

## ЛЕКЦИЯ 2

**КОНСТРУКЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

1. Классификация двигателей. Основные понятия и определения, связанные с конструкцией и работой ДВС.
2. Рабочий процесс четырехтактного карбюраторного двигателя.
3. Рабочий процесс четырехтактного дизельного двигателя. Преимущества и недостатки дизельных двигателей, по сравнению с карбюраторными.
4. Назначение, общее устройство и работа основных механизмов и систем ДВС.

## 1.

На отечественных тракторах и автомобилях устанавливаются поршневые двигатели внутреннего сгорания.

Рассмотрим общее устройство ДВС. Он состоит из:

- 1 - поддона (картера),
- 2 - цилиндра,
- 3 - головки цилиндров,
- 4 и 5 - впускного и выпускного клапанов,
- 6 - поршня,
- 7 - шатуна,
- 8 - коленчатого вала

ДВС классифицируют по следующим признакам:

1. По способу воспламенения горючей смеси бывают: двигатели с воспламенением от сжатия (дизели) и двигатели с принудительным воспламенением горючей смеси от электрической искры (карбюраторные и газовые).
2. По способу смесеобразования различают: двигатели с внешним смесеобразованием (карбюраторные и газовые) и с внутренним смесеобразованием (дизели).

3. По способу осуществления рабочего процесса двигатели делятся: на четырехтактные и двухтактные, то есть рабочий процесс происходит за 4 и 2 хода, соответственно.

4. По виду применяемого топлива различают: двигатели жидкого топлива (на бензине и дизельного топлива) и двигатели жидкого топлива (на сжатом и сжиженном газе).

5. По числу цилиндров двигатели бывают: одноцилиндровые и многоцилиндровые (2, 4, 6 и т.д.).

6. По расположению цилиндров ДВС подразделяют на: однорядные (линейные) и двухрядные (V-образные).

Верхняя мертвая точка (ВМТ) – это положение поршня в цилиндре, при котором расстояние его от оси коленчатого вала двигателя наибольшее.

Нижняя мертвая точка (НМТ) – положение поршня в цилиндре, при котором расстояние его от оси коленчатого вала двигателя наименьшее.

Ход поршня ( $S$ ) – это расстояние по оси цилиндра между мертвыми точками.

Рабочий объем цилиндра – это объем  $V_h$  цилиндра, освобождаемый поршнем при перемещении от ВМТ к НМТ:

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot S, \text{ м}^3$$

Объем камеры сжатия – это объем  $V_c$  над поршнем, когда он находится в ВМТ.

Полный объем цилиндра ( $V_h$ ) – это сумма объема камеры сжатия  $V_c$  и рабочего объема цилиндра  $V_h$ , то есть пространство над поршнем, когда он находится в НМТ.

Степень сжатия – это отношение полного объема цилиндра  $V_h$  к объему камеры сжатия  $V_c$ :

$$\varepsilon = V_h / V_c$$

Таким образом, степень сжатия – это отвлеченное число, показывающее, во сколько раз полный объем цилиндра больше объема камеры сжатия.

Во время работы ДВС в его цилиндре происходят периодически повторяющиеся ряд изменений состояния рабочего тела (газа).

Рабочий цикл двигателя – комплекс последовательных процессов (впуск, сжатие, сгорание, расширение и впуск), периодически повторяющийся в каждом цилиндре и обуславливающей работу двигателя.

ТАКТ – часть рабочего цикла, происходящая за время движения поршня от одной мертвой точки до другой.

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за четыре такта (хода) поршня называется четырехтактным, за два хода поршня (за 1 оборот коленчатого вала) – двухтактным.

## 2.

Рассмотрим подробно каждый такт цикла

**ТАКТ ВПУСКА.** При вращении коленчатого вала поршень движется от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней мертвой точке (НМТ), создавая разрежение в полости цилиндра над поршнем. При этом впускной клапан открыт, а цилиндр через впускную трубу и карбюратор сообщается с окружающей средой. За счет разности давлений между окружающей средой и полостью цилиндра воздух устремляется в цилиндр. Проходя через карбюратор, воздух распыляет топливо и, смешиваясь с ним, образует горючую смесь, которая поступает в цилиндр. Заполнение цилиндра горючей смесью продолжается пока поршень не минует НМТ и впускной клапан не закроется.

В начале такта впуска над поршнем находятся отработавшие газы, оставшиеся от предыдущего цикла. Горючая смесь, заполняя цилиндр, перемешивается с остаточными газами и образует смесь, которую называют **РАБОЧЕЙ СМЕСЬЮ**. Давление в конце такта впуска  $0,07 \dots 0,09$  мПа, а температура рабочей смеси  $330 \dots 390$  К.

