

Лекция №6. Газообмен в д.в.с. Анализ процессов впуска и сжатия

- 1. Условия и характер протекания процесса впуска. Коэффициенты наполнения и остаточных газов.**
- 2. Выбор и обоснование степени сжатия д.в.с.**
- 3. Способы смесеобразования и периоды процесса сгорания в бензиновых, газовых и дизельных ДВС.**
- 4. Состав и токсичность продуктов сгорания**
- 5. Условия и характер протекания процесса выпуска.**

Теоретически возможная масса свежего заряда:

$$G_0 = \frac{P_0 \cdot V_h}{R_0 \cdot T_0}; \quad G_k = \frac{P_k \cdot V_h}{R_k \cdot T_k} \quad (2-2)$$

(двс без наддува) (двс с наддувом)

Масса действительно поступившего свежего заряда:

$$G_e = \frac{P_a \cdot V_h}{R_a \cdot T_a} \quad (2-3)$$

Масса остаточных газов предыдущего цикла:

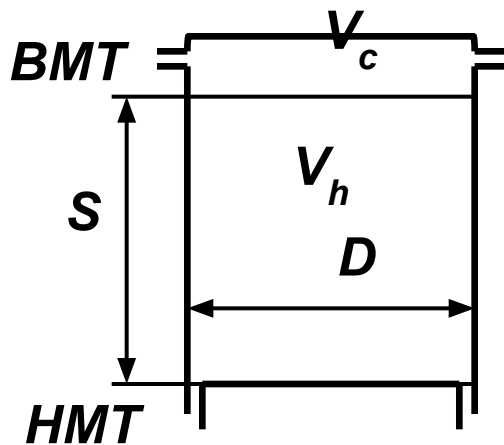
$$G_r = \frac{P_r \cdot V_c}{R_r \cdot T_r} \quad (2-4)$$

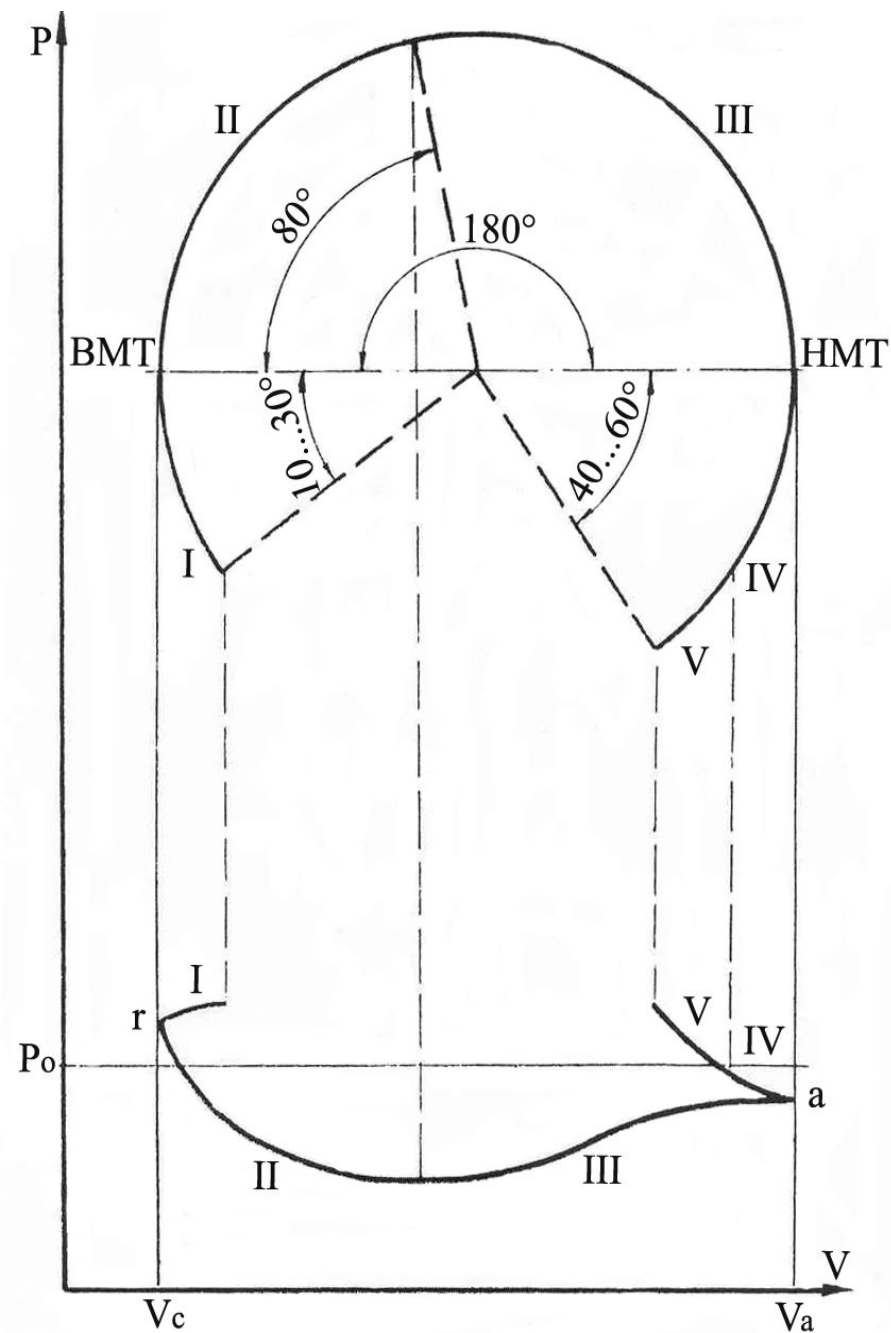
Коэффициент наполнения цилиндра свежим зарядом:

