



# Силовые агрегаты

## Лекция 5

## Процесс сжатия

В процессе сжатия повышаются температура и давление рабочего заряда.

Сжатие создает благоприятные условия для протекания процесса сгорания вследствие повышения к моменту воспламенения смеси ее температуры и давления и сосредоточения смеси в небольшом компактном объеме.

В двигателях с искровым зажиганием, работающих на жидком топливе, при сжатии продолжаются испарение топлива и перемешивание его паров с воздухом. Пределы значений температуры и давления конца сжатия лимитируются условиями возникновения детонации и преждевременного самовоспламенения смеси.

В дизелях процесс смесеобразования происходит в камере сгорания при положении поршня вблизи в. м. т. и большей частью одновременно с горением топлива. Требования к процессу сжатия в данном случае обусловлены необходимостью получения к моменту впрыска топлива достаточно высокой температуры, обеспечивающей воспламенение части испарившегося топлива без постороннего источника зажигания. Это условие должно выполняться при всех возможных эксплуатационных режимах.

В начальный период процесса сжатия температура рабочего заряда ниже температуры поверхностей, ограничивающих внутрицилиндровый объем, поэтому температура заряда повышается как в результате сжатия, так и вследствие подвода теплоты от стенок. В некоторый момент средние температуры заряда и стенок становятся одинаковыми и при дальнейшем движении поршня вплоть до конца процесса сжатия теплота отводится от заряда в стенки.

Рассмотренные условия протекания процесса сжатия характерны для поршневых двигателей всех типов.

### **Определение параметров в конце сжатия**

Аналитически определить параметры в конце сжатия с учетом переменного показателя политропы затруднительно. Принято температуру и давление в конце сжатия подсчитывать по среднему, постоянному для всего процесса, значению показателя политропы сжатия  $n_1$ .

Принимая, что начало сжатия совпадает с НМТ, получаем:

$$\blacksquare \blacksquare \quad P_c = P_a \varepsilon^{n_1}$$

$$T_c = T_a \varepsilon^{n_1 - 1}$$

# Влияние различных факторов на процесс сжатия

Условия теплообмена в процессе сжатия определяются:

- 1) разностью между температурами смеси и теплопередающими поверхностями;
- 2) относительной площадью теплопередающей поверхности, т.е. отношением площади теплопередающей поверхности  $F_{пов}$  к рабочему объему цилиндра  $V_h$ ;
- 3) количеством свежего заряда, находящейся в цилиндре в процессе сжатия;
- 4) временем, в течение которого происходит теплообмен;
- 5) коэффициентом теплоотдачи от газов к поверхностям, зависящим от скорости движения смеси;
- 6) количеством бензина, испаряющегося в процессе сжатия (в бензиновых двигателях).

Конечные параметры конца сжатия зависят также от начальных значений  $p_a$  и  $T_a$  и от утечек смеси через неплотности в поршневых кольцах.

При низкой температуре теплопередающих поверхностей (например, при пуске двигателя после длительной стоянки в холодном помещении или на улице в зимнее время) теплота от заряда отводится в охлаждающую среду особенно интенсивно. При пуске холодного двигателя, когда частота вращения коленчатого вала мала и кольца недостаточно плотно прилегают к зеркалу цилиндра, а время, в течение которого происходит сжатие, сравнительно велико, возникают заметные утечки заряда через неплотности в кольцах. В этом случае средний показатель политропы  $n_1$  будет низкий, что приводит к понижению  $p_c$  и  $T_c$ .

На показатель  $\eta_1$  влияет система охлаждения. При воздушном охлаждении температура теплопередающей поверхности гильзы и головки блока цилиндров во время работы двигателя выше, вследствие чего теплоты от заряда отводится меньше и  $\eta_1$  имеет более высокие значения.

В случае жидкостного охлаждения интенсивность теплообмена в основном зависит от температуры охлаждающей жидкости. При низкой температуре охлаждающей жидкости и соответственно теплопередающих поверхностей теплота от заряда отводится интенсивнее и  $\eta_1$  будет ниже.