**ТАКТ СЖАТИЯ.** При дальнейшем сращении коленчатого вала поршень движется от НМТ к ВМТ. В это время впускной и выпускной клапаны закрыты,

поэтому поршень сжимает рабочую смесь, а составные ее части хорошо перемешиваются и нагреваются. В конце такта между электродами свечи зажигания происходит электрический разряд, рабочая смесь воспламеняется. При сгорании рабочей смеси (топлива) происходит выделение теплоты, которое вызывает повышение давления до  $3 \dots 4,5$  мПа и температуры газов до  $2700$  К.

**ТАКТ РАСШИРЕНИЯ.** При этом впускной и выпускной клапаны остаются закрытыми. Под давлением газа поршень перемещается от ВМТ к НМТ и при помощи шатуна преобразует это движение во вращательное движение коленчатого вала, то есть совершается полезная работа. Давление при этом составляет  $0,3 \dots 0,4$  мПа, а температура –  $1200 \dots 1600$  К.

**ТАКТ ВЫПУСКА.** Когда поршень проходит к НМТ, открывается выпускной клапан и отработавшие газы, имеющие избыточное давление, начинают выходить из цилиндра в атмосферу через выпускную трубу. Далее поршень движется от НМТ к ВМТ и выталкивает из цилиндра отработавшие газы.

$P=0,11 \dots 0,12$  мПа,  $T=700 \dots 1100$  К.

Далее рабочий цикл повторяется.

### 3.

Рабочий цикл протекает следующим образом.

**ТАКТ ВПУСКА.** Поршень движется от ВМТ к НМТ, впускной клапан открыт и в цилиндр поступает воздух. Давление в конце такта впуска  $0,08 \dots 0,09$  мПа, а температура воздуха  $320 \dots 340$  К.

**ТАКТ СЖАТИЯ.** Оба клапана закрыты. Поршень двигается от НМТ к ВМТ и сжимает воздух. За счет большой степени сжатия (порядка  $14 \dots 20$ ) давление воздуха в конце этого такта достигает  $3,5 \dots 4$  мПа, а температура ( $750 \dots 950$  К) становится выше температуры самовоспламенения топлива. В конце такта сжатия при положении поршня, близком к ВМТ в цилиндр, через форсунку, начинается впрыск жидкого топлива. Конструкция форсунки обеспечивает тонкое распыление в сжатом воздухе. Топливо, впрыснутое в цилиндр, смешивается с нагретым воздухом и остаточными газами, образуется

рабочая смесь. Большая часть топлива воспламеняется и сгорает.  $P=5,5 \dots 9$  мПа, а  $T=1900 \dots 2400$  К.

**ТАКТ РАСШИРЕНИЯ.** Оба клапаны закрыты, а поршень движется от ВМТ к НМТ. В начале этого такта сгорает оставшая часть топлива. К концу такта расширения  $P=0,2 \dots 0,3$  мПа, а  $T=900 \dots 1200$ К.

**ТАКТ ВЫПУСКА.** Выпускной клапан открывается и поршень движется от НМТ к ВМТ. Через открытый выпускной клапан поршень выталкивает отработавшие газы в атмосферу.  $P=0,11 \dots 0,12$  мПа, а  $T=650 \dots 900$  К.

Следует отметить, что у карбюраторных и дизельных двигателей рабочий процесс – это такт расширения, остальные (впуска, сжатия и выпуска) же такты являются подготовительными и выполняются за счет механической энергии, накопленной маховиком во время такта расширения.

Преимущества дизеля по сравнению с карбюраторным двигателем:

1. За счет более высокой степени сжатия расход топлива уменьшается в среднем на 20...25%.
2. Двигатель работает на более дешевом и пожароопасном топливе.

Недостатки:

1. Более высокое давление газов в цилиндре требует увеличения прочности деталей, что ведет к увеличению размеров и массы двигателя.
  2. Процесс пуска дизеля более сложен, особенно в зимнее время.
- 4.

Поршневой ДВС представляет собой совокупность механизмов и систем, выполняющих определенные функции. К ним относятся: кривошипно-шатунный механизм, механизм газораспределения, система питания, регулятор скорости, система зажигания, система охлаждения, система смазки и система пуска.

**КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ** служит для преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала (маховика). Он состоит из цилиндра, поршня с кольцами, поршневого пальца, шатуна, коленчатого вала и маховика. Сверху

цилиндр закрыт головкой, снизу поддоном. В блок-картеры могут устанавливаться гильзы (мокрые и сухие).

