



Силовые агрегаты

Лекция 11

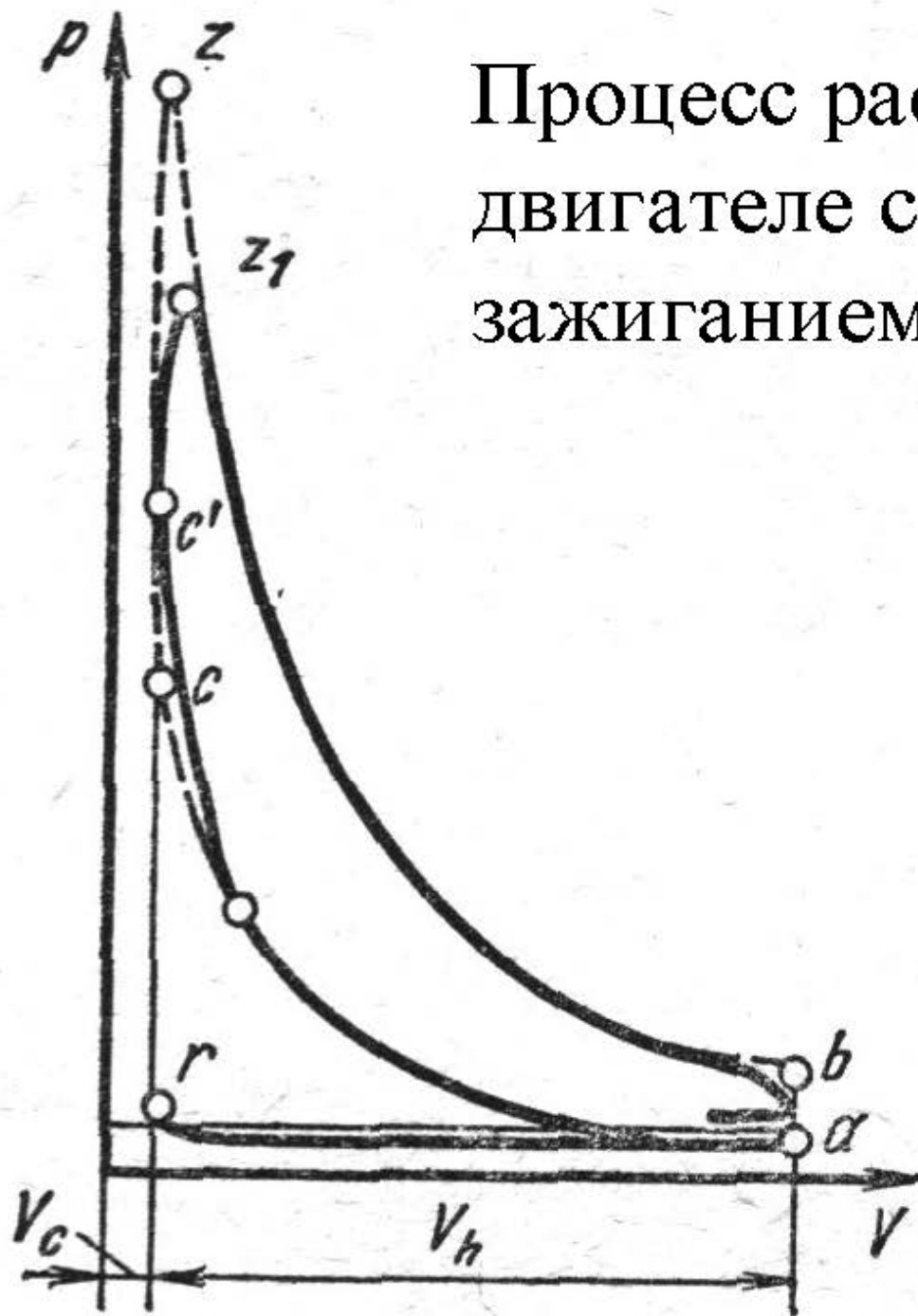


Процесс расширения

- ✓ В процессе расширения производится механическая работа за счет тепловой энергии, выделяющейся при сгорании топлива.
- ✓ В действительном цикле рабочий ход начинается при сгорании (точка s' , рис. 1) и заканчивается, когда начинается процесс выпуска отработавших газов.



Процесс расширения в двигателе с искровым зажиганием



- ✓ При расчете цикла за начало процесса расширения принимают точку z при максимальных расчетных значениях p_z и T_z (в двигателе с искровым зажиганием $V_z = V_c$, в дизеле $V_z = \rho V'_z$).
- ✓ Считают, что процесс в четырехтактном цикле оканчивается в НМТ (точка b без учета предварения открытия выпускного клапана).





