



Двигатель внутреннего сгорания

Всем известна фраза: «Мотор — сердце машины». С этим не поспоришь: без двигателя автомобиль становится бесполезной кучей металла, перемещать которую можно либо только вручную, либо с помощью тягловых животных. В этой главе рассказывается о том, что это за агрегат — двигатель внутреннего сгорания, каковы основные принципы его работы, какие процессы в нем протекают, а также о многом другом.

Двигатель автомобиля

На всех машинах в качестве источника движущей силы используется двигатель внутреннего сгорания (рис. 1.1). Сущность работы этого сложнейшего агрегата состоит в преобразовании тепловой энергии, возникающей при сгорании рабочей смеси (смесь паров бензина и воздуха), в механическую энергию, которая заставляет автомобиль двигаться.

Стандартный двигатель внутреннего сгорания состоит из следующих деталей:

- ▶ головка блока цилиндров;
- ▶ цилиндры;



Рис. 1.1. Двигатель автомобиля «Мерседес»

- ▶ поршни;
- ▶ поршневые кольца;
- ▶ поршневые пальцы;
- ▶ шатуны;
- ▶ коленчатый вал;
- ▶ маховик;
- ▶ распределительный вал с кулачками;
- ▶ клапаны;
- ▶ свечи зажигания (в дизельных машинах применяются свечи накаливания).

В большинстве машин используются четырехцилиндровые двигатели внутреннего сгорания — это, как правило, машины малого и среднего классов. В частности, такие двигатели установлены на старых «Москвичах» и «Жигулях». Более мощные машины (среднего и большого классов)



нередко оснащаются и восьми-, и двенадцатицилиндровыми моторами.

Чем больше цилиндров в двигателе, тем более мощным он является, однако соответствующим образом возрастает и потребление топлива.

Как работает двигатель внутреннего сгорания

В данном разделе рассматривается принцип работы двигателя внутреннего сгорания на примере одноцилиндрового бензинового мотора.

Главная часть двигателя внутреннего сгорания — это цилиндр с внутренней зеркальной поверхностью. Сверху на цилиндре установлена головка, которая является отдельной деталью и при необходимости снимается, например чтобы получить доступ к двигателю для проведения ремонтных работ (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Двигатель со снятой головкой блока цилиндров

Внутри цилиндра находится поршень. Внешне он напоминает обычный стакан, который перевернут вверх дном



(именно дно поршня является его рабочей поверхностью). В процессе работы двигателя поршень внутри цилиндра перемещается вертикально вверх-вниз с высокой интенсивностью.

Снаружи по окружности поршня в отдельных канавках расположены поршневые кольца. Поршень прилегает к внутренней поверхности цилиндра неплотно. Поршневые кольца, во-первых, препятствуют попаданию вниз газа, образующегося при работе двигателя, во-вторых, не пропускают моторное масло в камеру сгорания, которая находится над поршнем и расположена над верхней мертвой точкой (о том, что это такое, рассказывается далее).

Поршень закреплен на шатуне с помощью специальной детали, которая называется **поршневым пальцем**. В свою очередь, шатун закреплен на коленчатом валу двигателя, а точнее — на кривошипе коленчатого вала (рис. 1.3). При сгорании рабочей смеси образующиеся газы оказывают сильное давление на поршень, который начинает двигаться вниз и через шатун передает свою энергию на коленчатый вал, что в результате вынуждает его вращаться.

На конце коленчатого вала имеется тяжелый металлический диск с зубьями, который называется **маховиком**. Основная его задача — обеспечить вращение коленчатого вала по инерции, что необходимо для подготовительных тактов рабочего цикла (о том, что такое «такты» и «рабочий цикл», будет рассказано далее).

Горючая смесь поступает в камеру сгорания через впускной клапан, а после сгорания продукты горения, которые представляют собой выхлопные газы, выходят из камеры сгорания через выпускной клапан. Оба клапана



Рис. 1.3. Поршень с шатуном



открываются в тот момент, когда их толкает соответствующий кулачок распределительного вала. Как только кулачок отходит назад (это происходит очень быстро, так как распределительный вал вращается с высокой скоростью), клапаны вновь плотно закрываются: их возвращают в исходное положение мощные пружины.