$$\eta_v = \frac{G_e}{G_0} = \frac{G_e}{G_k}; \quad \text{двс без наддува } (P_a < P_0; T_a > T_0; \eta_v < 1) \quad (2-5)$$

двс с наддувом $(P_a \geq P_0; T_a < T_0; \eta_v \geq 1)$
Коэффициент остаточных газов:

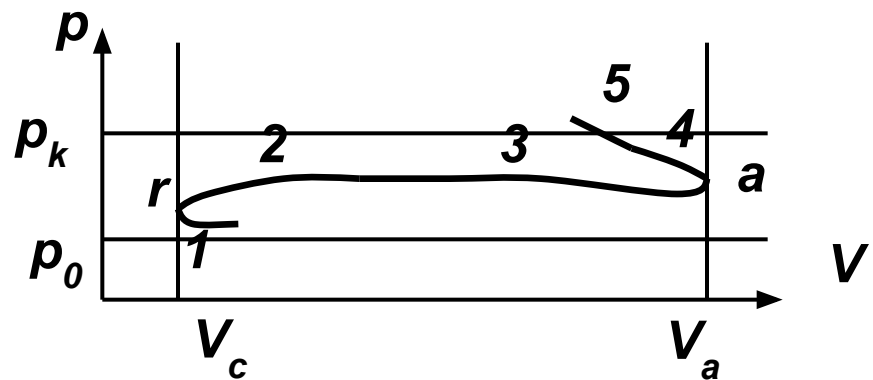
$$\gamma_r = \frac{G_r}{G_e} \quad (2-6)$$



