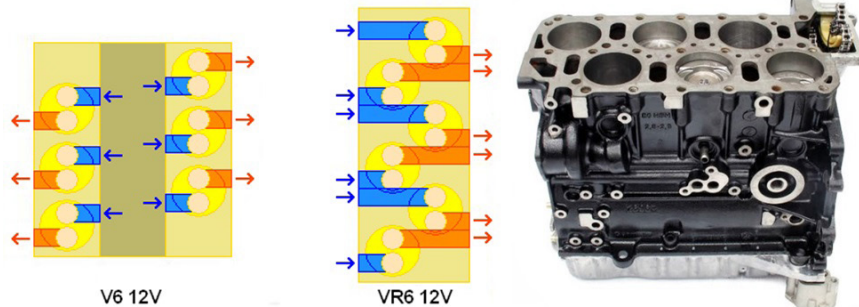


Рисунок 18-9: Наглядное сравнение конструкции V-образного 6-цилиндрового двигателя с 12 клапанами, и VR-образного 6-цилиндрового двигателя с 12 клапанами, и внешний вид блока цилиндров VR-двигателя.

Конфигурация W-двигателя напоминают букву «W», как конфигурация V-двигателя напоминает букву «V». Этот двигатель представляет собой V-образное сочленение двух VR-блоков цилиндров.

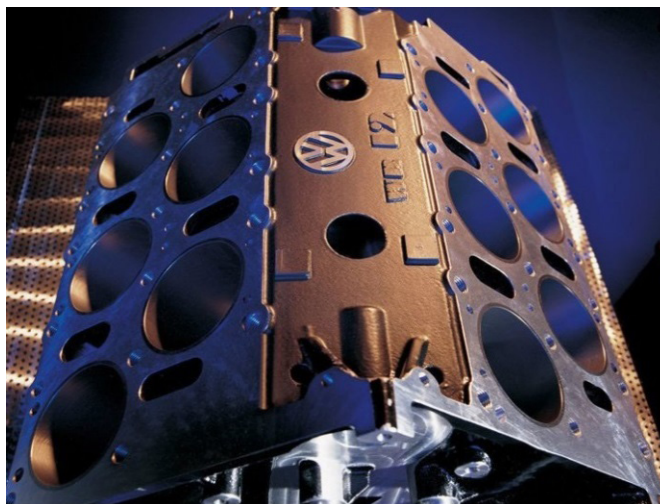


Рисунок 18-10: W-образный двигатель представляет собой два VR-блока, соединенных в виде буквы «W».

Создание двигателей конфигурации VR и W продиктовано желанием разместить под капотом автомобиля силовой агрегат большой мощности при минимизации его габаритных размеров.

Горизонтальное противоположное расположение цилиндров в 4- и 6-цилиндровых двигателях предусматривает расположение всех осей цилиндров в одной горизонтальной плоскости. В русскоязычной технической литературе подобные двигатели именуют «оппозитными». Применение оппозитной конфигурации позволяет сделать двигатель невысоким. Подобную конфигурацию двигателя используют Porsche и Subaru, и в иностранной технической литературе подобная конфигурация двигателя получила название «Boxer» или «Pancake».

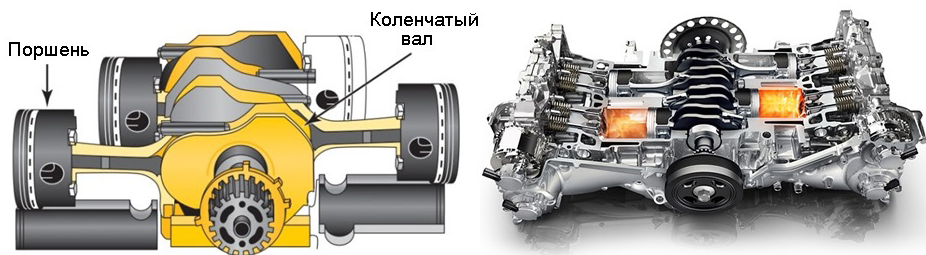


Рисунок 18-11: Горизонтально-оппозитная конфигурация двигателя позволяет понизить центр тяжести автомобиля.

Продольное и поперечное расположение двигателя. Двигатели могут располагаться в автомобиле как параллельно его продольной оси (*longitudinally*), так и в поперечном направлении (*transversely*) к этой оси автомобиля.

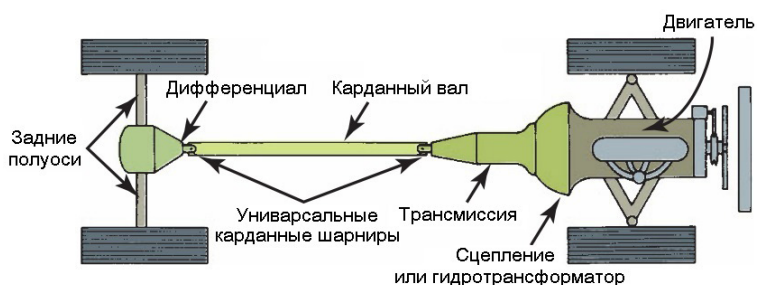


Рисунок 18-12: Продольное расположение двигателя позволяет обеспечить передачу вращения на задние ведущие колеса через сцепления, коробку передач, карданный вал, главную передачу с дифференциалом и полуоси.

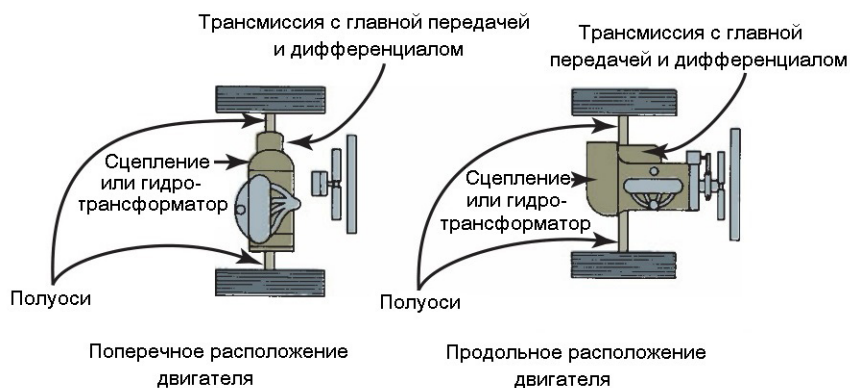


Рисунок 18-13: Два типа привода на передние колеса при переднем расположении двигателя: с поперечным расположением (слева) и продольном (справа) расположении двигателя.

Один и тот же двигатель может располагаться в автомобиле, как вдоль его продольной оси, так и поперек его продольной оси.

Расположение и количество клапанов и распределительных валов. Количество клапанов на один цилиндр и количество распределительных валов являются основными факторами, существенно влияющими на работу двигателя.

Типичные автомобильные двигатели старых конструкций имели по одному впускному и по одному выпускному клапану на каждый цилиндр. Большинство современных автомобильных двигателей используют по два впускных и по два выпускных клапана на каждый цилиндр двигателя.

Клапаны открываются с помощью распределительного вала.

РЕМАРКА:

Хотя один и тот же тип двигателя может быть применен в автомобиле с продольным и поперечным расположением двигателя, остальные агрегаты, передающие вращение на ведущие колеса автомобиля, имеют кардинальные различия. Различия могут коснуться как конструкции самого двигателя и его агрегатов, так и конструкции коробки передач, размещением главной передачи с дифференциалом.

Некоторые двигатели используют один распределительный вал для управления впускными клапанами, и отдельный распределительный вал для управления выпускными клапанами. Если распределительный вал расположен в блоке цилиндров, управление клапанами производится толкателями, штангами толкателей и коромыслами.

Этот тип двигателя называют:

- *A pushrod engine* = Двигатель со штанговыми толкателями в приводе клапанов или
- *Cam-in-block design* = Конструкция с распределительным валом в блоке.

Двигатель с верхним расположением клапанов = *Overhead valve (OHV)*, назван так, потому что впускные и выпускные клапаны каждого из цилиндров расположены в головке блока.



Рисунок 18-14: Вид в разрезе головки блока двигателя с верхним расположением клапанов (*OHV*) и распределительным валом в блоке цилиндров. Виден впускной клапан с возвратной пружиной, коромысло, штанга толкателя и толкатель.

Если одним распределительным валом производится открытие впускных и выпускных клапанов, приводной механизм клапанов называют *Single Overhead Camshaft (SOHC)* = Единый (унифицированный) распределительный вал с верхним расположением клапанов.

