



**Саратовское подразделение
Приволжского учебного центра
профессиональных квалификаций**

Предмет: «Устройство тепловоза, электровоза»

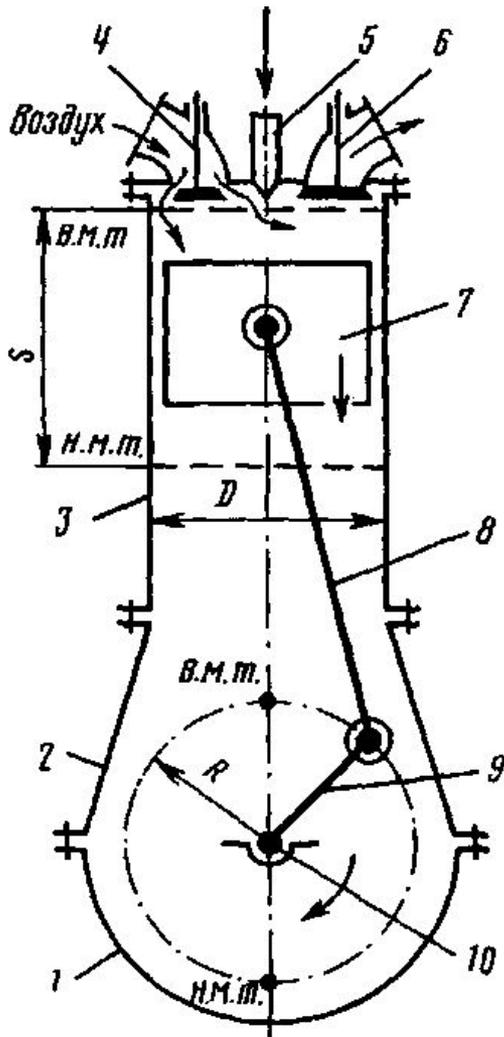
Раздел: «Дизель»

Тема урока: «Общие сведения о двигателях внутреннего сгорания»

Преподаватель: Жуков Дмитрий Александрович
08 июня 2016 года



Принцип действия дизелей (определение и устройство ДВС)



Двигатель внутреннего сгорания – двигатель, в котором топливо сгорает непосредственно в рабочей камере (внутри) двигателя. ДВС преобразует тепловую энергию от сгорания топлива в механическую работу.

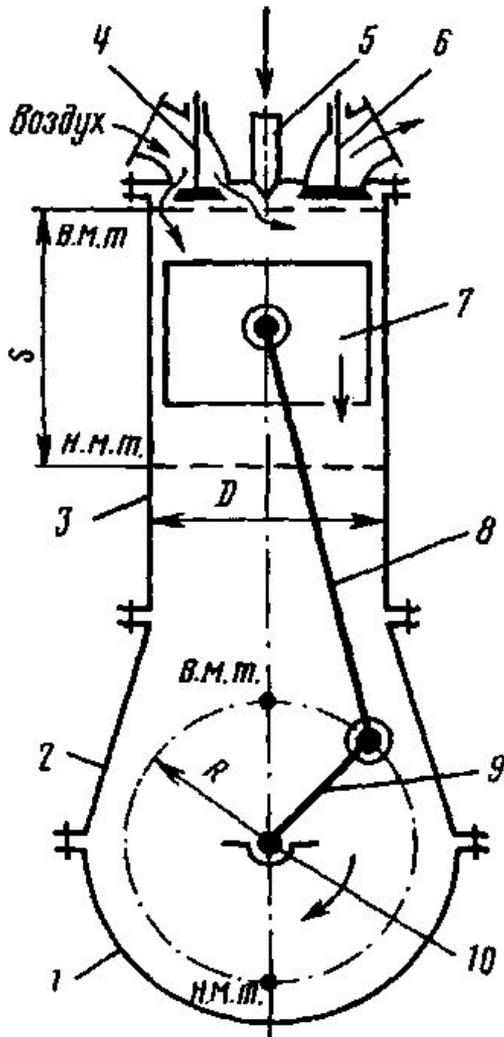
В ДВС два основных рабочих процесса, входящих в их теоретический термодинамический цикл, а именно: сгорание топлива (подвод теплоты) и преобразование тепловой энергии продуктов сгорания в механическую работу (расширение газов) осуществляются в одном месте – внутри рабочего цилиндра. Именно поэтому машины такого типа называют двигателями внутреннего сгорания — в отличие от паросиловых установок (паровозов, тепловых электростанций), в которых сгорание топлива осуществляется вне двигателей.