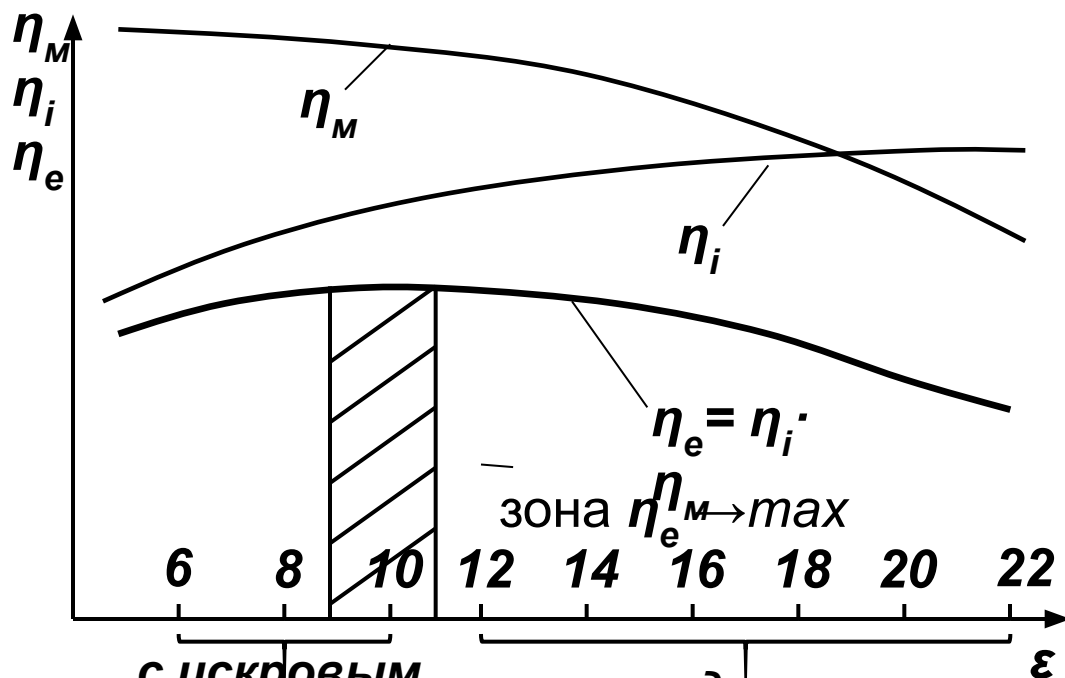


- Периоды процесса впуска:**
- 1- предварительный впуск для полного открытия клапана в ВМТ.
 - 2- основной впуск при ускоренном движении поршня (наибольшее разрежение в цилиндре).
 - 3- основной впуск при замедленном движении поршня.
 - 4 и 5 – запаздывание впуска (4 – дозарядка цилиндра, 5- возможный обратный выброс свежего заряда).

Впуск в двс с наддувом



2. Выбор и обоснование степени сжатия ДВС



с искровым
зажиганием:

бензиновые
газовые

дизели:

← тракторные

→ автомобильные

← с наддувом

→ без наддува

Типы ДВС:

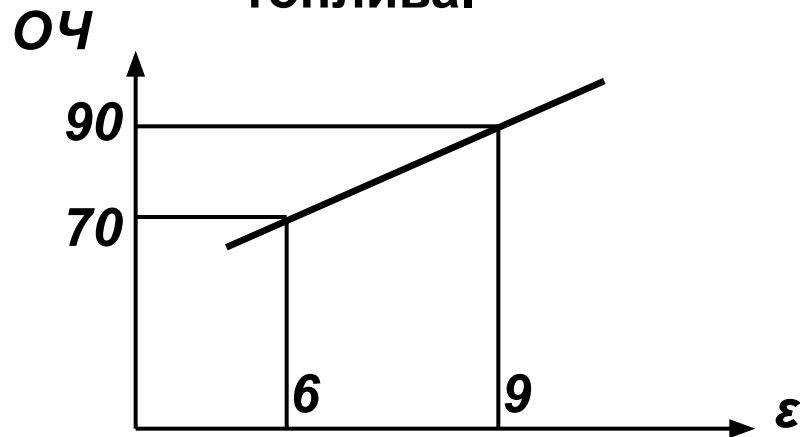
- с искровым зажиганием
 $\epsilon=6...10$ (верхний предел
ограничивается детона-
ционными свойствами
топлива)

-дизели без наддува
 $\epsilon=15...22$;

-дизели с наддувом
 $\epsilon=12...16$ (нижние
пределы ϵ у дизелей
ограничиваются
самовоспламенением
смеси при сжатии).

Факторы, влияющие на выбор ε :

1. – тип и назначение двс;
2. – форма камеры сгорания (компактность);
3. – устойчивое самовоспламенение впрыснутого топлива у дизелей;
4. – давление газов в характерных точках рабочего цикла;
5. – антидетонационные свойства и октановое число (О.Ч.) топлива.



