

Занятие 6.

Основные параметры ДВС

Конструктивные параметры двигателей

Любой двигатель характеризуется следующими конструктивно заданными параметрами (рис. 2), практически неизменными в процессе эксплуатации автомобиля.

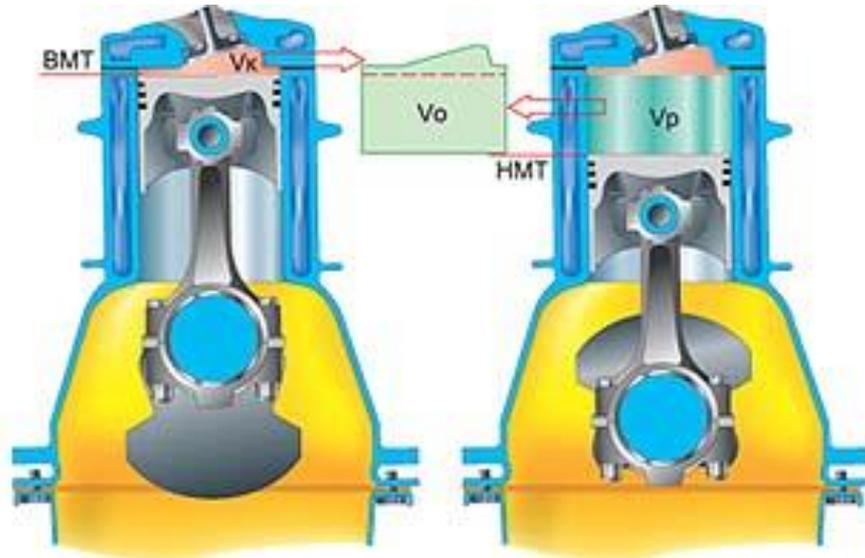


Рис. 2. Объемы поршневых двигателей:
 V_k — объем камеры сгорания;
 V_p — рабочий объем цилиндра;
 V_o — полный объем цилиндра;
BMT — верхняя мертвая точка;
HMT — нижняя мертвая точка.

Объем камеры сгорания — объем полости цилиндра и углубления в головке над поршнем, находящимся в верхней мертвой точке — крайнем положении на наибольшем удалении от коленвала.

Рабочий объем цилиндра — пространство, которое освобождает поршень при движении от верхней до нижней мертвой точки. Последняя является крайним положением поршня на наименьшем удалении от коленвала.

Полный объем цилиндра — равен сумме рабочего объема и объема камеры сгорания.

Рабочий объем двигателя (литраж) складывается из рабочих объемов всех цилиндров.

Степень сжатия — отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания. Этот параметр показывает, во сколько раз уменьшается полный объем при перемещении поршня из нижней мертвой точки в верхнюю. Для бензиновых двигателей определяет октановое число применяемого топлива.

Показатели двигателей

Показателями двигателя называют величины, характеризующие его работу. Помимо конструктивных параметров, они зависят от особенностей и настроек систем питания и зажигания, степени износа деталей и пр.



Рис. 3. Упрощенная схема сил, действующих в цилиндре: Мкр — крутящий момент, P — давление горячих газов; F — сила, создающая крутящий момент, L — плечо (радиус кривошипа).

Давление в конце такта сжатия (компрессия) является показателем технического состояния (изношенности) цилиндро-поршневой группы и клапанов.

Крутящий момент на коленчатом валу двигателя определяет силу тяги на колесах: чем он больше, тем лучше динамика разгона автомобиля.

Равен произведению силы на плечо (рис. 3) и измеряется в Н·м (Ньютон на метр), ранее в кгс·м (килограмм-сила на метр).

Крутящий момент увеличивается с ростом:

- рабочего объема. Поэтому двигатели, которым необходим значительный крутящий момент, обладают большим объемом;
- давления горящих газов в цилиндрах, которое ограничено детонацией (взрывное горение бензо-воздушной смеси, сопровождаемое характерным звонким звуком. Ошибочно называется “стуком поршневых пальцев”) или ростом нагрузок в дизелях.