ПРИМЕЧАНИЕ

Распределительный вал двигателя приводится в действие коленчатым валом.

Свеча вкручивается непосредственно в головку блока цилиндров: для этого специально предназначено отверстие с резьбой. Свеча является источником искры, которая проскакивает между ее электродами, от нее в камере сгорания воспламеняется рабочая смесь. На каждый цилиндр двигателя приходится одна свеча (следовательно, у четырехцилиндрового двигателя имеется четыре свечи, у восьмицилиндрового — восемь и т. д.).

При движении вверх-вниз поршень поочередно достигает двух крайних положений — верхнего и нижнего: в них он максимально удален от центральной оси коленчатого вала. Верхнее крайнее положение поршня называется **верхней мертвой точкой**, а нижнее — **нижней мертвой точкой** (соответственно ВМТ и НМТ). Расстояние между ВМТ и НМТ называется **ходом поршня**.

Пространство, которое остается над поршнем при его нахождении в ВМТ, называется **камерой сгорания**. Именно здесь воспламеняется и сгорает рабочая смесь. При этом возникает своеобразный «мини-взрыв», который сопровождается резким и сильным повышением давления, под воздействием которого поршень начинает двигаться вниз. Как раз в этот момент тепловая энергия превращается в механическую. При вертикальном движении вниз поршень через шатун толкает коленчатый вал, заставляя его вращаться. Образовавшийся крутящий момент передается на ведущие колеса автомобиля, которые и приводят машину в движение.



Объем в промежутке между ВМТ и НМТ называется **рабочим объемом цилиндра**. Если суммировать объем камеры сгорания (как указывалось, так называется пространство над ВМТ) и рабочий объем цилиндра, получится полный объем цилиндра. Сумма полных объемов всех цилиндров называется **рабочим объемом двигателя**.

По такому принципу работает двигатель внутреннего сгорания современного автомобиля. Далее рассмотрено, что представляет собой рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания.

Рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания

Рабочий цикл — это строгая последовательность рабочих процессов (**тактов**), периодически повторяющихся в каждом цилиндре. Каждый такт соответствует одному проходу поршня.

Двигатели внутреннего сгорания бывают четырехтактными и двухтактными. Принципиальная разница между ними заключается в следующем: в четырехтактном двигателе один рабочий цикл происходит за четыре хода поршня, а в двухтактном — за два хода. Двухтактные двигатели используются в основном на мотоциклах, моторных лодках, скутерах и т. п. Поэтому здесь будем вести речь о четырехтактном двигателе внутреннего сгорания — именно такими моторами оснащаются легковые автомобили.

Рабочий цикл четырехтактного двигателя внутреннего сгорания включает в себя следующие такты.

1. Первый такт — впуск горючей смеси в цилиндр двигателя. Нужно сказать, что в цилиндре происходит сгорание топлива не в чистом виде, а смеси его паров с воздухом (горючая смесь). В советских автомобилях за приготовление такой смеси отвечал специальный прибор — **карбюратор**. Однако в современных автомобилях карбюраторы давно не применяются — данный процесс контролируется электроникой (прибором, который называется **инжектор**).



ПРИМЕЧАНИЕ

Для бензинового двигателя внутреннего сгорания оптимальной является горючая смесь, состоящая из 1 части бензина и 15 частей воздуха (то есть 1:15).

Горючая смесь попадает в цилиндр при открывшемся впускном клапане (напомню, что в нужный момент на него давит кулачок распределительного вала). В момент открытия впускного клапана поршень всегда расположен в ВМТ и начинает перемещаться вниз к НМТ. При этом над поршнем возникает разрежение, под воздействием которого в цилиндр поступает горючая смесь. Иными словами, при движении вниз к НМТ поршень засасывает горючую смесь в цилиндр через открывшийся впускной клапан. Как только поршень достигнет НМТ, клапан под воздействием мощной пружины возвращается на прежнее место и плотно закрывает впускное отверстие.

Когда горючая смесь попадает в цилиндр, она перемешивается с остатками имеющихся в нем выхлопных газов. Такая смесь называется рабочей, и именно она будет сгорать в камере сгорания.

На протяжении первого такта работы мотора кривошип коленчатого вала (рис. 1.4) проворачивается на пол-оборота.