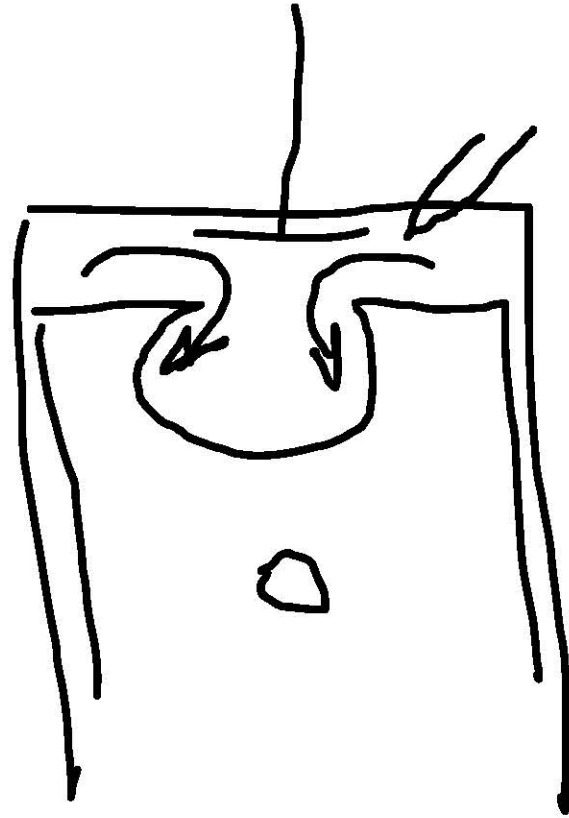
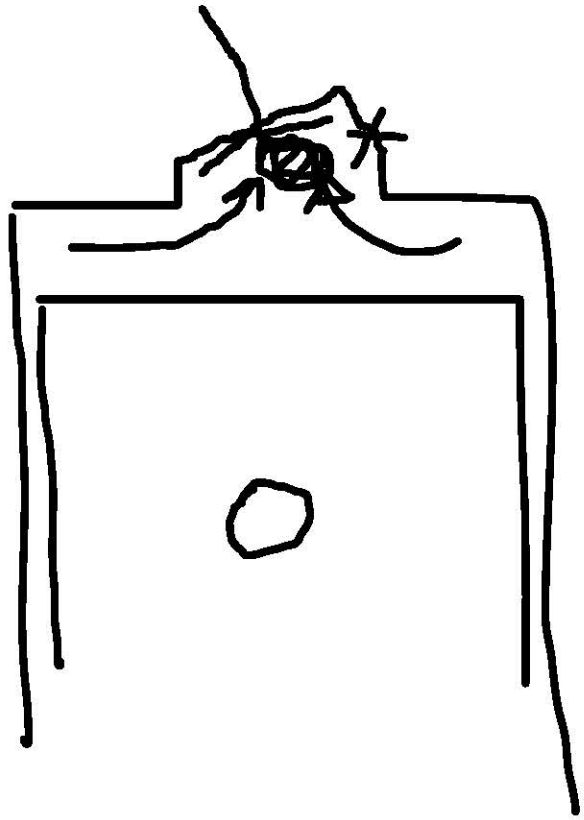
В результате суммарного влияния всевозможных факторов на процесс теплообмена показатель политропы мало зависит от  $\varepsilon$ .

На показатель политропы и параметры конца сжатия в значительной степени влияет изменение скоростного режима двигателя. При увеличении частоты вращения сокращается время теплообмена смеси с теплопередающими поверхностями. В результате этого с ростом частоты вращения показатель политропы сжатия в большинстве случаев повышается.

## Движение смеси в процессе сжатия

- Для эффективного протекания процесса сгорания необходимо, чтобы к концу сжатия в камере сгорания имелось организованное движение смеси. Скорость и направление движения смеси зависят от системы впуска, частоты вращения коленчатого вала и типа камеры сгорания.
- Во всех камерах сгорания движение смеси, организованное при впуске, в той или иной мере сохраняется и при сжатии. Однако этого иногда недостаточно для эффективного развития процесса сгорания.
- Дополнительным источником интенсификации движения смеси в неразделенных и полуразделенных камерах является вытеснитель. Вблизи ВМТ, когда зазор между вытеснителем и плоскостью головки становится небольшим, смесь из объема над вытеснителем втекает в камеру сгорания с большой скоростью. Скорость движения заряда достигает максимума примерно за  $10^0$  до ВМТ. При положении поршня в ВМТ скорость имеет конечное значение. <sup>10</sup>

- В дизеле с полуразделенной камерой сгорания при организованном движении смеси в процессе впуска направление ее движения при сжатии не изменяется. Скорость движения повышается при приближении поршня к ВМТ в результате вытеснения смеси из объема над вытеснителем.
- В двигателях с разделенными камерами сгорания скорость втекания заряда во вспомогательную камеру существенно выше, чем в однополостных или полуразделенных камерах сгорания.





## Параметры процесса сжатия автотракторных двигателей

Параметры	Бензиновые и газовые двигатели	Быстроходные дизели без наддува
Степень сжатия $\varepsilon$	8...12	15...24
Средний показатель политропы сжатия $n_1$	1,3...1,37	1,32...1,4
Давление конца сжатия $p_c$ , МПа	0,9...1,5	3,5...5,5
Температура конца сжатия $T_c$ , К	550...750	700...900