Максимальный крутящий момент двигатель развивает при определенных оборотах (см. ниже), они вместе с его величиной указываются в технической документации.

Мощность двигателя — величина, показывающая, какую работу он совершает в единицу времени, измеряется в кВт (ранее в лошадиных силах). Одна лошадиная сила (л.с.) приблизительно равняется 0,74 кВт. Мощность равна произведению крутящего момента на угловую скорость коленвала (число оборотов в минуту, умноженное на определенный коэффициент).

Двигатели большей мощности производители получают увеличением:

- рабочего объема, что, в свою очередь, приводит к росту габаритов двигателя и ограничению допустимых максимальных оборотов из-за значительных сил инерции увеличившихся деталей;
- оборотов коленчатого вала, число которых ограничено инерционными силами и увеличением износа деталей. Высокооборотный двигатель одинаковой мощности (при прочих равных условиях — конструкции двигателя, технологии изготовления, применяемых материалах и т.д.) с низкооборотным обладает меньшим сроком службы, так как в среднем для одного и того же пробега его коленчатый вал будет совершать больше оборотов;
- давления в цилиндре путем повышения степени сжатия либо наддувом воздуха посредством турбо- или механических нагнетателей. Для

применения наддува степень сжатия вынужденно уменьшают для предотвращения детонации (у бензиновых двигателей) и снижения жесткости работы (повышенные нагрузки в цилиндро-поршневой группе дизеля, сопровождаемые чрезмерным шумом) (у дизелей). Наддув позволяет, например, сохранить мощность при меньшем рабочем объеме.

Номинальная мощность — гарантируемая производителем мощность при полной подаче топлива на определенных оборотах. Именно она, а не максимальная мощность, указывается в технической документации на двигатель.

Удельный расход топлива — это количество топлива, расходуемого двигателем на 1 кВт развиваемой мощности за один час. Является показателем совершенства конструкции двигателя: чем расход ниже, тем более эффективно используется энергия сгорающего в цилиндрах топлива.

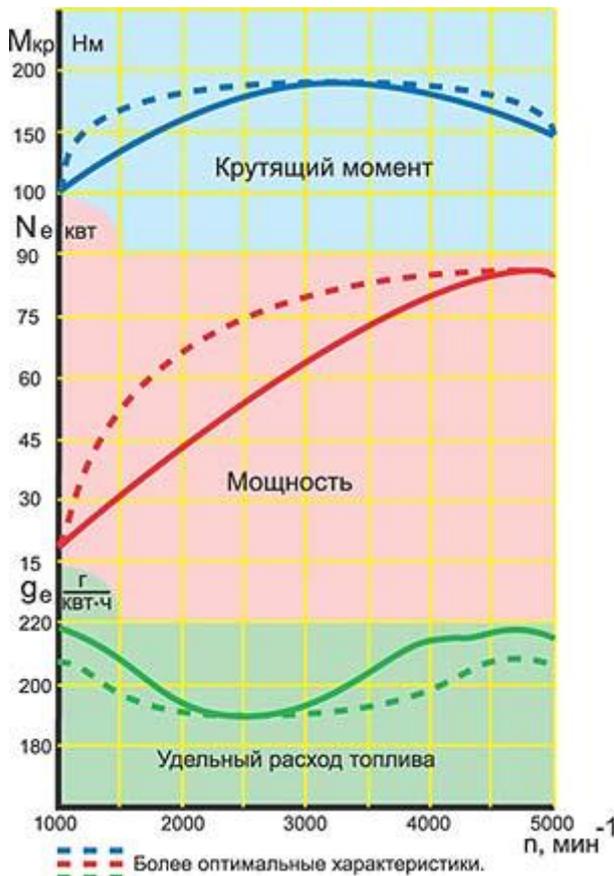


Рис. 4. Внешние скоростные характеристики двигателя.