Совмещение двух процессов в одном месте способствует сокращению потерь энергии (теплоты) и повышению к.п.д. двигателя.

Общее устройство д.в.с. рассмотрим на примере одного цилиндра четырехтактного дизеля. Двигатель (рис.) состоит из неподвижного цилиндра 3, составляющего вместе с картером 2 и поддоном 1 единую конструкцию, называемую остовом. Сверху цилиндр ограничивается крышкой цилиндра, в днище которой расположены впускной 4 и выпускной 6 клапаны и форсунка 5 для подачи дизельного топлива.

Движущиеся детали дизеля – поршень 7, шатун 8, кривошип 9 и вал 10 — объединены с помощью шарниров (подшипников) и составляют кривошипно-шатунный механизм. При работе двигателя поршень совершает возвратно-поступательное движение вдоль оси цилиндра, которое с помощью кривошипно-шатунного механизма преобразуется во вращение вала 10.

Принцип действия дизелей



При сгорании топлива в объеме сжатого воздуха между стенками цилиндра 3, крышкой и днищем поршня 7 образуются газы – продукты сгорания. Вследствие этого давление в цилиндре резко возрастает, что приводит к перемещению поршня. Таким образом, тепловая энергия продуктов сгорания преобразуется в цилиндре в механическую работу. После расширения газы выпускаются из цилиндра через выпускной клапан 6.

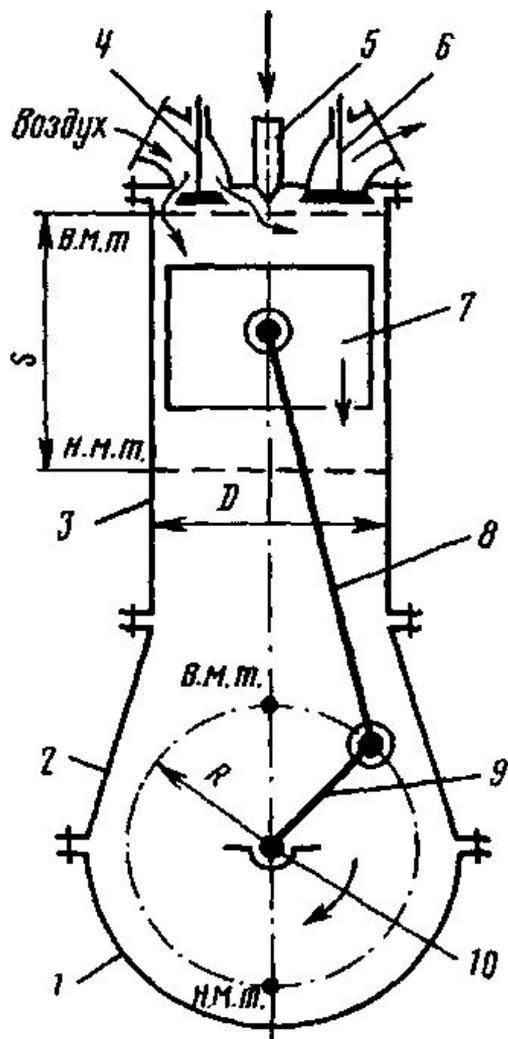
Поршень возвратно перемещается в цилиндре между двумя крайними положениями. Положение поршня при максимальном удалении от вала называется **верхней мертвой точкой** (в.м.т.). Наиболее близкое к валу положение поршня называется **нижней мертвой точкой** (н.м.т.). Величина хода поршня S определяется расстоянием между этими точками и равна длине двух радиусов кривошипа — $2R$. Каждому ходу поршня соответствует поворот кривошипа на 180° , т. е. за один оборот вала поршень делает два хода.

Объем, занимаемый газами в цилиндре при положении поршня в в.м.т., называется **объемом камеры сжатия**. Объем между в.м.т. и н.м.т. называется рабочим объемом цилиндра.

Рабочий объем цилиндра равен произведению площади поперечного сечения цилиндра на ход поршня: $V_h = nD^2S/A$ (здесь D — диаметр цилиндра).

Отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия называется **степенью сжатия**.