Эмпирические взаимосвязи:

$$\varepsilon \cong \frac{ОЧ}{11};$$

для бензиновых двигателей;

$$\varepsilon = \frac{413}{125,4 + 0,183 \cdot D - ОЧ'}$$

Детонационное сгорание – это распространение фронта пламени со скоростью до 2000 м/с против 20...40 м/с при нормальном сгорании – зависит от ОЧ топлива, состава смеси, ε , угла опережения зажигания, перегрузки и перегрева двигателя.

3. Способы смесеобразования и периоды процесса сгорания в бензиновых, газовых и дизельных ДВС.

Горючая смесь = топливо + воздух

Рабочая смесь = топливо + воздух + остаточные газы
предыдущего

цикла
Коэффициент избытка воздуха $\alpha = \frac{L_{\partial}}{L_0}, (3 - 1)$

где L_{∂} – действительно поступившее количество воздуха на единицу количества топлива;

L_0 – теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания топлива
(например: 1кг бензина => 14,5 кг или $\approx 11,2 \text{ м}^3$

воздуха)
Типы горючих смесей:

бедная - $\alpha > 1,15$;

обедненная – $\alpha = 1,15 \dots 1$;

нормальная – $\alpha = 1$;

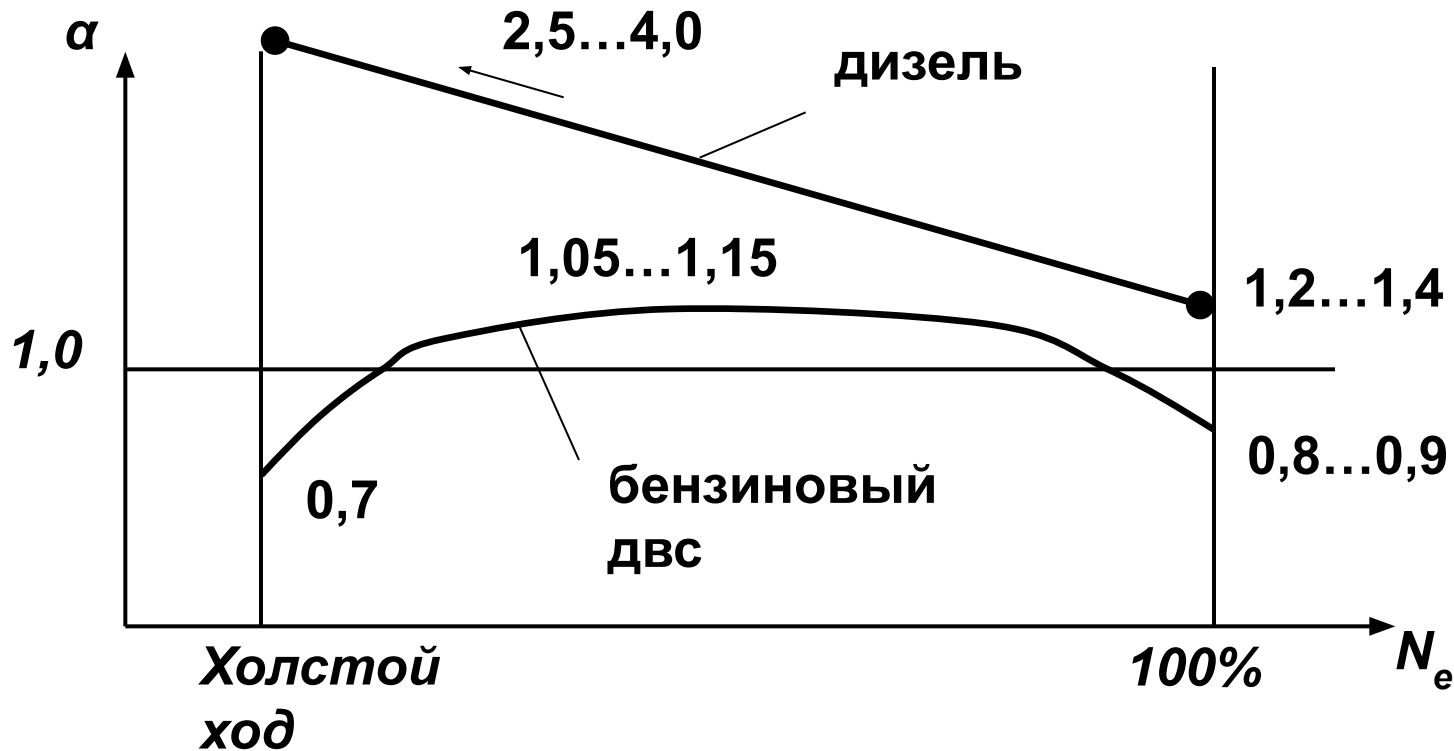
обогащенная – $\alpha = 1 \dots 0,85$;