- Исходное положение для начала второго такта таково: поршень находится в НМТ, впускной клапан плотно закрыт, цилиндр заполнен рабочей смесью. Во время второго такта поршень перемещается от НМТ к ВМТ, сжимая в процессе этого находящуюся в цилиндре рабочую смесь.

Опытным водителям хорошо знакомо такое понятие, как **степень сжатия**. Данный показатель информирует о том, во сколько раз сокращается объем рабочей смеси при достижении поршнем ВМТ. Отмечу, что степень сжатия — одна из наиболее значимых технических характеристик любого автомобиля.

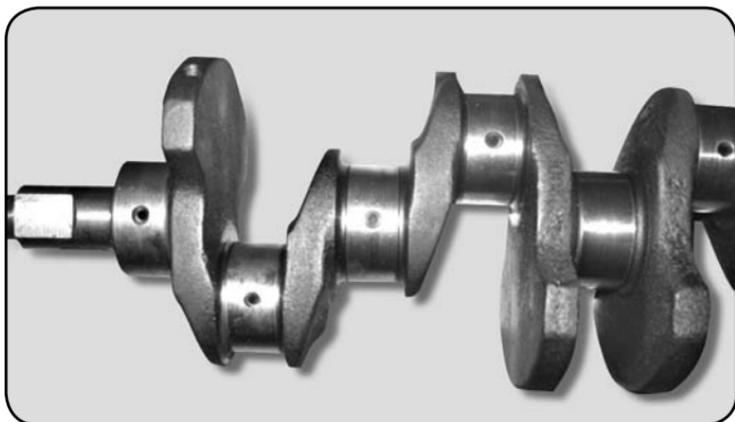


Рис. 1.4. Коленчатый вал двигателя

В процессе сжатия рабочей смеси ее температура существенно повышается. При достижении поршнем ВМТ она равняется примерно $+300 \dots 400 \text{ }^\circ\text{C}$. Что касается давления внутри цилиндра, то оно при этом составляет порядка $9\text{--}10 \text{ кг/см}^2$.

Второй такт заканчивается при достижении поршнем ВМТ. В этот момент рабочая смесь максимально сжата. За второй такт кривошип коленчатого вала проворачивается еще на пол-оборота. Следовательно, за два такта коленчатый вал делает один полный оборот.

3. Как отмечалось ранее, принцип работы двигателя внутреннего сгорания заключается в преобразовании тепловой энергии в механическую. Это происходит на третьем этапе работы двигателя, который называется **рабочим ходом**.

Когда поршень находится в ВМТ, а рабочая смесь максимально сжата, между электродами свечи зажигания возникает электрическая искра, что вызывает воспламенение рабочей смеси (это происходит в камере сгорания). В результате на поршень, находящийся в ВМТ, оказывается мощное давление. Клапаны в этот момент плотно закрыты, продуктам горения деваться некуда, и именно они давят на поршень, который под воздействием этого давления вынужден двигаться вниз к НМТ.



При этом он передает энергию своего движения через шатун на кривошип коленчатого вала, тем самым вынуждая его вращаться. Именно это вращение является движущей силой автомобиля.



ПРИМЕЧАНИЕ

Давление на поршень во время третьего такта рабочего цикла двигателя достигает 40 кг/см^2 .

Во время третьего такта коленчатый вал двигателя проворачивается еще на пол-оборота.

- Последний, четвертый такт рабочего цикла — выпуск отработанных газов. Он начинается, когда после третьего такта поршень находится в НМТ и начинает двигаться вверх. В этот момент под воздействием соответствующего кулачка распределительного вала открывается выпускной клапан и движущийся вверх поршень выдавливает выхлопные газы из цилиндра. Сразу после этого клапан плотно закрывает выпускное отверстие. Затем выхлопные газы через глушитель и выхлопную трубу выводятся наружу.

Четвертый такт завершается, когда поршень достиг ВМТ и плотно закрылся выпускной клапан.

В течение четвертого такта коленчатый вал проворачивается еще на пол-оборота. Следовательно, за четыре такта работы (на протяжении одного рабочего цикла) коленчатый вал делает два полных оборота.

После четвертого такта опять начинается первый такт и т. д.