Поршневые кольца по назначению разделяют на компрессионные и масляные.

**МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ** предназначен для впуска в цилиндр горючей смеси или воздуха и выпуска из него отработавших газов.

Он состоит из распределительного вала, шестерен для привода распределительного вала, толкателей, клапанов и пружин.

Различают два типа клапанных механизмов газораспределения: 1) С подвесными клапанами, расположенными в головке цилиндров и 2) С боковыми клапанами, размещенными в блок-картере.

**СИСТЕМА ПИТАНИЯ** служит для приготовления горючей смеси и подвода ее к цилиндрам (карбюраторные и газовые двигатели) или для подачи топлива в цилиндры и наполнения их воздухом (дизели).

Система питания карбюраторного двигателя состоит из топливного бака, фильтра грубой очистки, фильтра тонкой очистки, подкачивающего насоса, воздухоочистителя, карбюратора, впускного и выпускного трубопровода и глушителя.

Система питания дизеля состоит из: топливного бака, трубопровода, фильтра грубой очистки, топливоподкачивающего насоса, фильтра тонкой очистки, воздушного фильтра, форсунок, впускного, выпускного и сливного трубопроводов.

**РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ** – это устройство, автоматически поддерживающее заданный скоростной режим (частоту вращения коленчатого вала) двигателя при изменении нагрузки. Наибольшее распространение получили пневматические, центробежные и пневмоцентробежные регуляторы.

**СИСТЕМА СМАЗКИ** служит для подачи смазки к трущимся деталям с целью уменьшения трения и улучшения отвода тепла.

Различают следующие виды смазки: 1) Жидкостную, 2) Полужидкостную и 3) Граничную.

Жидкостная смазка – это смазка, при которой полное разделение трущихся поверхностей осуществляется жидкостным смазочным материалом.

Полужидкостная – это смазка, при которой частично осуществляется жидкостная смазка.

Граничная смазка – характеризуется тем, что трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемных.

В зависимости от способа подвода масла к трущимся поверхностям деталей системы смазки разделяют на три типа: 1) Разбрызгиванием. 2) Под давлением и 3) Комбинированная.

Основные узлы системы смазки дизелей: поддон, шестеренный насос, центрифуга, система каналов, радиатор, редукционный и предохранительный клапаны.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ осуществляет отвод тепла от нагретых деталей двигателя в атмосферу.

Существует два способа охлаждения: 1) Жидкостное и 2) Воздушное. В первом случае теплота от стенок цилиндров передается жидкости, которая сообает ее воздуху, а во втором – непосредственно в окружающую среду.

В зависимости от циркуляции охлаждающей жидкости различают две системы жидкостного охлаждения: 1) Термосифонную и 2) Принудительную.

Основными узлами принудительной системы охлаждения являются: радиатор, трубопроводы, термостат, термометр, центробежный насос, рубашка головки цилиндров и блок-картера. В качестве охлаждающей жидкости применяют воду, тосол и антифриз.

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ предназначена для воспламенения горючей смеси от электрической искры. У дизеля система зажигания отсутствует.

Для полного сгорания рабочей смеси необходимо несколько тысячных долей секунды. Поэтому смесь надо воспламенять до прихода в ВМТ, то есть с некоторым опережением. Угол на который кривошип коленчатого вала не до-

ходит до ВМТ в момент начала искрового разряда, называют УГЛОМ ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ. Он должен колебаться в пределах  $0...30^{\circ}$ . С возрастанием нагрузок угол опережения зажигания нужно уменьшать, а при снижении нагрузки – увеличивать.

Система зажигания необходима для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения и своевременного распределения его между свечами цилиндров двигателя. Это осуществляется либо с помощью системы батарейного зажигания, либо с магнето (пусковые двигатели).

Система батарейного зажигания состоит из: аккумуляторной батареи, генератора, катушки зажигания, прерывателя, включателя зажигания, распределителя тока высокого напряжения, искровых свечей зажигания и соединительных проводов низкого и высокого напряжения. Такое зажигание имеет однопроводниковую систему соединения источников тока с потребителем, второй провод – это масса.

СИСТЕМА ПУСКА служит для пуска двигателя. Для этого необходимо довести вращение коленчатого вала до некоторой частоты, обеспечивающей смесеобразование, заполнение цилиндров свежим зарядом, сжатие и воспламенение смеси. Эта частота вращения для карбюраторных двигателей должна быть  $40...50$  об/мин., а для дизелей –  $150...250$  об/мин. при  $t=0^{\circ}$ .

Различают следующие системы пуска: 1) От руки, 2) Вспомогательным бензиновым двигателем (дизеля) и 3) Электрическим стартером.