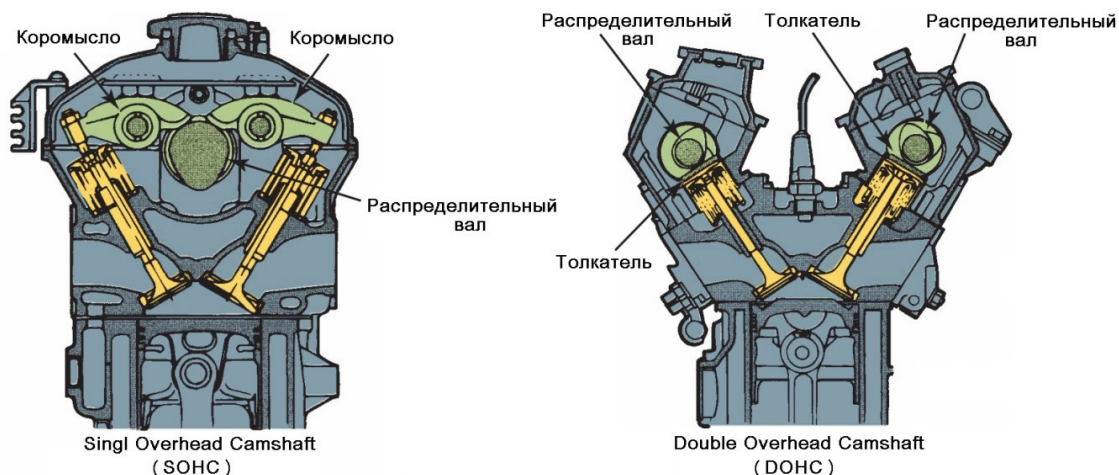


Рисунок 18-15: Приводной клапанный механизм *SOHC* (слева) требует установки двух осей коромысел и по одному коромыслу на каждый клапан, в то время как приводной клапанный механизм *DOHC* (справа) позволяет кулачкам распределительного вала воздействовать непосредственно на клапаны.

Если впускными клапанами управляет отдельный распределительный вал, а выпускные клапаны открываются другим распределительным валом, такой привод клапанов называют *Double Overhead Camshaft (DOHC)* = Двойной распределительный вал с верхним расположением клапанов.

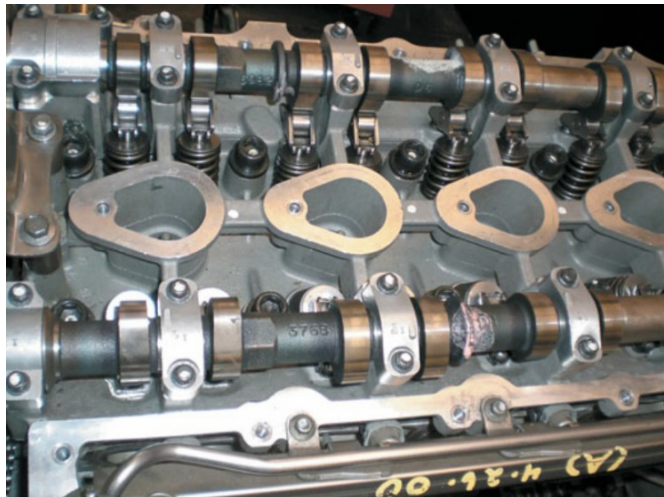


Рисунок 18-16: Приводной клапанный механизм *DOHC* имеет два распределительных вала: впускной и выпускной для каждой головки блока цилиндров. Обратите внимание, что в данной конструкции кулачки распределительного вала воздействуют на клапан через промежуточное звено – траверсу, называемую «*Roker*» = «Рокер».



РЕМАРКА:

В *V*-образном двигателе устанавливают две головки блока: по одной для каждого ряда цилиндров.

Для *V*-образных двигателей приводной клапанный механизм *SOHC* будет иметь два распределительных вала – по одному на каждой головке блока (на каждый ряд цилиндров)

А, например, у двигателя *V-6 DOHC* в каждой головке блока установлены по два распределительных вала (по два на каждый ряд цилиндров).

Тип топлива. В большинстве случаев автомобильные двигатели работают на бензине или дизельном топливе. Тем не менее, ряд двигателей переводят для работы на сжиженном нефтяном газе (СНГ) или сжатом (компримированном) природном газе (СПГ). В последние десятилетия в бензин в целях экономии природного минерального сырья добавляют этанол (C_2H_5OH) или метанол (CH_3OH). Следует отметить, что метанол – высокоэффективное автомобильное топливо, позволяющее получить дополнительно 5..7% мощности и 12...15% увеличение крутящего момента. Однако, метанол разрушает поверхность алюминиевых деталей (например, карбюраторов или инжекторов), поэтому в бензин добавляют всего 15...20% метанола, плюс ингибиторы коррозии, замедляющие процесс поверхностного разрушения алюминиевых деталей.



РЕМАРКА:

Топливный этанол делится на биоэтанол и этанол, полученный другими методами (из отходов пластмасс, синтезированный из газа и т.п.).

Биоэтанол — это жидкое этанолсодержащее топливо, получаемое специальными заводами из крахмал-, целлюлозо- или сахаросодержащего сырья по системе укороченной дистилляции (позволяет получать качество достаточное для использования в качестве топлива). Содержит метанол и сивушные масла, что делает его совершенно непригодным для питья. Применяется в чистом виде (точнее в виде азеотропа 96,6 %), а чаще в смеси с бензином (так называемый газохол) или дизельным топливом. Производство и использование биоэтанола увеличивается в большинстве стран мира, как более экологичная и возобновляемая альтернатива нефти.

Полноценно использовать биоэтанол способны лишь автомобили с соответствующим двигателем или с универсальным *Flex-Fuel* (способен потреблять смеси бензин/этанол с любым соотношением). Бензиновый двигатель способен потреблять бензин с добавкой этанола не более 30%, возможно также переоборудование обычного бензинового двигателя, но это



РЕМАРКА:

Биодизель — биотопливо на основе растительных или животных жиров (масел), а также продуктов их этерификации (реакции образования сложных эфиров при взаимодействии кислот и спиртов).

Применяется на автотранспорте в чистом виде и в виде различных смесей с дизельным топливом. В США смесь дизельного топлива с биодизелем обозначается буквой В; число после буквы означает процентное содержание биодизеля. В2 — 2 % биодизеля, 98 % дизельного топлива. В100 — 100 % биодизеля.

Применение смесей не требует внесения изменений в двигатель.

экономически нецелесообразно.

Проблемой является недостаточная смешиваемость бензина или дизельного топлива с этанолом, из-за чего этанол нередко расслаивается (при низких температурах всегда). Особенно эта проблема актуальна для России. Решения этой проблемы на данный момент не найдено.

Преимуществом смесей этанола с другими видами топлива перед «чистым» этанолом является лучшая воспламеняемость, благодаря низкому содержанию влаги, тогда как «чистый» этанол (марка Е100, с практическим содержанием C_2H_5OH 96,6 %) является неразделяемым дистиляцией азеотропом. Разделение же иными способами невыгодно. При добавлении этанола к бензину или дизелю происходит выделение воды.

В разных странах действуют следующие государственные программы применения этанола и содержащих его смесей на транспорте с двигателями внутреннего сгорания:

На США приходится 44,7 % мирового производства топливного спирта. Внедряются марки смеси этанола и бензина (Е85, Е10). Предполагается законодательно обязать производство топливной смеси в виде 20% смеси этанола с бензином к 2020 году;

В Евросоюзе топливная смесь с содержанием до 6 % этанола введена в обязательном порядке; В Украине с 2013 законодательно установлено содержание 5% этанола в бензине, с 2014 содержание этанола увеличено до 7%. На заправках часто продается топливо с содержанием биоэтанола в от 30 до 37,2%

Методы охлаждения. Большинство современных автомобильных двигателей имеют жидкостную систему охлаждения, однако ряд прежних конструкций двигателей снабжали воздушной системой охлаждения. Отказ от воздушных систем охлаждения, применяемых, например, на автомобилях *VW Beetle* (Фольксваген Жук), был продиктован возросшими требованиями по эмиссии вредных веществ с выхлопными газами.

Типы создания давления наддува. Если для наполнения цилиндров свежим зарядом используется втягивание горючей смеси поршнем на такте впуска, при этом не предусматривается никакое предварительное сжатие воздуха, двигатель называют «атмосферным» = *Naturally Aspirated Engine* = двигатель без наддува.

В ряде двигателей с целью увеличения мощности применяют газотурбинный нагнетатель или механический нагнетатель, который производит предварительное сжатие атмосферного воздуха до его подачи в цилиндры двигателя.



ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЙ ВОПРОС:

Что такое роторный двигатель?

Успешной альтернативой конструкцией двигателя является роторный двигатель, который также называется двигателем Ванкеля в честь немецкого изобретателя, Феликс Генриха Ванкеля (1902-1988).

Корпорация Mazda на своих автомобилях RX-7 и RX-8 длительное время устанавливает только роторные двигатели.

Перемещающаяся по окружности двигателя камера сгорания позволяет двигателю работать очень ровно, и получать высокую выходную мощность при небольших габаритных размерах двигателя. Вращающаяся камера сгорания роторного двигателя формируется между треугольным ротором (треугольник Рёло) и внутренней поверхностью корпуса двигателя. Внутренняя поверхность роторного двигателя представляет собой цилиндр, выполненный по эпитрохоиде.