- ✓ Ввиду трудности определения переменных значений показателя n_2 для расчета параметров конца процесса расширения пользуются значениями средних показателей n_2 .

В дизеле давление и температура конца расширения в точке b определяются по формулам:



$$p_b = p_z \left(\frac{V_z}{V_b} \right)^{n_2} = p_z \frac{1}{\delta^{n_2}}$$

$$T_b = T_z \frac{1}{\delta^{n_2-1}}$$

В случае двигателя с искровым зажиганием



$\delta = \varepsilon$, тогда:

$$p_b = p_z \frac{1}{\varepsilon^{n_2}}$$

$$T_b = T_z \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}}$$

▶ ◀ Влияние различных факторов на показатель политропы расширения

- ✓ При сгорании большого количества топлива в основной фазе значения p_z и T_z возрастают, уменьшается доля догорающего топлива в процессе расширения и показатель политропы n_2 становится больше. Такое развитие процесса является наиболее благоприятным, так как достигается наилучшее теплоиспользование.


✓ Совокупное влияние всех факторов не приводит к однозначной зависимости n_2 от частоты вращения.



- ✓ При увеличении нагрузки в ДВС с искровым зажиганием возрастают давление и температура конца процесса сжатия. Одновременно меняется состав смеси, относительное количество остаточных газов и угол опережения зажигания. Что приводит к тому, что n_2 меняется только в области небольших нагрузок.
- ✓ В дизеле с ростом нагрузки (уменьшение α) увеличивается продолжительность фазы догорания, в результате чего n_2 снижается.

- ✓ Влияние размеров цилиндра на n_2 связано с изменением относительной величины теплопередающей поверхности.

Значения параметров процесса расширения для четырех- и двухтактных двигателей

	n_2	p_b , МПа	T_b , К
Двигатель с искровым зажиганием	1,23... 1,30	0,35... 0,5	1200... 1500
Дизель	1,18... 1,28	0,2... 0,4	1000... 1200



Процесс выпуска

- ✓ В четырехтактном двигателе от момента открытия выпускного клапана до некоторого значения давления, равного критическому $p_{кр}$, истечение отработавших газов происходит с критической скоростью (600...700 м/с) и сопровождается резким шумом.
- ✓ За этот период, заканчивающийся вблизи НМТ, из цилиндра двигателя удаляется 60...70% отработавших газов, и давление в нем снижается.

- ✓ При движении поршня к ВМТ отработавшие газы выталкиваются, причем скорость их истечения составляет 200...250 м/с.
- ✓ Работа, затрачиваемая на удаление отработавших газов, а также степень очистки цилиндра зависят от фаз процесса выпуска.





- ✓ При чрезмерно раннем открытии клапана, потерянная работа расширения, оказывается чрезмерно большой и не будет компенсирована уменьшением абсолютной работы, затрачиваемой на выталкивание.
- ✓ При позднем открытии выпускного клапана меньше потери работы расширения, но на выталкивание отработавших газов затрачивается большая работа, а очистка цилиндра от них ухудшается.



Токсические компоненты,

возникающие при сгорании смеси:

- окись углерода CO (угарный газ);
- окись азота NO , которая на воздухе доокисляется до NO_2 , и далее превращается в HNO_2 (бензиновые двигатели). В дизеле окислы азота состоят из 90% NO и 10% NO_2 . Для образования NO нужен атомарный кислород, который образуется при $T > 2200\text{K}$;



- продукты неполного окисления углеводородов: формальдегид и т.д.;
- циклические углеводороды (канцерогены);
- сажа - адсорбирует токсические компоненты. Образуется в результате крекинга углеводородов в зонах с минимальным значением α .

Методы обезвреживания токсических составляющих продуктов сгорания

✓ Применение всех известных способов воздействия на процесс смесеобразования и сгорания существенно снижает содержание токсичных компонентов в отработавших газах, однако полностью их ликвидировать невозможно.

✓ Одним из наиболее эффективных способов снижения выброса с отработавшими газами окислов азота является перепуск некоторого количества продуктов сгорания (до 13,5%) из выпускной системы во впускную (рециркуляция).

- ✓ При использовании системы рециркуляции уменьшаются мощность и КПД двигателя.
- ✓ В поршневых ДВС обязательны устройства для предотвращения выбрасывания картерных газов и улавливания паров топлива.

✓ **Термические нейтрализаторы** представляют собой реакционные камеры, в которых происходит дожигание промежуточных продуктов сгорания CO и C_xH_y до конечных продуктов — CO_2 и H_2O .

✓ **Каталитические нейтрализаторы** отличаются тем, что в них можно завершить реакции CO и C_xH_y , до получения продуктов полного сгорания. А также осуществить восстановительные реакции, необходимые для разложения NO_x на исходные вещества O_2 и N_2 .