богатая – $\alpha < 0,85$;

Требования к смеси: однородность состава, равномерная испаренность, точная дозировка.

№	Способы смесеобразования	Типы двс	ε	α (номинальный режим)
1	Карбюрация	бензиновый	5...11	0,80...0,90
		форкамерный	6...12	1,5...1,6 (о.к.) 0,6...0,7(ф.к.)
2	Впрыск легкого топлива	инжекторный	8...12	0,85...1,30
3	Смешивание газов	газовый	8...12	0,90...1,10
4	Впрыск тяжелого топлива: - объемное; - объемно-пленочное - пленочное	дизель без наддува	15...22	1,45...1,80
		дизель с наддувом	12...16	1,35...2,00
5	Смешанное	бензино-дизельный	12...15	0,95...1,20
		газо-дизельный	12...15	1,00...1,25

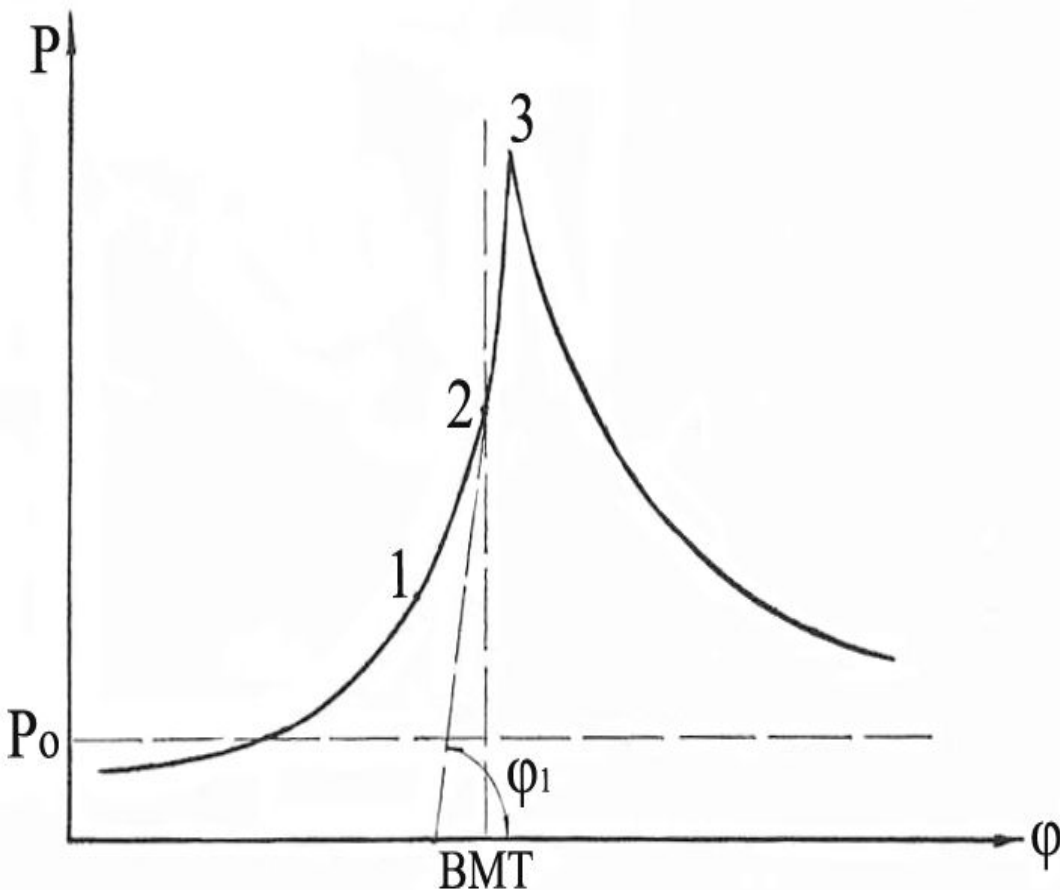
Изменение α от нагрузочного режима работы двс