Уплотнение на каждом углу, или вершине ротора должен находиться в постоянном контакте с корпусом, поэтому ротор должен двигаться эксцентрично. Это означает, что ротор двигателя вращается вокруг центральной оси двигателя.

Эксцентричное движение ротора можно увидеть на рисунке 18-17.

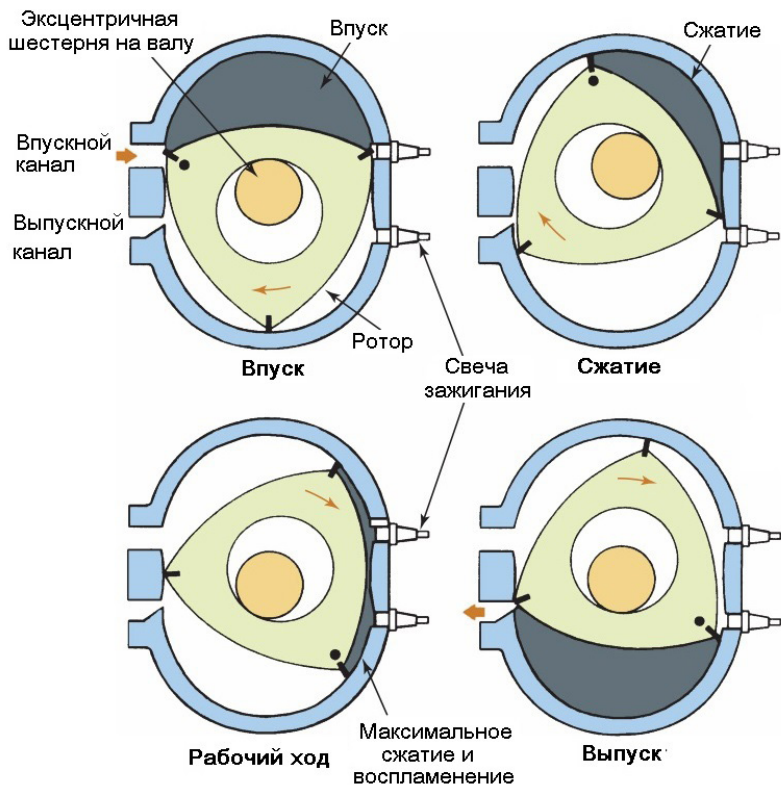


Рисунок 18-17: Роторный двигатель работает по четырехтактному циклу, но вместо поршня и коленчатого вала используется ротор. В каждой из трех полостей, образованных треугольным ротором и корпусом двигателя, протекают такты впуска, сжатия, рабочего хода и выпуска, причем в трех полостях одновременно протекают такты, но со сдвигом на один такт по отношению к соседней полости.



РЕМАРКА:

Эпитрохоида (от греч. ἐπί — на, над, при и греч. τροχός — колесо) — плоская кривая, образуемая точкой, жёстко связанной с окружностью, катящейся по внешней стороне другой окружности.



ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЙ ВОПРОС:

В какой момент происходит остановка двигателя?

Когда система зажигания прекращает поджигать топливоздушную смесь, коленчатый вал будет вращаться по инерции до тех пор, пока вращающиеся массы обладают силой инерции. Наибольшее сопротивление вращению коленчатый вал испытывает во время такта сжатия. Опыты показывают, что коленчатый вал двигателя обычно останавливается, когда в одном из цилиндров двигателя поршень, движимый шатуном и коленчатым валом, достигает положения, при котором коленчатый вал поворачивается на угол около 70° во ВМТ на такте сжатия в этом цилиндре. Вариация угла остановки коленчатого вала колеблется от +10° до -10° от указанного значения.

Специалисты-ремонтники замечают, что зубчатый венец маховика более всего изношен в двух локальных зонах 4-цилиндрового двигателя. Повышенный износ вызван введением в зацепление ведущей шестерни электрического стартера.

Двигатель останавливается о одном из двух возможных мест, в зависимости от того, в каком цилиндре в момент остановки протекал такт сжатия.

НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ

Стандарт SAE (Society of Automotive Engineers = Общество автомобильных инженеров) устанавливает, что направление вращения коленчатого вала должно совпадать с направлением вращения часовой стрелки, если смотреть на двигатель со стороны, противоположной маховику (со стороны передней части двигателя).

Страна крепления маховика, это та сторона коленчатого вала, с которой производится съем

крутящего момента, формируемого двигателем, который используется для приведения в движение транспортного средства. Эта часть двигателя получила название основной стороны, или задней частью двигателя. Противолежашую сторону двигателя принято называть передней частью двигателя. На этой стороне двигателя располагается привод газораспределительного механизма, и ременные приводы аксессуаров (дополнительных механизмов) двигателя.

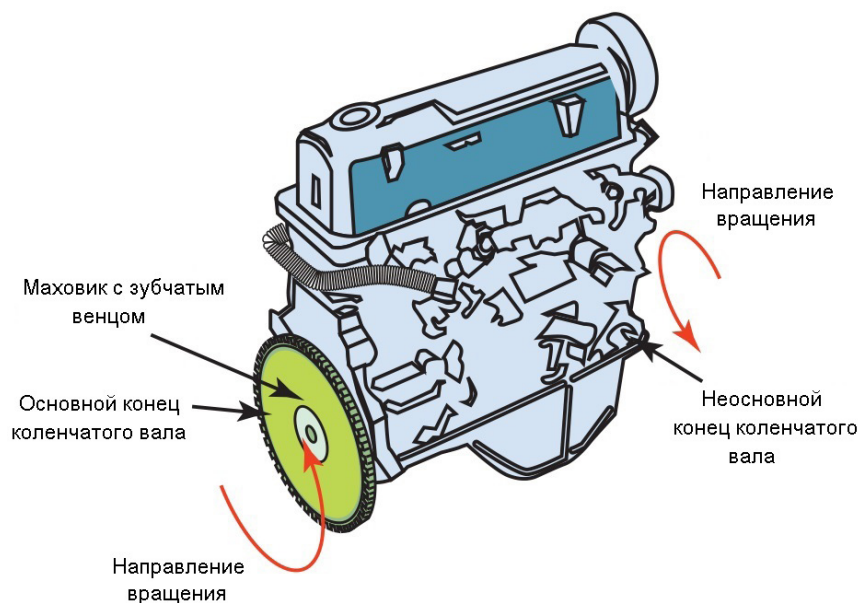


Рисунок 18-18: На 4-цилиндровом рядном двигателе обозначены: основной конец, к которому присоединен маховик с зубчатым венцом, и неосновной конец коленчатого вала, направление его вращения по часовой стрелке, если смотреть с неосновного конца коленчатого вала, к которому присоединены приводы вспомогательных агрегатов.

У автомобиля с приводом на задние колеса (заднеприводной автомобиль), двигатель, как правило, расположен вдоль продольной оси автомобиля, и основной конец двигателя расположен сзади. Большинство автомобилей с поперечным расположением двигателя придерживаются того же стандарта *SAE*, то есть направление вращения коленчатого вала двигателя – по направлению движения часовой стрелки. Многие двигатели автомобилей *Honda* и некоторые судовые двигатели могут иметь направление движения, отличное от стандартного.

ОСНОВНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ

ДИАМЕТР ЦИЛИНДРА

Диаметр цилиндра является одним из основных геометрических параметров двигателя. В иностранной литературе диаметр цилиндра называют «*Bore*» = дословно – «Высверленное отверстие». Чем больше диаметр цилиндра, тем больше площадь поршня, и тем большую силу оказывают горячие газы на кинематическую цепь: «поршень – шатун – коленчатый вал».

Давление газов измеряется в паскалях (ньютон / квадратный метр [H/m^2]). Внесистемными единицами давления являются:

- Бар
- Миллиметр ртутного столба (торр)
- Атмосфера физическая
- Атмосфера техническая
- Килограмм-сила на квадратный сантиметр
- Фунт-сила на квадратный дюйм (*psi*)

Численная взаимосвязь между перечисленными единицами измерения давления приведена в таблице 18-1

Таблица 18-1: Единицы измерения давления

	Паскаль (Pa, Па)	Бар (bar, бар)	Техническая атмосфера (at, ат)	Физическая атмосфера (atm, атм)	Миллиметр ртутного столба (mm Hg, мм рт. ст., Torr, торр)	Фунт-сила на квадратный дюйм (psi)
1 Па	1 Н/м ²	10 ⁻⁵	10,197×10 ⁻⁶	9,8692×10 ⁻⁶	7,5006×10 ⁻³	145,05×10 ⁻⁶
1 бар	1×10 ⁵	1×10 ⁶ дин/см ²	1,0197	0,98692	750,06	14,504
1 ат	98066,5	0,980665	1 кгс/см ²	0,96784	735,56	14,223
1 атм	101325	1,01325	1,033	1 атм	760	14,696
1 мм рт. ст.	133,322	1,3332×10 ⁻³	1,3595×10 ⁻³	1,3158×10 ⁻³	1 мм рт. ст.	19,337×10 ⁻³
1psi	6894,78	68,948×10 ⁻³	70,307×10 ⁻³	68,046×10 ⁻³	51,715	1 lbf/in ²

Чем больше площадь поршня, тем большая сила давления горящих газов действует на поршень, который через шатун вращает коленчатый вал двигателя.

