



**Саратовское подразделение  
Приволжского учебного центра  
профессиональных квалификаций**

**Предмет: «Устройство тепловоза, электровоза»**

**Раздел: «Дизель»**

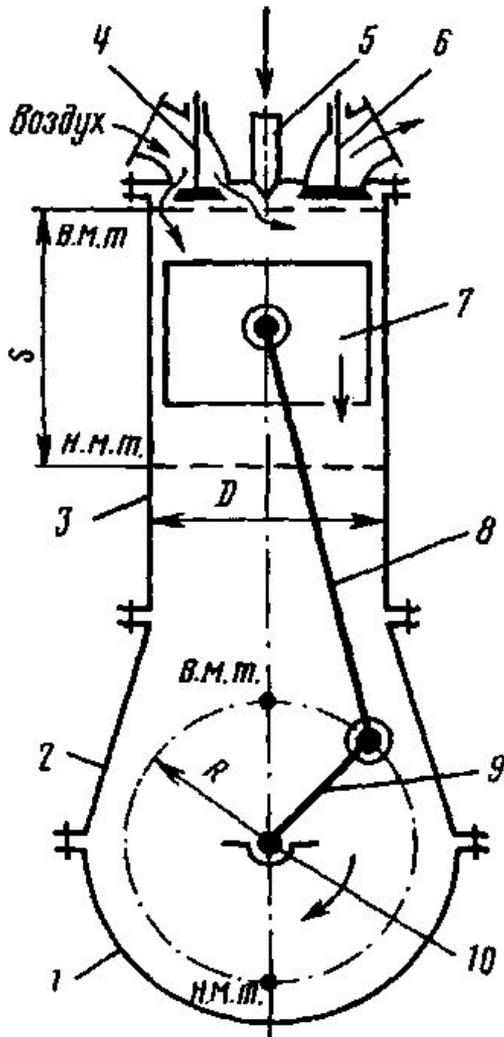
**Тема урока: «Общие сведения о двигателях внутреннего сгорания»**

Преподаватель: Жуков Дмитрий Александрович  
08 июня 2016 года





## Принцип действия дизелей



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.

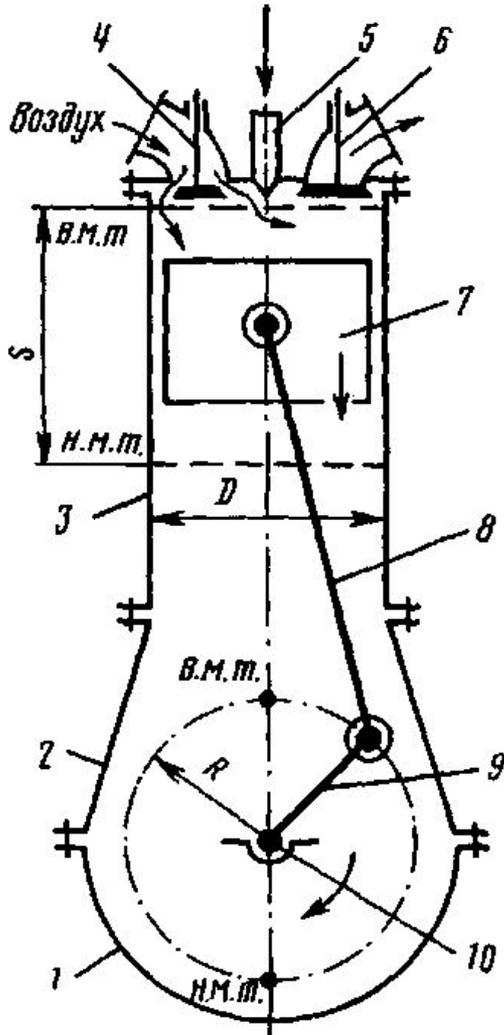
Поршень возвратно перемещается в цилиндре между двумя крайними положениями. Положение поршня при максимальном удалении от вала называется **верхней мертвой точкой** (в.м.т.). Наиболее близкое к валу положение поршня называется **нижней мертвой точкой** (н.м.т.). Величина хода поршня S определяется расстоянием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