Способы регулирования α и режимов работы:

- двс с впрыском топлива – качественное, т.е. изменение качества смеси впрыском различного количества топлива в одинаковый объем воздуха;
- двс карбюраторный и газовый – количественный, т.е. подача определенного количества смеси, соответствующего режиму работы по составу

Диаграмма процесса сгорания в двс с принудительным воспламенением



1 – воспламенение смеси (опережение подачи искры);

1...2 – период скрытого горения;

2...3 – период видимого горения.

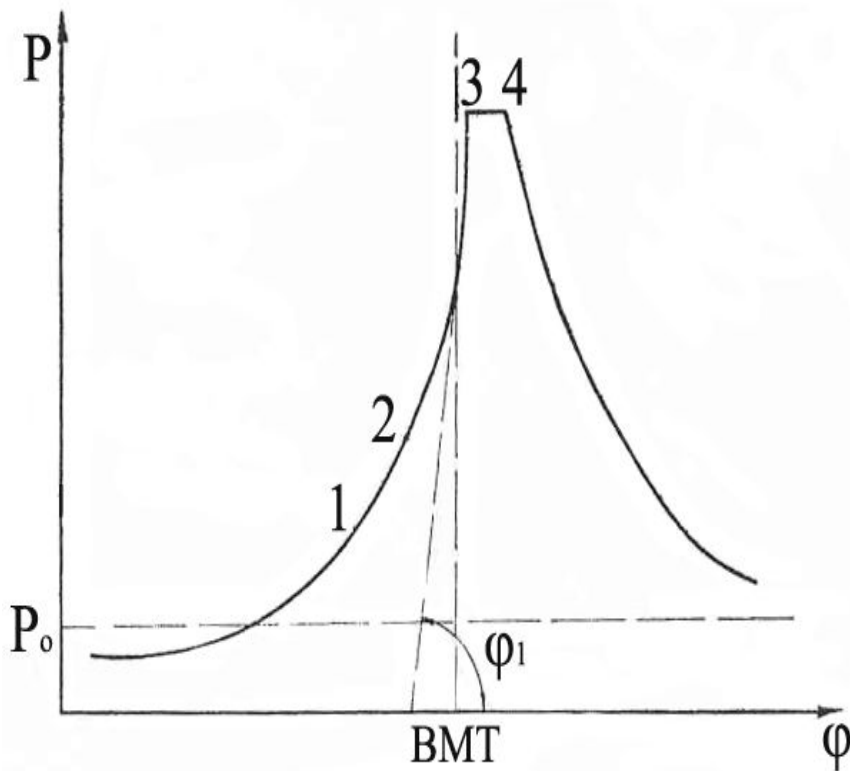
Оптимальный угол опережения зажигания (Θ_{opt}) обеспечивается совпадением т. 2 и ВМТ поршня

Коэффициент жесткости работы двс:

$$\psi = \frac{\Delta P}{\Delta \varphi} = \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (3 - 2)$$

Бензиновые и газовые двс – $\psi = 0,11 \dots 0,12$
МПа/град

Диаграмма процесса сгорания в двс с самовоспламенением



**1 – впрыск топлива
(опережение впрыска);**

**1...2 – период скрытого
горения (подготовка топлива
к самовоспламенению
и сгоранию);**

**2...3 – период видимого горения
с интенсивным повышением
давления;**

**3...4 – период видимого горения
при постоянном давлении
(непосредственно на выходе
из сопла форсунки);**

**Угол опережения впрыска оптимальный (θ_{opt}) при
совпадении точек 2 и ВМТ .**

Дизель работает жестко при $\psi \geq 0,4$ МПа/град

Токсичность продуктов сгорания.

Наиболее опасные компоненты:

Окислы азота (NO_x), сажа (C), альдегиды (RCHO), окислы углерода (CO), углеводороды (C_xH_y), бензапирен ($C_{20}H_{12}$), окислы серы (SO_x), аммиак (NH_3), окислы свинца.