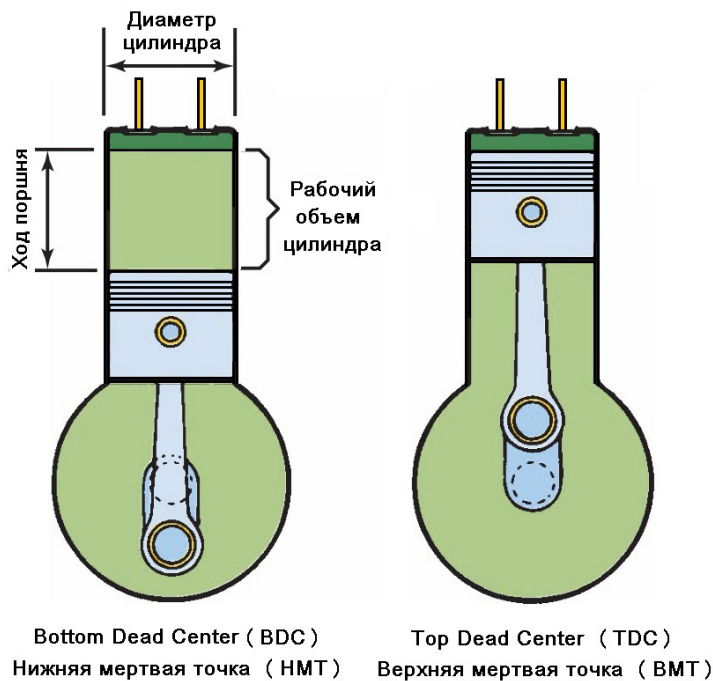


Рисунок 18-19: Диаметр цилиндра и ход поршня используется для вычисления рабочего объема цилиндра двигателя.

ХОД ПОРШНЯ

Ход поршня двигателя – это расстояние, преодолеваемое поршнем при его движении из верхней мертвой точки (ВМТ) в нижнюю мертвую точку (НМТ). Это расстояние равно удвоенному значению радиуса кривошипа коленчатого вала двигателя (*Throw of the crankshaft* = дословно, размах коленчатого вала). Радиус кривошипа — это расстояние между осевой линией вращения коленчатого вала и осевой линией шатунной шейки. Радиус кривошипа равен половине хода поршня. Иными словами, ход поршня – расстояние между продольной осью шатунной шейки, находящейся в положении, соответствующей ВМТ, и продольной осью шатунной шейки коленчатого вала, находящейся в НМТ.

РЕМАРКА:

Если изменить длину шатуна, ход поршня от этого не изменится. Заменой шатуна можно достичь только изменения положения поршня в цилиндре. Только геометрические размеры кривошипа определяют ход поршня в цилиндре двигателя.

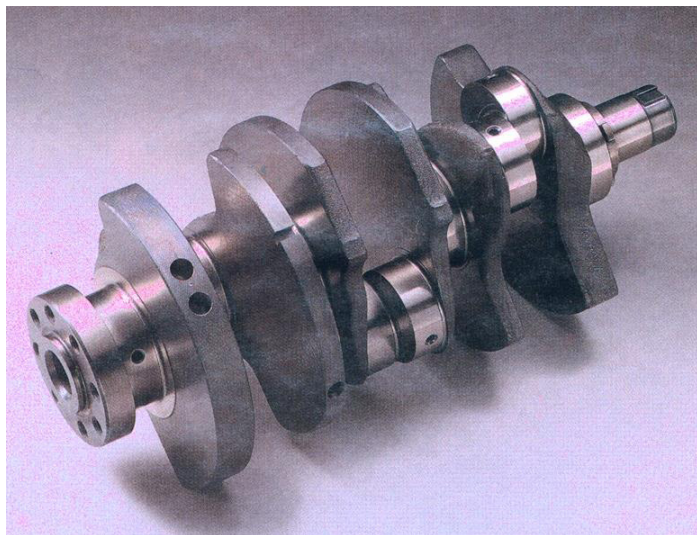


Рисунок 18-20: Радиус кривошипа — это расстояние между осевой линией вращения коленчатого вала и осевой линией шатунной шейки. На снимке показан не совсем обычный коленчатый вал, предназначенный для современного 6-цилиндрового V-образного двигателя.

Чем больше ход поршня, тем большее количество свежего заряда может быть втянуто в цилиндр двигателя. Чем большее количество топливоздушной смеси будет участвовать в рабочем процессе, тем большую работу может произвести каждый из цилиндров двигателя.

ОБЪЕМ ЦИЛИНДРА

Одним из наиболее доступных для понимания геометрических параметров двигателя является его рабочий объем. Рабочий объем двигателя принято выражать во внесистемных единицах: литрах или кубических сантиметрах.

1 литр = 1000 кубических сантиметров [см³]

Рабочий объем двигателей американских и английских автомобилей выражают в кубических дюймах.

1 литр = 61 кубический дюйм [cu. in.]

1 кубический дюйм = 16,4 кубических сантиметра.

Рабочий объем определяет, сколько свежего заряда может поместиться в цилиндр двигателя, или во все цилиндры двигателя.

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБЪЕМА

Рабочий объем двигателя определяется суммой рабочих объемов всех цилиндров двигателя. Формула для расчета объема цилиндра ничем не отличается от формулы для подсчета объема геометрической фигуры – цилиндра. Формула для подсчета рабочего объема двигателя выражается следующим способом:

$$V_{\text{раб}} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times s \times n$$

Где:

d – диаметр цилиндра двигателя, см

s – ход поршня, см

n – число цилиндров двигателя.

Для того, чтобы выразить рабочий объем в кубических сантиметрах, в формулу следует подставлять значения рабочего хода и диаметра цилиндра, выраженных в сантиметрах.

Первый сомножитель в приведенной формуле выражает площадь поршня. Таким образом, рабочий объем двигателя равен произведению площади поршня на его ход, помноженные на количество цилиндров двигателя.

Применим формулу для подсчета рабочего объема 6-цилиндрового двигателя.

Диаметр цилиндра $d = 7,6$ см

Ход поршня $s = 8,4$ см

Число цилиндров $n = 6$

$\pi = 3,14$

$$V_{\text{раб}} = \frac{\pi \times 7,6^2}{4} \times 8,4 \times 6 = 2286 \text{ куб. см.}$$

Чтобы определить рабочий объем двигателя, надо в графе таблицы 18-2 найти ближайшее значение диаметра цилиндра, затем в столбце отыскать ход поршня, на пересечении графы и столбца Вы увидите рабочий объем двигателя.

Таблица 18-2: Рабочие объемы двигателей

Рабочий объем двигателя V-8 куб. см.					
Ход поршня, см. Диаметр цилиндра, см.	8,89	9,525	9,8425	10,16	10,4775
7,62	3243	3475	3590	3706	3822
7,9375	3519	3770	3896	4022	4148
8,255	3806	4078	4214	4350	4496
8,5725	4105	4398	4545	4692	4839
8,89	4414	4729	4887	5045	5203
9,2075	4735	5073	5242	5411	5580
9,525	5068	5430	5611	5792	5973
9,8425	5411	5798	5991	6184	6377
10,16	5766	6178	6384	6590	6796
10,4775	6132	6570	6789	7008	7227

Рабочий объем 6-цилиндрового двигателя куб. см.					
Ход поршня, см. Диаметр цилиндра, см.	8,89	9,525	9,8425	10,16	10,4775
7,62	2432	2606	2692	2780	2866
7,9375	2639	2828	2922	3016	3111
8,255	2854	3058	3160	3262	3372
8,5725	3079	3298	3409	3519	3629
8,89	3310	3547	3665	3784	3902
9,2075	3551	3805	3932	4058	4185
9,525	3801	4072	4208	4344	4480
9,8425	4058	4348	4493	4683	4783
10,16	4324	4634	4788	4942	5097
10,4775	4599	4928	5092	5256	5420

Рабочий объем 4-цилиндрового двигателя, куб. см.					
Ход поршня, см.	8,89	9,525	9,8425	10,16	10,4775
Диаметр цилиндра, см.					
7,62	1621	1737	1794	1853	1911
7,9375	1759	1885	1948	2011	2074
8,255	1903	2039	2107	2174	2248
8,5725	2053	2199	2273	2346	2419
8,89	2206	2365	2443	2523	2601
9,2075	2367	2536	2621	2705	2790
9,525	2534	2714	2805	2896	2987
9,8425	2705	2899	2995	3122	3187
10,16	2883	3089	3192	3295	3398
10,4775	3066	3285	3395	3504	3613

СООТВЕТСТВИЕ РАЗМЕРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Большинство производителей автомобилей округляют рабочие объемы двигателей, поэтому расчетные значения объемов двигателей не согласуются с опубликованными в технической документации значениями.