Принцип действия дизелей (рабочий процесс, цикл, такт)



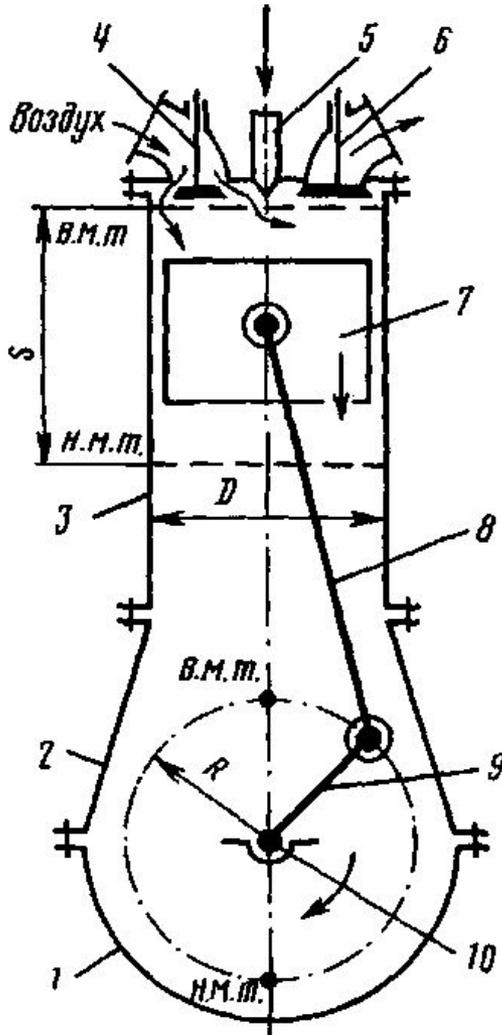
Преобразование внутренней химической энергии топлива в механическую энергию в двигателе осуществляется при помощи газообразного рабочего тела, качество и количество которого в процессе циклически изменяются.

Совокупность изменений рабочего тела в цилиндре двигателя и в смежных с цилиндром системах, служащих для ввода рабочего тела и удаления его, называется **рабочим процессом двигателя**.

Периодически повторяющаяся в цилиндре последовательность частей рабочего процесса (заполнение свежим зарядом, сжатие, горение, расширение и удаление продуктов горения) называется **рабочим циклом двигателя**.

Часть цикла, протекающая между двумя смежными положениями поршня в мертвых точках или соответствующая изменению объема цилиндра между наибольшим и наименьшим значениями, называется **такты**. В двигателе с одним поршнем в цилиндре такт происходит за один ход поршня.

Принцип действия дизелей (четырёхтактный двигатель)



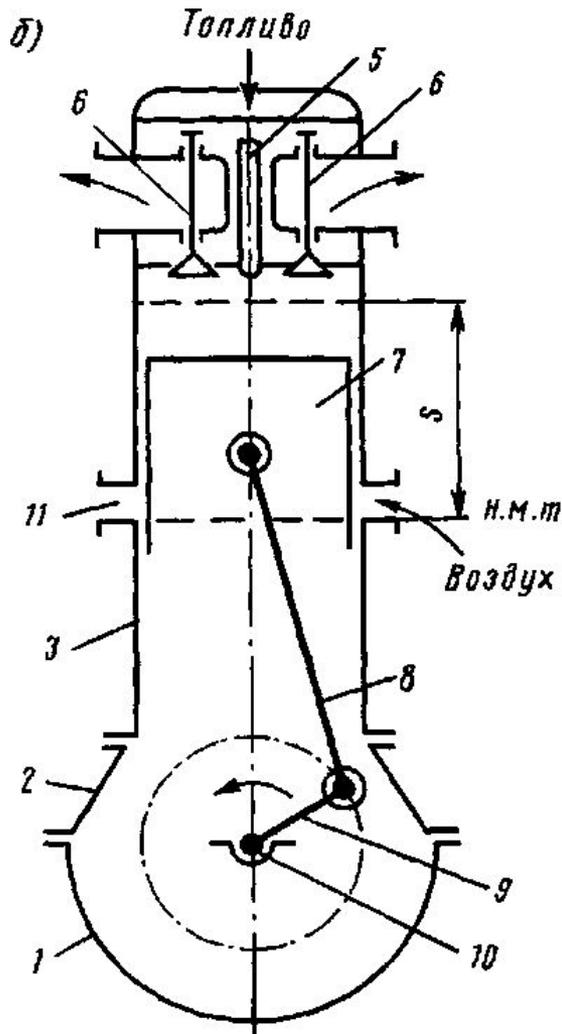
В четырёхтактном двигателе (рис.) цикл протекает за четыре хода поршня. При движении поршня 7 вниз от в.м.т. и открытом клапане 4 цилиндр заполняется воздухом (I такт – наполнение).

Далее воздух сжимается движущимся вверх поршнем при закрытых клапанах 4 и 6 (II такт – сжатие).