Характеристики двигателей

При одних и тех же конструктивных параметрах у разных двигателей такие показатели, как мощность, крутящий момент и удельный расход топлива, могут отличаться. Это связано с такими особенностями, как количество клапанов на цилиндр, фазы газораспределения и т. п. Поэтому для оценки работы двигателя на разных оборотах используют характеристики — зависимость его показателей от режимов работы. Характеристики определяются опытным путем на

специальных стендах, так как теоретически они рассчитываются лишь приблизительно.

Как правило, в технической документации к автомобилю приводятся внешние скоростные характеристики двигателя (рис. 4), определяющие зависимость мощности, крутящего момента и удельного расхода топлива от числа оборотов коленвала при полной подаче топлива. Они дают представление о максимальных показателях двигателя.

Показатели двигателя (упрощенно) изменяются по следующим причинам. С увеличением числа оборотов коленвала растет крутящий момент благодаря тому, что в цилиндры поступает больше топлива. Примерно на средних оборотах он достигает своего максимума, а затем начинает снижаться. Это происходит из-за того, что с увеличением скорости вращения коленвала начинают играть существенную роль инерционные силы, силы трения, аэродинамическое сопротивление впускных трубопроводов, ухудшающее наполнение цилиндров свежим зарядом топливо-воздушной смеси, и т. п.

Быстрый рост крутящего момента двигателя указывает на хорошую динамику разгона автомобиля благодаря интенсивному увеличению силы тяги на колесах. Чем дальше величина момента находится в районе своего максимума и не снижается, тем лучше. Такой двигатель более приспособлен к изменению дорожных условий и реже придется переключать передачи.

Мощность растет вместе с крутящим моментом и даже, когда он начинает снижаться, продолжает увеличиваться благодаря повышению оборотов. После достижения максимума мощность начинает снижаться по той же причине, по которой уменьшается крутящий момент. Обороты несколько выше максимальной мощности ограничивают регулирующими устройствами, так как в этом режиме значительная часть топлива расходуется не на совершение полезной работы, а на преодоление сил инерции и трения в двигателе. Максимальная мощность определяет максимальную скорость автомобиля. В этом режиме автомобиль не

разгоняется и двигатель работает только на преодоление сил сопротивления движению — сопротивления воздуха, сопротивления качению и т. п.

Величина удельного расхода топлива также меняется в зависимости от оборотов коленвала, что видно на характеристике (см. рис. 4). Удельный расход топлива должен находиться как можно дальше вблизи минимума; это указывает на хорошую экономичность двигателя. Минимальный удельный расход, как правило, достигается чуть ниже средних оборотов, на которых в основном и эксплуатируется автомобиль при движении в городе.

Пунктирной линией на графике показаны более оптимальные характеристики двигателя.

Мёртвые точки

Перемещение поршня ограничено двумя крайними положениями, при которых его скорость равна нулю: верхней мертвой точкой (ВМТ), соответствующей наибольшему удалению поршня от вала, и нижней мертвой точки (НМТ), соответствующей наименьшему удалению его от вала. Безостановочное движение поршня через мертвые точки обеспечивается маховиком 8, имеющим форму диска с массивным ободом. Расстояние, проходимое поршнем между МТ, называется ходом поршня S , а расстояние между осями коренных и шатунных шеек – радиусом кривошипа R . Ход поршня равен двум радиусам кривошипа $S = 2R$. При работе двигателя объем V , заключенный между стенками цилиндра и поршнем, непрерывно изменяется. Объем, освобожденный поршнем при его перемещении от ВМТ до НМТ, называется рабочим объемом цилиндра V_h .

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} S.$$

Объем над поршнем в положении ВМТ называется объемом камеры сгорания V_c . Сумма рабочего объема цилиндра и объема камеры сгорания составляют полный объем цилиндра $V_a = V_h + V_c$. Соотношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания называется степенью сжатия ϵ .

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$$

Степень сжатия является важным показателем ДВС, так как сильно влияет на его экономичность и мощность.