Относительное содержание (%) токсичных веществ (ТВ)

Дизели			
CO	C_xH_y	NO_x	C
22%			
	30%	52%	78%
78%	70%	48%	
			22%
Бензиновые двс			

Бензин: 1кг → 300...310г ТВ (CO – 225 г, NO_x – 55 г, C – 1...1,5 г).

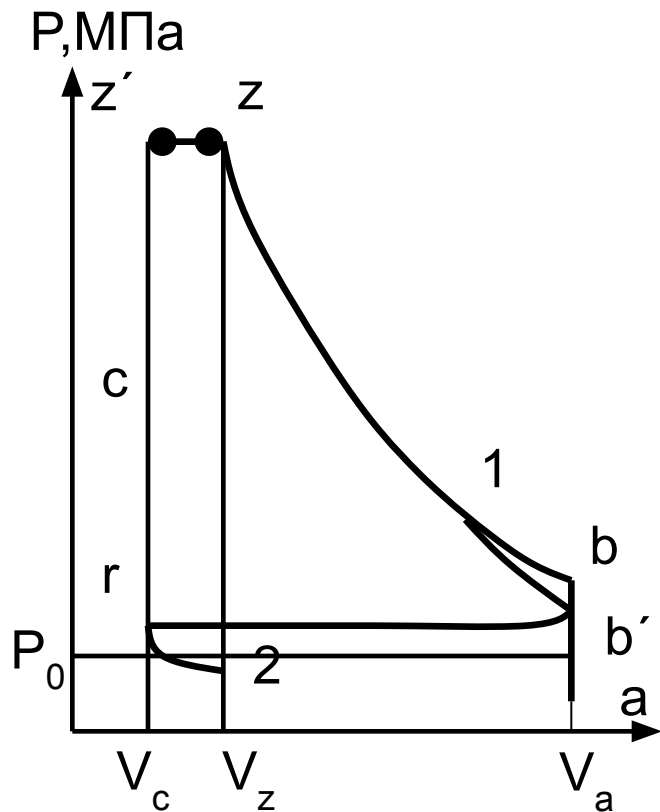
Диз. топливо: 1кг → 80...100г ТВ (CO – 20...30г, NO_x – 20...40 г, C_xH_y – 4...10г, SO_x – 10...30г, RCHO - 0,8...1,0, C – 3...5 г).

Нормы выброса токсичных веществ (г/кВт ч)

Параметры газов	Евро-0 1988	Евро-1 1992-19 93	Евро-2 1996-19 97	Евро-3 2000-20 01	Евро-4 2005-20 06	Евро-5 2008-200 9
Окислы азота (NO_x)	12,3	8	7	5,0	3,5	2,0
Окислы углерода (CO)	5,8	4,5	4,0	2,1	1,5	1,5
Углеводороды (C_xH_y)	2,6	1,1	1,1	0,7	0,5	0,5
Твердые частицы	-	0,36	0,15	0,1	0,02	0,02

Меры по снижению токсичности и дымности двс:

- совершенствование смесеобразования и сгорания;
- правильная регулировка всех систем двс;
- рециркуляция отработавших газов;
- применение присадок к топливу;
- применение газового и альтернативных топлив;
- нейтрализация газов термическими и каталитическими системами.



Процесс выпуска:

- 1 - b' – опережение выпуска
(40...80 град до НМТ);
- b' – r – основной выпуск;
- r – 2 – запаздывание закрытия
выпускного клапана
(15...60 град после ВМТ).

Влияние факторов:

- частота вращения;
- сопротивление в выпускном тракте;
- наличие наддува;
- фазы газораспределения;
- точность регулировок и т.д.

затрудняет аналитический расчет P_r и T_r .

Принятые при анализе процесса впуска значения P_r и T_r проверяются по формуле Е.К. Мазинга с учетом расчетных значений P_b и T_b .

$$T_r = \frac{T_b}{\sqrt[3]{\frac{P_b}{P_r}}} \cdot (5 - 4)$$

Допустимое отклонение $\Delta T_r \leq 15\%$