Система питания

Система питания является одной из ключевых систем двигателя внутреннего сгорания, поэтому от ее исправности и технического состояния, а также от качества используемого топлива напрямую зависит мощность и надежность двигателя, а также возможность его быстрого запуска.



ВНИМАНИЕ

Практически любая неисправность системы питания влечет за собой повышение расхода топлива и, как следствие, снижение экономичности автомобиля.

Среди наиболее характерных признаков, свидетельствующих о наличии неполадок в системе питания, можно отметить резкий запах топлива, а также наличие подтеканий из топливной системы. О неисправностях в топливной системе также может говорить трудный запуск двигателя, его нестабильная работа в разных режимах, а также слишком высокий расход топлива.

Состав выхлопных газов может рассказать о состоянии системы питания. Например, неполадки часто приводят к образованию слишком богатой либо наоборот — слишком бедной рабочей смеси, что в конечном счете отражается на содержимом выхлопных газов.

При диагностике системы питания следует учесть, что отклонения в показателях какого-либо параметра могут быть обусловлены сразу несколькими неполадками. В частности, повышенное потребление топлива случается из-за неисправностей в кривошипно-шатунном либо газораспределительном механизме, из-за неполадок в системе зажигания, а также при наличии некоторых неисправностей подвески. Результаты диагностики в такой ситуации будут достоверными только тогда, когда точно известно техническое состояние каждого из названных узлов и агрегатов.

При диагностике системы питания работники автосервисов и СТО нередко «разводят на деньги» своих клиентов. Подобное мошенничество базируется на том, что кислородный датчик может оказывать существенное влияние на экономичность потребления топлива автомобилем. Исправность этого прибора водитель самостоятельно проверить не может, если только не является большим докой в устройстве современного автомобиля.



Когда клиент на СТО жалуется, что его автомобиль стал в последнее время слишком «прожорлив», ему сразу же предлагают пройти диагностику. Стоимость такой процедуры зависит от конкретной СТО, но в среднем она составляет порядка \$15–20. Результат проверки почти всегда один и тот же: строгим тоном, не терпящим возражений, клиенту заявляют, что в его машине неисправен датчик кислорода. В наличии таких датчиков, само собой, сейчас нет, поэтому придется заказывать новый из-за границы. На робкий вопрос клиента относительно цены нового кислородного датчика механик авторитетно заявляет: «Вообще-то это дорого, но для вас сделаем всего за \$350».

Расчет в данном случае простой: подавляющее большинство клиентов не пожелают выкладывать такую сумму за датчик кислорода и просто смирятся с возросшей «прожорливостью» своего автомобиля. Деньги, уплаченные за диагностику, разумеется, вам никто не вернет. На такой псевдодиагностике в настоящее время делается очень неплохой «навар». Стоит ли говорить о том, что на самом деле неисправность, ставшая причиной высокого потребления топлива, может заключаться совершенно в другом, и устранить ее можно быстро и недорого. Вот только заниматься этим работники российских автосервисов не хотят: куда проще «содрать» с клиента \$350, чем чинить его машину за меньшие деньги.

На вопрос клиента, что именно стало причиной выхода из строя кислородного датчика, может последовать много ответов: здесь и плохое качество российского топлива (об этом наши соотечественники знают чуть ли не с детского сада), и этилированный бензин, из-за которого датчик приходит в негодность практически сразу же, и морозные российские зимы и т. п. Практически все эти утверждения в большинстве случаев не имеют ничего общего с реальностью, иначе все автомобилисты в России ездили бы с неисправными датчиками либо меняли эти датчики едва ли не каждую неделю.

Конечно, никто не берется утверждать, что датчик кислорода не влияет на потребление топлива. Иногда он действительно является виновником его повышенного расхода,



причем в исправном состоянии. Вот наиболее простой пример: в автомобиле поврежден воздухопровод и имеет место нештатный подсос воздуха. В таком случае кислородный датчик распознает лишний воздух как слишком бедную рабочую смесь и добавляет в нее топливо, чтобы довести до кондиции.

Как же определить, имеется ли в машине нештатный подсос воздуха?