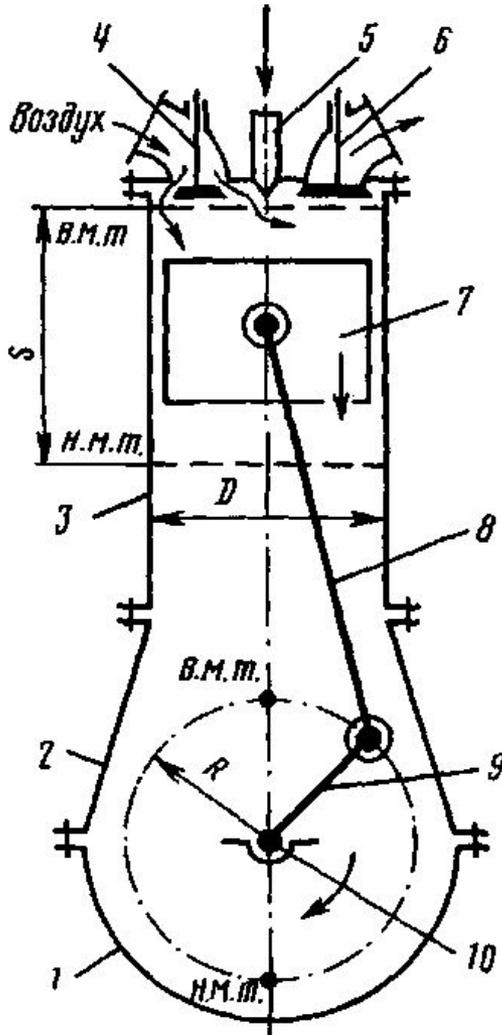
Преобразование внутренней химической энергии топлива в механическую энергию в двигателе осуществляется при помощи газообразного рабочего тела, качество и количество которого в процессе циклически изменяются.

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)



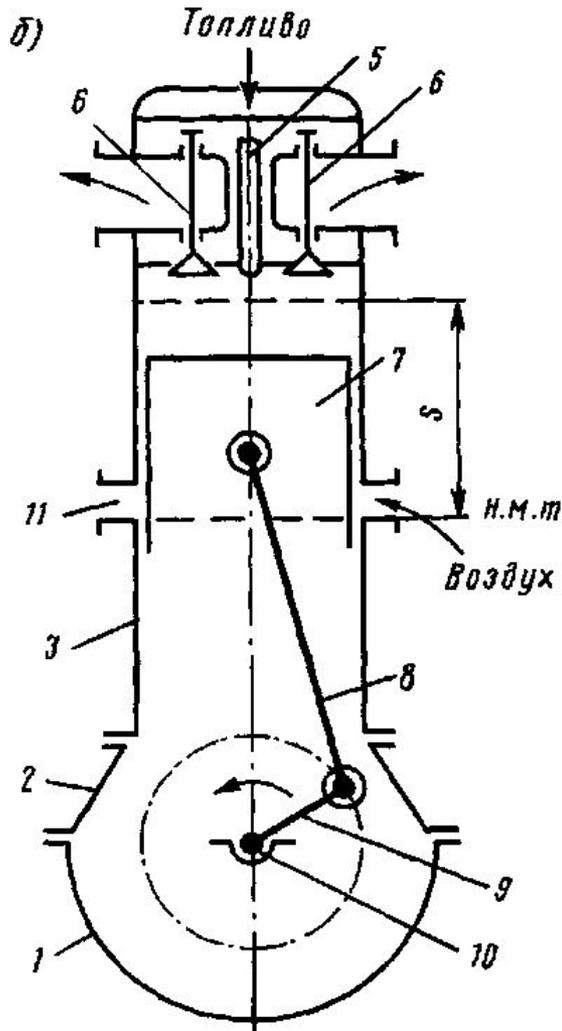
В четырёхтактном двигателе (рис.) цикл протекает за четыре хода поршня. При движении поршня 7 вниз от в.м.т. и открытом клапане 4 цилиндр заполняется воздухом (I такт – наполнение).

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 (четырёхтактные) 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!