Выраженный в литрах (литраж) рабочий объем двигателей является округленным значением, и может привести к неоднозначному выводу о геометрических размерах цилиндра и хода поршня



ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ:

С какой скоростью вращается коленчатый вал двигателя?

Большая часть двигателей легковых автомобилей предназначены для работы на низких скоростях вращения коленчатого вала по следующим причинам.

Максимальная эффективность достигается при низких частотах вращения.

Судовой дизельный двигатель больших речных и морских судов имеет скорость вращения коленчатого вала около 100 мин⁻¹ (оборотов в минуту [об/мин]).

Трение между поршневым кольцом и внутренней поверхностью гильзы цилиндра является самой высокой точкой трения в двигателе. Чем меньше скорость вращения коленчатого вала двигателя, тем меньше сила трения между гильзой и поршневым кольцом. Однако, мощность двигателя – это то, что необходимо для быстрой езды по дорогам.

Мощность – это крутящий момент, создаваемый двигателем, помноженный на скорость вращения. Таким образом, высокая скорость вращения коленчатого вала двигателя свидетельствует о высокой мощности двигателя.

Например, болид Формулы 1 с 2014 года оснащен турбокомпрессором двигателем V-6 с рабочим объемом 1,6 литра, развивающий мощность 600 л. с. (лошадиных сил) при 18000 мин⁻¹. Дополнительные 160 лошадиных сил автомобиль получает от так называемой Energy Recovery System (ERS) = Системы рекуперации энергии, которая использует две умные мотор-генераторные установки (МГУ), которые преобразуют механическую и тепловую энергию в электрическую энергию, и наоборот.

Долгое время бытовало мнение: «Не существует эквивалентной замены литражу двигателя». Однако современные технологии повторного использования кинетической энергии торможения для разгона автомобиля опровергает это сложившееся убеждение.

Двигатель большого объема потребляет больше топлива, что довольно часто подталкивало конструкторов на этот наиболее простой способ увеличения мощности автомобиля.

СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Степень сжатия, это отношение объема камеры сгорания цилиндра двигателя (объема, заключенного в цилиндре над поршнем, находящимся в ВМТ) к полному объему цилиндра двигателя (объему, заключенному в цилиндре над поршнем, находящимся в НМТ).

Степень сжатия является важным параметром двигателя при его конструировании или выборе топлива, на котором может работать двигатель.



РЕМАРКА:

Степень сжатия часто именуется, как компрессия

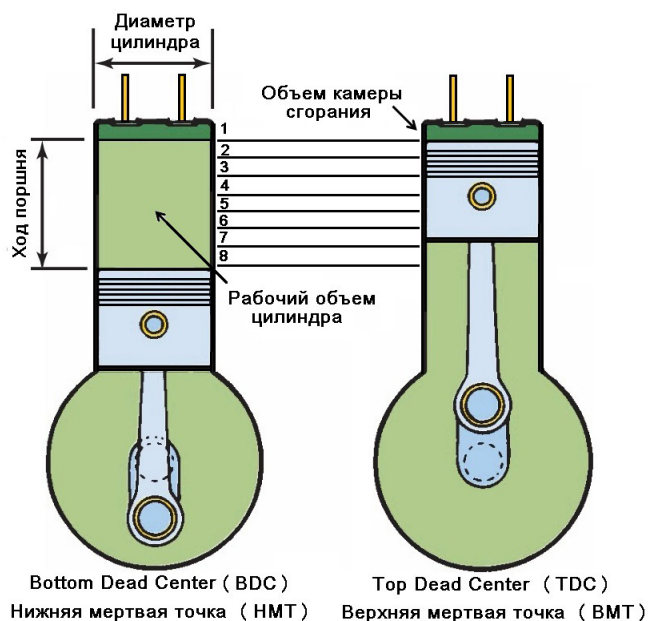


Рисунок 18-21: Степень сжатия – отношение объема воздуха в цилиндре, если поршень расположен в нижней мертвой точке, к объему воздуха в цилиндре, если поршень расположен в верхней мертвой точке. На рисунке показано, что объем цилиндра при положении поршня в НМТ в восемь раз больше объема при положении поршня в ВМТ, следовательно, степень сжатия равна 8:1.

Если компрессия низкая

- Снижается мощность
- Ухудшается топливная экономичность
- Облегчается запуск двигателя
- Более вероятно появление неуправляемого воспламенения рабочей смеси (детонации).

Если компрессия высокая

- Возможно увеличение мощности двигателя
- Увеличивается топливная экономичность двигателя
- Труднее вращать коленчатый вал, особенно на горячем двигателе
- Снижается риск неуправляемого воспламенения смеси (детонации)

РАСЧЕТ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ

Степень сжатия, обозначаемая греческой буквой ϵ , есть величина безразмерная.

Степень сжатия — отношение объема надпоршневого пространства цилиндра двигателя при положении поршня в нижней мёртвой точке (НМТ) (полный объем цилиндра) к объему надпоршневого пространства цилиндра при положении поршня в верхней мёртвой точке (ВМТ), то есть к объему камеры сгорания.

$$\varepsilon = \frac{\pi/4 \times d^2 \times s + V_c}{V_c}$$

Где:

d = диаметр цилиндра

s = ход поршня

V_c = объем камеры сгорания, то есть, объём, занимаемый топливовоздушной смесью в конце такта сжатия, непосредственно перед поджиганием искрой; часто определяется не расчётом, а непосредственно измерением из-за сложной формы камеры сгорания.

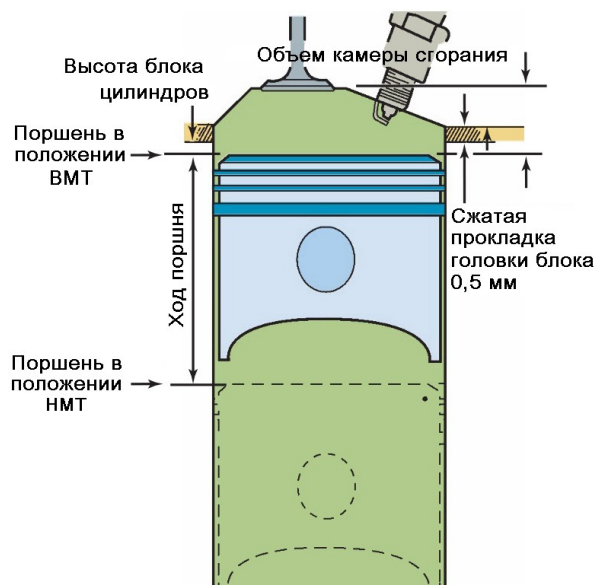


Рисунок 18-22: Объем камеры сгорания – это объем над поршнем, когда он находится в позиции, соответствующей верхней мертвой точке.

Например:

Рассчитайте степень сжатия, если известно, что рабочий объем цилиндра равен 400 см³ (кубическим сантиметрам), а объем камеры сгорания равен 46 см³.

$$\varepsilon = \frac{400 + 46}{46} = \frac{446}{46} = 9,7$$

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ

В процессе эксплуатации может произойти изменение компрессии, поэтому во время технического обслуживания следует произвести проверку, чтобы убедиться, что компрессия достигает изначального уровня, или её значение изменилось так, что затрудняется пуск дизельного двигателя.

Нижеследующие факторы, которые могут оказать влияние на уровень компрессии:

Толщина прокладки под головкой блока. Увеличение толщины прокладки повлечет снижение степени сжатия, а уменьшение её толщины напротив, увеличит степень сжатия.

Увеличение размеров цилиндра. При увеличении диаметра цилиндра или хода поршня, в цилиндр может поступить большее количество свежего заряда, это увеличит компрессию.

КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ И МОЩНОСТЬ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА (*TORQUE*)

Термин «Крутящий момент» используется для описания вращающей силы, которая способна или не способна привести в движение. Крутящий момент измеряется количеством силы, умноженной на длину рычага, к которому прилагается эта сила.

Если Вы прилагаете силу 10 ньютонов к рукоятке гаечного ключа, длиной 0,20 метра, то крутящий момент, прилагаемый к гайке, будет равен 2 ньютона на метр [Н×м].

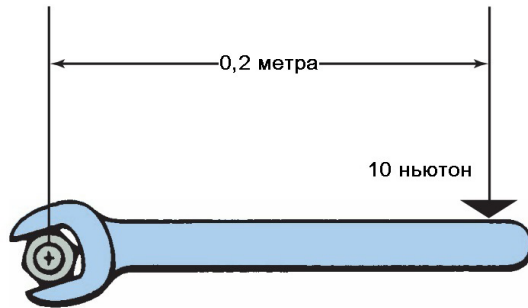


Рисунок 18-23: Крутящий момент определяется произведением величины вращающей силы на длину рычага, и выражается в ньютонах на метр [Н×м].

Крутящий момент, формируемый на коленчатом вале двигателя, может быть измерен на динамометрическом стенде.