В конце сжатия форсункой 5 впрыскивается топливо, которое самовоспламеняется от высокой температуры воздуха. Поршень под воздействием давления расширяющихся газов движется вниз (III такт – рабочий ход).

IV такт является тактом выпуска отработавших газов. Поршень движется вверх, и через открытый клапан 6 газы выталкиваются из цилиндра. Далее начинается новый цикл и т. д.

Принцип действия дизелей (двухтактный двигатель)



Несколько иначе протекает **рабочий цикл двухтактного дизеля** (рис.). Устройство этого двигателя отличается от предыдущего тем, что в крышке цилиндра есть только выпускные клапаны 6, а в стенках цилиндра 3 – впускные окна 11, через которые в цилиндр может поступать свежий воздух. Эти окна открываются самим поршнем при его движении в цилиндре.

При движении поршня вверх из крайнего нижнего положения сначала в цилиндр под некоторым избыточным давлением от нагнетателя поступает воздух через окна 11, затем в цилиндре происходит процесс сжатия воздуха. Давление и температура воздуха в цилиндре растут (**I такт**).

В конце такта форсункой 5 впрыскивается топливо, которое самовоспламеняется вследствие высокой температуры воздуха и сгорает. Давление газов в цилиндре резко повышается. Под давлением газов поршень из верхнего положения перемещается в нижнее, совершая полезную механическую работу (**II такт – рабочий**). В конце такта сначала открываются выпускные клапаны 6. Отработавшие газы выходят из цилиндра в выпускной коллектор. Давление их в цилиндре падает. При дальнейшем продвижении вниз поршень откроет продувочные окна 11 и свежий воздух начнет поступать в цилиндр двигателя. Происходят продувка и наполнение цилиндра воздухом. Таким образом, у двухтактного двигателя рабочий цикл совершается за два хода поршня, или за один оборот вала.

Классификация ДВС

ДВС могут быть классифицированы по следующим основным признакам.

По числу тактов рабочего цикла различают двигатели четырех- и двухтактные.

По роду применяемого топлива бывают двигатели: легкого жидкого топлива (бензин), тяжелого жидкого топлива (дизельное топливо) и газовые.

По способу смесеобразования, т. е. процесса приготовления горючей смеси, различают двигатели:

с внутренним смесеобразованием, в которых рабочая смесь образуется внутри рабочего цилиндра в результате распыливания топлива форсункой – дизели;

с внешним смесеобразованием, в которых горючая смесь, состоящая из паров жидкого легкого топлива с воздухом или из газа с воздухом, образуется вне рабочего цилиндра – карбюраторные и газовые двигатели.

По способу воспламенения рабочей смеси:

с самовоспламенением топлива (дизели), в которых впрыскиваемое в камеру сгорания жидкое топливо воспламеняется вследствие высокой температуры воздуха в конце сжатия;

с принудительным зажиганием, в которых воспламенение горючей смеси происходит в результате зажигания ее от постороннего источника (электрической искры), – карбюраторные и газовые двигатели.

Классификация ДВС

По роду рабочего цикла различают двигатели:

- с подводом теплоты при постоянном объеме ($V = \text{const}$) – двигатели, имеющие сравнительно низкую степень сжатия ($\epsilon = 5-7$) и принудительное зажигание топлива (карбюраторные и газовые);

- с подводом теплоты при постоянном давлении ($p = \text{const}$) — двигатели, имеющие более высокую степень сжатия ($\epsilon = 12-14$), с воздушным распыливанием и самовоспламенением топлива — компрессорные дизели (в настоящее время такие двигатели не применяют);

- со смешанным подводом теплоты – частью при постоянном объеме, а потом при постоянном давлении – двигатели с высокой степенью сжатия ($\epsilon = 12-18$) – бескомпрессорные дизели. К этому типу дизелей относятся современные тепловозные д.в.с.

Таким образом, тепловозные д.в.с. – это бескомпрессорные дизели с самовоспламенением топлива и внутренним смесеобразованием, работающие на дизельном топливе по смешанному циклу.

Классификация ДВС

По расположению рабочих цилиндров различают двигатели:

- вертикальные, горизонтальные;
- одно- и двухрядные;
- с параллельно расположенными цилиндрами и V-образные;
- двигатели с расходящимися поршнями (с двумя и более коленчатыми валами).

По способу охлаждения цилиндров бывают двигатели с водяным и воздушным охлаждением.