Это несложно. Возьмите обыкновенный аэрозоль, содержащий горючую смесь (они обычно используются для промывки карбюратора), заведите мотор и направьте из баллончика струю в то место, в котором, как вы подозреваете, имеется нештатное проникновение воздуха. Если ваши подозрения подтвердятся, то у двигателя самопроизвольно повысятся обороты (поскольку через место, куда обычно попадает лишний воздух, сейчас проникает струя горючей смеси из аэрозоля).

Повышенный расход топлива на современных автомобилях, оборудованных электронной системой зажигания, может быть обусловлен неправильным выставлением датчика положения дроссельной заслонки. В таком случае компьютер будет воспринимать ошибочную информацию как верную, что может повлечь за собой неправильное приготовление рабочей смеси, а также смещение угла опережения зажигания. В конечном счете это приведет к нарушению работы двигателя на холостом ходу (мотор может работать нестабильно, либо холостые обороты могут быть повышенными и др.).

Какой двигатель лучше: бензиновый или дизельный

Все легковые машины в зависимости от используемого мотора делятся на две группы: бензиновые и дизельные. И те, и другие имеют массу поклонников, но однозначно никто не скажет, что лучше: бензин или дизель.



Как известно, в качестве дизельного топлива используется солярка, которой заправляют также тракторы, иные сельскохозяйственные машины, военную технику, поезда и др.



СОВЕТ

Не секрет, что в современной России многие автомобилисты заправляются не на заправках, а по знакомству. Помните, что самое качественное дизельное топливо можно приобрести у машинистов, а также у военных. В таких сферах применения оно должно отвечать особым требованиям, в частности быть надежным при низких температурах. Не рекомендуется приобретать солярку у трактористов, а также незнакомых людей: зимой ваш автомобиль может заглохнуть в самый неподходящий момент.

Главное отличие бензинового мотора от дизельного заключается в следующем: в бензиновом двигателе топливо воспламеняется от искры, вырабатываемой свечой зажигания, а в дизельном — от свечи накаливания. Не все знают, что дизельный двигатель намного сложнее в производстве, а потому дороже — его стоимость примерно на 25–30 % выше, чем бензинового. Это обусловлено сложной технологией производства: при выполнении некоторых операций необходимо соблюдать просто космическую точность.

В эксплуатации большинство дизельных двигателей более экономичны, чем бензиновые (разница в потреблении топлива на 100 км пробега составляет от 2 до 5 л). С другой стороны, дизельные уступают бензиновым моторам в приемистости: машина на бензине более резво ведет себя на дороге (именно поэтому среди спортивных автомобилей почти нет машин с дизельными двигателями).

В морозную погоду дизельный двигатель может оказаться ненадежным: не секрет, что при низких температурах солярка густеет и машина глохнет. Однако это относится в первую очередь к старым автомобилям. В современных машинах все особенности холодного климата учтены, и дизельные моторы по надежности не отстают от бензиновых.



Главное — заливать качественное топливо и в холодное время года ездить на «зимней» солярке.

Газовое оборудование: достоинства и недостатки

В связи с тем что бензин постоянно дорожает, у автомобилистов все большей популярностью пользуются машины, оснащенные газовым оборудованием. Это неудивительно: примерно при таком же расходе топлива газ стоит намного дешевле.



ПРИМЕЧАНИЕ

Легковых автомобилей, которые работали бы исключительно на газу, в настоящее время не существует (по крайней мере, серийно они не производятся). Есть лишь автомобили, двигатели которых могут функционировать как на бензине, так и на газу.

Однако наряду с неоспоримыми достоинствами газовое оборудование имеет и свои недостатки. В частности, если вы используете оборудование не самого лучшего качества, в салоне может ощущаться запах газа, что не только неприятно, но и опасно. Правда, с хорошим современным оборудованием от надежных известных производителей такое исключено.

Немаловажным является и тот факт, что газовое оборудование (баллон с газом внушительных размеров) необходимо где-то разместить. Выход почти всегда один: газовый баллон располагается в багажнике, занимая немалую его часть. Вряд ли это устроит водителя, который часто и помногу загружает багажник (такими автомобилистами являются практически все дачники).

Поэтому в погоне за экономичностью автомобиля еще раз взвесьте все «за» и «против» и подумайте как следует, согласны ли вы терпеть недостатки газового оборудования.