В технической литературе крутящий момент, формируемый двигателем, всегда привязывается к конкретной частоте вращения коленчатого вала двигателя, при которой крутящий момент достигает максимально возможной величины. Например, крутящий момент 210 Н×м при 2400 мин⁻¹.

Ньютонов на метр является стандартной единицей метрической системы мер. Внесистемной единицей крутящего момента может быть килограмм силы на метр, или фунт на фут.

1 ньютон-метр [Н×м] = 0,1019716212978 килограмм-сила-метр [кгс×м]

1 килограмм силы на метр [кгс×м] = 9.806649999999 ньютон-метр [Н×м]

1 фунт на фут [*lb×ft*] = 1,3558 ньютон на метр [Н×м]

1 ньютон на метр [Н×м] = 0,7376 фунт на фут [*lb×ft*]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ (*POWER*)

Термин «Мощность» означает скорость выполнения работы. Мощность равна работе, деленной на время.

Работа производится тогда, когда под влиянием внешней силы тело определенной массы перемещается на определенное расстояние. Если объект под действием внешней силы переместился на одно и то же расстояние, то можно сказать, что проделана одна и та же работа. Но если указанная работа была произведена за 10 секунд, или за 10 минут, то можно сказать, что на производство работы была затрачена различная величина энергии.

Затраченная энергия, или мощность, выражается в единицах работы, произведенной за промежуток времени. Работа выражается в джоулях: 1 Дж = 1Н×м. Мощность выражается в ваттах: 1 Вт = 1Дж/1с = (1Н×1м)/1с = 1Н×1м/1с.

Иной способ выражения мощности, который применяется к определению технической характеристики двигателя, является крутящий момент, снимаемый с коленчатого вала двигателя, умноженный на частоту вращения коленчатого вала двигателя.

В системных единицах крутящий момент выражается в ньютонах на метр: $M_{кр} = 1Н \times 1м$

В системных единицах скорость вращения выражается в радианах в секунду $n = 1 \text{ рад/с}$, или 1 с^{-1} .

Тогда мощность можно выразить, так:

$$P_{\text{в}} = M_{\text{кр}} \times \omega$$

Где:

$P_{\text{с}}$ – мощность в ваттах

$M_{\text{кр}}$ – крутящий момент, в ньютонах на метр

ω – угловая скорость, в радианах в секунду



ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЙ ВОПРОС:

Что означают характеристические кривые, приводимые к техническим характеристикам двигателя?

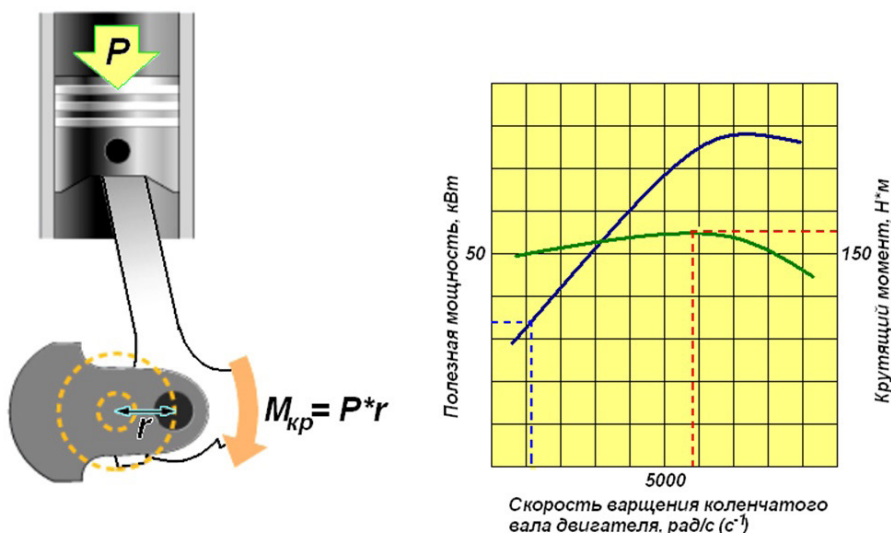


Рисунок 18-24: Графическое отображение крутящего момента и графики внешних характеристик двигателя.

На рисунке слева показано, как формируется крутящий момент в цилиндре двигателя. Если давление газов, действующее на поршень, пересчитать как силу P , действующую вдоль шатуна, то на кривошипе коленчатого вала, радиус которого равен r , будет действовать крутящий момент $M_{\text{кр}}$ равный произведению силы P на кривошип, радиусом r . При вращении коленчатого вала плечо силы меняется, поэтому крутящий момент достигает максимума на такте рабочий ход, и в тот момент, когда между кривошипом и шатуном образуется прямой угол. Кроме того, такт сжатия, впуск и выпуск это те такты, на совершение которых затрачивается работа, произведенная на такте рабочего хода. Чем больше ход поршня, тем больше радиус кривошипа, и при равных диаметрах цилиндра тот двигатель обладает большим крутящим моментом, у которого больше рабочий объем. Чередование рабочих ходов по цилиндрам происходит:

У 4-цилиндрового двигателя – через 180°

У 5-цилиндрового двигателя – через 144°

У 6-цилиндрового двигателя – через 120°

У 8-цилиндрового двигателя – через 90°

У 10 цилиндрового двигателя – через 72°

У 12 цилиндрового двигателя – через 60°

Чем большее количество цилиндров у двигателя, тем равномернее вращается коленчатый

вал, но и суммарный крутящий момент у многоцилиндрового двигателя больше. Поэтому крутящий момент, как правило, не рассчитывается, а получается во время стендовых испытаний. К коленчатому валу двигателя прилагается нагрузка, величину которой можно плавно регулировать. Например, к коленчатому валу подключают гидравлический тормоз или электрический генератор.

В начальный момент испытаний нагрузку, прилагаемую к коленчатому валу, делают нулевой. Органом управления, например, педалью газа (акселератора) устанавливают минимальную устойчивую частоту вращения, изменяя частоту вращения тахометром, и начинают плавно повышать нагрузку до тех пор, пока коленчатый вал двигателя не начнет снижать частоту вращения. На графике отмечают частоту (скорость) вращения, и нагрузку (противодействующий крутящий момент) при которой двигатель начал снижать обороты.

Затем снижают нагрузку до нулевого значения, и увеличивают частоту вращения, например, на 100 оборотов в минуту. Вновь постепенно увеличивают противодействующий крутящий момент, пока двигатель не начнет снижать обороты. Вновь на графике отмечают две точки: одна точка – скорость вращения коленчатого вала, вторая – полученное крайнее значение крутящего момента, при котором двигатель ещё работал ровно. Испытания продолжают с выбранным шагом по скорости вращения коленчатого вала двигателя, пока не будет достигнута максимально допустимая скорость вращения коленчатого вала двигателя. Полученные точки, нанесенные на график, и обозначающие противодействующий крутящий момент, соединяют плавно линией, получив график крутящего момента двигателя. Полученная кривая называется внешней характеристикой крутящего момента. Внешняя – поскольку ниже этой кривой крутящий момент, снимаемый с двигателя, не приводит к его остановке, но если к коленчатому валу приложить противодействующий крутящий момент, величина которого будет выше кривой внешней характеристики – двигатель остановится.

Затем по полученным значениям крутящего момента производят вычисления мощности, и наносят на график. Полученная кривая характеризует максимально возможную мощность при каждой частоте вращения, и поэтому полученная кривая так же называется внешней мощностью характеристикой двигателя.



ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЙ ВОПРОС:

Почему с увеличением скорости вращения мощность и крутящий момент до какого-то значения скорости возрастает, а затем начинает снижаться?

С увеличением скорости вращения коленчатого вала увеличивается сила инерции, действующая на детали, совершающие возвратно-поступательные движения. Самой массивной деталью, участвующей в возвратно-поступательном движении, является поршень с поршневым пальцем и частью шатуна, которую можно отнести к массам, совершающим возвратно-поступательные движения. Чем выше скорость вращения коленчатого вала двигателя, тем труднее двигателю изменить направление движения поршня на противоположное, так как, по закону Ньютона, сила равна массе тела, помноженной на его ускорение.

Максимальной величины сила инерции достигает при переходах поршня из НМТ в ВМТ и из ВМТ в НМТ. Постепенно, сила от давления горячей рабочей смеси «съедается» силами инерции, и крутящий момент, как и мощность, начинают снижаться.

Скорость вращения, при которой крутящий момент достигает максимальной величины, называется «номинальной частотой вращения» по крутящему моменту. В технической характеристике двигателя указывается максимальный крутящий момент, и частота вращения (лил диапазон частот вращения), при которой крутящий момент достигает максимума.

Максимальная мощность тоже «соседствует» с частотой вращения, при которой она достигает максимума.



ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ:

Как быстро определить эффективность двигателя?

Хорошо сконструированный двигатель способен производить большую мощность при малом рабочем объеме. Критерием высокой эффективности двигателя считается его возможность производить 1 лошадиную силу (0,732 кВт) мощности на 1 кубических дюйм (16,39 куб. см).