Дизельные двигатели, кроме того, классифицируются **по способу наполнения рабочего цилиндра**. Используют двигатели без наддува, у которых всасывание воздуха осуществляется непосредственно поршнем (четырехтактные) или заполнение цилиндра происходит продувочным воздухом с давлением, необходимым лишь для осуществления процесса смены заряда (двухтактные), и двигатели с наддувом, у которых воздух подается в цилиндр под давлением специального нагнетателя.

Классификация ДВС

Современные тепловозные двигатели представляют собой многоцилиндровые, двух- или четырехтактные дизели средней быстроходности, с водяным охлаждением и, как правило, с наддувом воздуха. Иногда применяются и быстроходные четырехтактные дизели.

Согласно стандарту **каждый двигатель характеризуется условным обозначением**, включающим в себя (в последовательном порядке):

- число цилиндров;
- буквы, характеризующие тип двигателя (Ч — четырехтактный, Д — двухтактный, Н — с наддувом);
- численные значения диаметра цилиндра и хода поршня (в сантиметрах в виде дроби).

Заводы-изготовители, кроме того, обычно присваивают свои условные заводские обозначения (ПД1М, 10Д100, М756, К6S310DR и т.д.).

Дизель 10Д100 обозначается 10ДН20,7/2Х25,4, дизель 6Д70 – 6ЧН24/27, дизель 5Д49 – 16ЧН26/26.

Условия возникновения процесса горения

Источником энергии, используемой в тепловых двигателях для получения механической работы, служит топливо – жидкое, газообразное, твердое. Химическими элементами топлива являются углерод, водород, кислород, азот, сера и др. Из этих элементов только углерод, водород и частично сера при горении выделяют тепло и составляют так называемую горючую часть топлива. К негорючей части относятся остальные элементы, являющиеся как бы балластом топлива.

Горением называется процесс химического соединения (окисления) элементов горючей части топлива с кислородом воздуха, сопровождающийся выделением тепла и света. Сгорание считается полным, если весь углерод, содержащийся в топливе, превращается в углекислый газ, а водород - в пары воды. Если в продуктах окисления имеются окись углерода или другие горючие вещества, то это свидетельствует о неполном сгорании. Для того чтобы очаг горения возник и поддерживался, необходимо воспламенить топливо и обеспечить непрерывный подвод к месту его образования окислителя (кислорода воздуха) и топлива. Воздух представляет собой смесь отдельных газов. По объему в нем содержится более 1/5 кислорода (20,95%) и около 4/5 (78,08%) азота. Небольшой процент (0,97%) составляют другие газы. Азот — инертный газ, и при обычных условиях он не окисляется. Поэтому, когда говорят о подводе к очагу горения необходимого окислителя, подразумевают собственно подвод кислорода воздуха.

Условия возникновения процесса горения

Для полного сгорания 1 кг жидкого дизельного топлива требуется около 14 кг воздуха. Например, на максимальной 1470 кВт (2000 л.с.) мощности дизеля 2Д100 во всех его цилиндрах сжигается в час 350 кг дизельного (жидкого) топлива и за это время нужно подать в цилиндры около 4900 кг воздуха. Однако не весь кислород воздуха практически может принять участие в горении топлива. Следовательно, если к очагу горения подводить только теоретически необходимое количество воздуха, то сгорание будет неполным, а значит, и тепловой энергии при этом выделится меньше и часть топлива будет потеряна, выброшена на «ветер». Поэтому практически в цилиндры подводят значительно большее количество воздуха, чем требуется по теоретическим подсчетам. Это объясняется тем, что процесс перемешивания частиц жидкого топлива с воздухом происходит недостаточно совершенно. В то же время чрезмерно увеличивать количество подводимого воздуха невыгодно, так как для подвода воздуха необходимо затрачивать дополнительную энергию, которая не всегда окупается улучшением качества сгорания.

Отношение действительно подводимого количества воздуха к теоретически необходимому количеству принято называть **коэффициентом избытка воздуха**. Практика показывает, что для полного сгорания дизельного топлива в тепловозных дизелях применяемых конструкций необходимо примерно в 1,8—2 раза больше воздуха, чем это теоретически необходимо, или, как говорят, иметь коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,8-2,0$. Это означает, что для полного сжигания 350 кг топлива в дизеле 2Д100 нужно в течение одного часа подать во все его цилиндры не 4900 кг воздуха, как было указано в нашем примере, а 8800- 9800 кг. И не просто подать, а еще и тщательно перемешать топливо с воздухом. Тогда оно полностью сгорит.

Спасибо за внимание!