Лучшие образцы современных двигателей способны совершить подобное:

Ford: 4,6 литровый (281 куб. дюйм) V-8 двигатель способен выдать мощность 305 лошадиных сил (232 кВт). $4600:16,39 = 280$ л. с. Выше расчетного!

Chevrolet: 3,0 литровый (207 куб. дюйм) V-6 двигатель способен выдать 210 лошадиные силы (154 кВт). $3000:16,39 = 183$ л. с. Выше расчетного!

Chevrolet: 3,5 литровый (214 куб. дюйма) V-6 двигатель способен выдать 214 лошадиные силы (157 кВт). $3500:16,39 = 213$ л. с. Результат равный расчетному!

Acura: 3,2 литровый (195 куб. дюйма) V-6 двигатель способен выдать 260 лошадиных сил (190 кВт). $3200:16,39 = 195$ л. с. Отличный результат!

ВАЗ Приора 1,6 16 клапанный рядный двигатель объемом 1,6 литра (98 куб. дюйма) способен выдать 98 лошадиных сил. $1600:16,39 = 97,62$ л. с. Результат равный расчетному!

Honda Civic 4D 1.8 i-VTEC имея 1,8 литровый рядный двигатель (110 куб. дюйма) способен выдать 140 лошадиных сил! $1800:16,39 = 109$ л. с. Прекрасный результат!

Volkswagen Passat (B5) 1.8T 20V при объеме двигателя 1,8 литра (110 куб. дюйма) способен выдать 170 лошадиных сил! $1800:16,39 = 109$ л. с. Превосходный результат!

Форсированные двигатели современных автомобилей способны выдать 100 лошадиных сил с 1 литра объема. Подобную эффективность можно достичь, применяя сочетание газотурбинного и механического наддува, регулируемые фазы газораспределения.

ЗАВИСИМОСТЬ МОЩНОСТИ ОТ ВЫСОТЫ ПОЕЗДКИ

Как Вы считаете, сколько весит воздух? Сложно сказать? Давайте изменим вопрос. Какой массой обладает 1 кубический метр воздуха? Если создать «нормальные» условия: физические условия, определяемые давлением $P=101,325$ КПа (360 мм. рт. ст., 1 нормальная атмосфера) и температурой $T=273,15$ К (0°C), то масса 1 кубического метра воздуха составит 1,293 кг.

Нормальные физические условия предусматривают измерение массы воздуха на уровне моря.

Если принять температуру воздуха 17°C , и давление 101,3 Кпа, то масса одного кубического метра воздуха составит 1,22 кг.

Если измерить массу воздуха на высоте 250 метров над уровнем моря, то можно увидеть, что масса воздуха «похудела» до 1,20 кг

Если подняться ещё на 250 метров, то масса одного кубического метра воздуха составит 1,17 кг.

Согласно американскому стандарту SAE на каждые 300 метров подъема «атмосферный» двигатель будет терять 3% мощности.

Если на уровне моря автомобиль способен развить 200 л. с., то на вершине Эльбруса (5632 метра) тот же автомобиль сможет выдать только 88 лошадиных сил ($5632:300 \times 3\% = 56,32\%$ составят потери мощности).

Двигатели, оснащенные газотурбинным наддувом, не так «страдают» от высоты, как обычные «атмосферные» двигатели, поскольку в цилиндры двигателя с газотурбинным наддувом подается предварительно сжатый, и часто, предварительно охлажденный воздух. Обычные «атмосферные» двигатели вынуждены «дышать» окружающим, не подготовленным воздухом.



КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА



Ремарка:

Термины и основные формулировки приведены на двух языках: английском и русском. Конечно же, Вы можете проигнорировать формулировки, приведенные на иностранном языке, однако, повседневная работа потребует знания языков, и часто Вам придется быть один-на-один с *Manual Repair*, неважно, в бумажном или электронном виде. Поэтому, рекомендуем Вам постепенно набираться опыта в переводе текста «с листа».

Работодатель крайне заинтересован в этом умении. Его не интересует, умеете ли Вы говорить, и понимать устную речь, сможете ли Вы «выжить» за рубежом, не зная языка. Ему важно только Ваше умение читать по-русски английские/немецкие тексты, и безошибочно находить необходимую информацию, установочные и регулировочные параметры, читать и понимать указания производителя транспортного средства.



Термины, которые необходимо знать!

Block = Блок цилиндров

Bore = Диаметр цилиндра

Bottom dead center (BDC) = Нижняя мертвая точка (НМТ)

Boxer = Оппозитный (двигатель)

Cam-in-block design = Конструкция с распределительным валом в блоке цилиндров

Camshaft = Распределительный вал

Combustion = Воспламенение (горение)

Combustion chamber = Камера сгорания

Compression ratio (CR) = Степень сжатия

Connecting rod = Шатун

Crankshaft = Коленчатый вал

Cycle = Цикл (такт)

Cylinder = Цилиндр

Displacement = Объем двигателя

Double overhead camshaft (DOHC) = Двигатель с двумя распределительными валами в головке цилиндров (DOHC)

Exhaust valve = Выпускной клапан

External combustion engine = Двигатель с внешним сгоранием

Four-stroke cycle = 4-тактный цикл

Intake valve = Впускной клапан

Internal combustion engine = Двигатель с внутренним сгоранием (Двигатель внутреннего сгорания = ДВС)

Mechanical force = Механическая сила

Mechanical power = Механическая мощность

Naturally aspirated = Атмосферный двигатель

Nonprincipal end = Передний конец коленчатого вала

Oil galleries = Масляные каналы (лабиринты)

Overhead valve (OHV) = С верхним расположением клапанов

Pancake engine design = Плоская конструкция двигателя

Piston stroke = Ход поршня

Principal end = Главный (задний) конец коленчатого вала

Pushrod engine = Толкатель двигателя
Rotary engine = Роторный двигатель
Single overhead camshaft (SOHC) = Двигатель с одним распределительным валом в головке цилиндров
Stroke = Такт
Supercharger = Нагнетатель (наддувочный агрегат)
Top dead center (TDC) = Верхняя мертвая точка (ВМТ)
Turbocharger = Газотурбинный наддувочный агрегат
Wankel engine = Двигатель Ванкеля



Основные формулировки и расшифровки понятий, применяемых в главе 18

(англоязычная версия изложения материала позволит Вам подготовиться к сертификации, а преподавателям иностранного языка подобрать тематику занятий, приближенную к изучаемому материалу).

Замечание автора: перевод дан с минимальной литературной обработкой

<i>Engines use energy to produce power. The chemical energy in fuel is converted to heat energy by the burning of the fuel at a controlled rate.</i>	Двигатели используют энергию для производства мощности. Химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию за счет сжигания топлива с контролируемой скоростью.
<i>All automotive and truck engines are constructed using a solid frame, called a block. A block is constructed of cast iron or aluminum and provides the foundation for most of the engine components and systems.</i>	Все автомобильные двигатели и двигателей грузовиков строятся на прочной раме, называемой блоком. Блок изготовлен из чугуна или алюминия и обеспечивает основу для большинства компонентов двигателей и систем.
<i>The crankshaft converts the up-and-down motion of the piston to rotary motion, which is then transmitted to the drive wheels and propels the vehicle.</i>	Коленчатый вал преобразует возвратно-поступательное движения поршня во вращательное движение, которое передается на ведущие колеса и двигает автомобиль.
<i>The cylinder head also contains both intake valves that allow air and fuel into the cylinder and exhaust valves, which allow the hot gases left over to escape from the engine.</i>	Головка блока цилиндров содержит оба впускных клапана, что позволяет воздуху и топливу войти в цилиндр, и выпускные клапаны, которые позволяют горячим газам вытечь из двигателя.
<i>Air and fuel enter the engine through an intake manifold and exit the engine through the exhaust manifold. Intake manifolds operate cooler than exhaust manifolds and are therefore constructed of nylon-reinforced plastic or aluminum. Exhaust manifolds must be able to withstand hot exhaust gases, so most are constructed from cast iron or steel tubing.</i>	Воздух и топливо входят в двигатель через впускной коллектор и выходят из двигателя через выпускной коллектор. Впускные коллекторы работают в среде более холодной, чем выпускные коллекторы, и поэтому изготовлены из нейлона, армированного пластика или алюминия. Выпускные коллекторы должны быть способны выдерживать горячие выхлопные газы, поэтому большинство из них изготовлены из чугунных или стальных труб.
<i>The coolant picks up the heat from the engine and after the thermostat opens, the water pump circulates the coolant through the radiator where the excess heat is released to the outside air, cooling the coolant.</i>	Теплоноситель забирает тепло от двигателя и после того, как откроется термостат, водяной насос обеспечивает циркуляцию охлаждающей жидкости через радиатор, где избыточное тепло передается наружному воздуху, охлаждая теплоноситель.
<i>An oil pump, which is driven by the engine, forces the oil through the oil filter and then into passages in the crankshaft and block.</i>	Масляного насоса, который приводится в действие двигателем, продавливая масло через масляный фильтр, а затем по каналам в коленчатый вал и блок.

<i>All engines require both a fuel system to supply fuel to the cylinders and an ignition system to ignite the air-fuel mixture in the cylinders.</i>	Все двигатели нуждаются в топливной системе для подачи топлива в цилиндры, и системе зажигания для воспламенения топливовоздушной смеси в цилиндрах.
<i>The ignition system is designed to take 12 volts from the battery and convert it to 5,000 to 40,000 volts needed to jump the gap of a spark plug.</i>	Система зажигания предназначена для отбора 12-вольтного напряжения аккумуляторной батареи и преобразования в напряжение от 5 до 40 тысяч вольт, необходимых для пробоя искрового промежутка свечи зажигания.
<i>Engine cycles are identified by the number of piston strokes required to complete the cycle. A piston stroke is a one-way piston movement either from top to bottom or bottom to top of the cylinder.</i>	Циклы двигателя определяются числом тактов поршня, необходимого для завершения цикла. Ход поршня – это одностороннее движение поршня сверху вниз или снизу вверх в цилиндре.
<i>Engines may be mounted either parallel with the length of the vehicle (longitudinally) or crosswise (transversely).</i>	Двигатели могут располагаться в автомобиле как вдоль автомобиля (продольно), так и крестообразно (поперечно).
<i>Overhead valve (OHV), because an overhead valve engine has the valves located in the cylinder head.</i>	Верхний клапан = <i>Overhead valve (OHV)</i> , назван так, потому что впускные и выпускные клапаны каждого из цилиндров расположены в головке блока.
<i>When one overhead camshaft is used, the design is called a single overhead camshaft (SOHC) design.</i>	Если используется один верхний распределительный вал, конструкцию называют <i>Single Overhead Camshaft (SOHC)</i> = конструкция с единым (унифицированным) верхним распределительным валом.
<i>When two overhead camshafts are used, the design is called a double overhead camshaft (DOHC) design.</i>	Если используются два верхних распределительных вала, конструкцию называют <i>Double Overhead Camshaft (DOHC)</i> = конструкцией с двумя верхними распределительными валами.
<i>Most engines are liquid cooled, but some older models were air cooled.</i>	Большинство двигателей имеют жидкостную систему охлаждения, но ряд прежних моделей были с воздушной системой охлаждения.
<i>If atmospheric air pressure is used to force the air-fuel mixture into the cylinders, the engine is called naturally aspirated.</i>	Если атмосферный воздух используется для втягивания топливовоздушной смеси в цилиндр, двигатель называется = <i>Naturally Aspirated</i> = безнаддувным.
<i>Some engines use a turbocharger or supercharger to force the air-fuel mixture into the cylinder for even greater power.</i>	Некоторые двигатели используют турбокомпрессор или нагнетатель, чтобы затолкнуть топливо-воздушную смесь в цилиндр для еще большей мощности.
<i>The SAE standard for automotive engine rotation is counterclockwise (CCW) as viewed from the flywheel end (clockwise as viewed from the front of the engine).</i>	<i>SAE</i> -стандарт для автомобильного двигателя предусматривает вращение против часовой стрелки (<i>CCW</i>) если смотреть от маховика (по часовой стрелке, если смотреть от передней части двигателя).
<i>The diameter of a cylinder is called the bore.</i>	Диаметр цилиндра называют « <i>Bore</i> » = дословно – «Высверленное отверстие».
<i>The stroke of an engine is the distance the piston travels from top dead center (TDC) to bottom dead center (BDC).</i>	Ход двигателя – это дистанция движения поршня от верхней мертвой точки (ВМТ) до нижней мертвой точки (НМТ).
<i>The formula to calculate the displacement of an engine is basically the formula for determining the volume of a cylinder multiplied by the number of cylinders.</i>	Формула для расчета рабочего объема двигателя – по сути – формула для определения объема цилиндра, умноженная на число цилиндров.
<i>Compression ratio (CR) is the ratio of the difference in the cylinder volume when the piston is at the bottom of the stroke to the volume in the cylinder above the piston when the piston is at the top of the stroke.</i>	Степень сжатия (<i>CR</i>) - отношение разницы объема цилиндра, когда поршень находится в нижней точке хода, к объему в цилиндре над поршнем, когда поршень находится в верхней точке хода.

<i>Torque is the term used to describe a rotating force that may or may not result in motion.</i>	Крутящий момент-это термин, используемый для описания вращающейся силы, которая может или не может привести в движение.
<i>Torque is measured as the amount of force multiplied by the length of the lever through which it acts.</i>	Крутящий момент измеряется как количество силы, умноженной на длину рычага, посредством которого она действует.
<i>The term power means the rate of doing work. Power equals work divided by time.</i>	Термин «Мощность» означает скорость выполнения работы. Мощность равна работе, деленной на время.



Ремарка:

Предложенные Вам вниманию вопросы рекомендованы преподавателям для оценки Вашей самостоятельной работы с учебным материалом перед началом выполнения лабораторных и практических занятий.



Вопросы для контроля усвоения пройденного материала

Обдумайте содержание вопросов и попытайтесь дать короткий ответ

1. Почему автомобильные двигатели называют двигателями внутреннего сгорания?
2. Назовите, по крайней мере, три основные детали двигателя, которые во время работы двигателя совершают возвратно-поступательные движения, и такое же количество основных деталей двигателя, которые совершают вращательные движения.
3. Объясните, решение какой задачи возложено на систему охлаждения двигателя?
4. Перечислите основные компоненты системы смазывания двигателя, и объясните назначение каждого из этих компонентов.
5. Перечислите основные компоненты системы питания и системы зажигания бензиновых двигателей. Кратко объясните назначение каждого из перечисленных компонентов этих систем.
6. Перечислите последовательность тактов в четырехтактном цикле, и опишите каждый из четырех тактов.
7. Расскажите, что подразумевает конфигурация двигателя *VR*, и опишите особенности двигателя конфигурации *W*.
8. Расскажите о применяемых в автомобильных двигателях приводах клапанных механизмов. Что означают аббревиатуры: *OHV*; *SOHC*; *DOHC*?
9. Если двигатель развивает мощность в 100 лошадиных сил на уровне моря, какую мощность разовьет «атмосферный» двигатель на высоте 2500 метров над уровнем моря?
10. Объясните, почему двигатель с газотурбинным наддувом менее отзывчив на измерение высоты поездки?



Изучите и отметьте только те из приведенных рассуждений, которые Вы сочтете верными.

1. Все двигатели с верхним расположением клапанов...

A.	...используют расположенный в головке блока цилиндров распределительный вал.	
B.	...имеют клапаны, расположенные в головке блока цилиндров.	
C.	...работают по двухтактному циклу.	
D.	...используют распределительный вал, предназначенный для закрытия клапанов.	

2. Сколько распределительных валов у V-8 двигателя?

A.	Один	
B.	Два	
C.	Три	
D.	Четыре	

3. Организация потока охлаждающей жидкости через радиатор осуществляется...

A.	...изменением проходного сечения канала, направляющего поток жидкости в блок цилиндров.	
B.	...вентилятором, или вентиляторами, охлаждающими радиатор.	
C.	...термостатом.	
D.	...водяным циркуляционным насосом (помпой).	

4. Крутящий момент, формируемый двигателем, выражается в...

A.	...ньютонх на метр.	
B.	...лошадиных силах.	
C.	...киловаттах.	
D.	...оборотах в минуту.	

5. Мощность двигателя выражается в ...

A.	...ньютонх на метр.	
B.	...оборотах в минуту.	
C.	...киловаттах.	
D.	ньютонх на метр, помноженных на секунду.	

6. Автомобиль с «атмосферным» двигателем при подъеме на каждые 300 метров теряет мощность около...

A.	1%	
B.	3%	
C.	5%	
D.	6%	

7. Каждый цилиндр двигателя при 4-тактном цикле полностью завершает процесс при ка-
ждых...

A.	...90° поворота коленчатого вала.	
B.	...180° поворота коленчатого вала.	
C.	...360° поворота коленчатого вала.	
D.	...720° поворота коленчатого вала.	

8. Какое число оборотов коленчатого вала необходимо совершить 4-тактному двигателю для завершения полного цикла в каждом из цилиндров двигателя.

A.	Четверть оборота.	
B.	Пол-оборота.	
C.	Один полный оборот.	
D.	Два полных оборота.	

9. Вращающая коленчатый вал двигателя сила формирует...

A.	...мощность двигателя.	
B.	...давление сжатия свежего заряда.	
C.	...крутящий момент.	
D.	...уравновешивающий момент.	

10. Техник А утверждает, что ход поршня зависит от радиуса кривошипа коленчатого вала двигателя. Техник В утверждает, что ход поршня зависит от длины шатуна. Кто из них прав?

Только А			Оба правы, и А и В	
Только В			Оба неправы, ни А, ни В	

Материалы главы для Вас подготовлены
Титаренко Дмитрием Николаевичем
Умань, 2015