

Тепловые двигатели

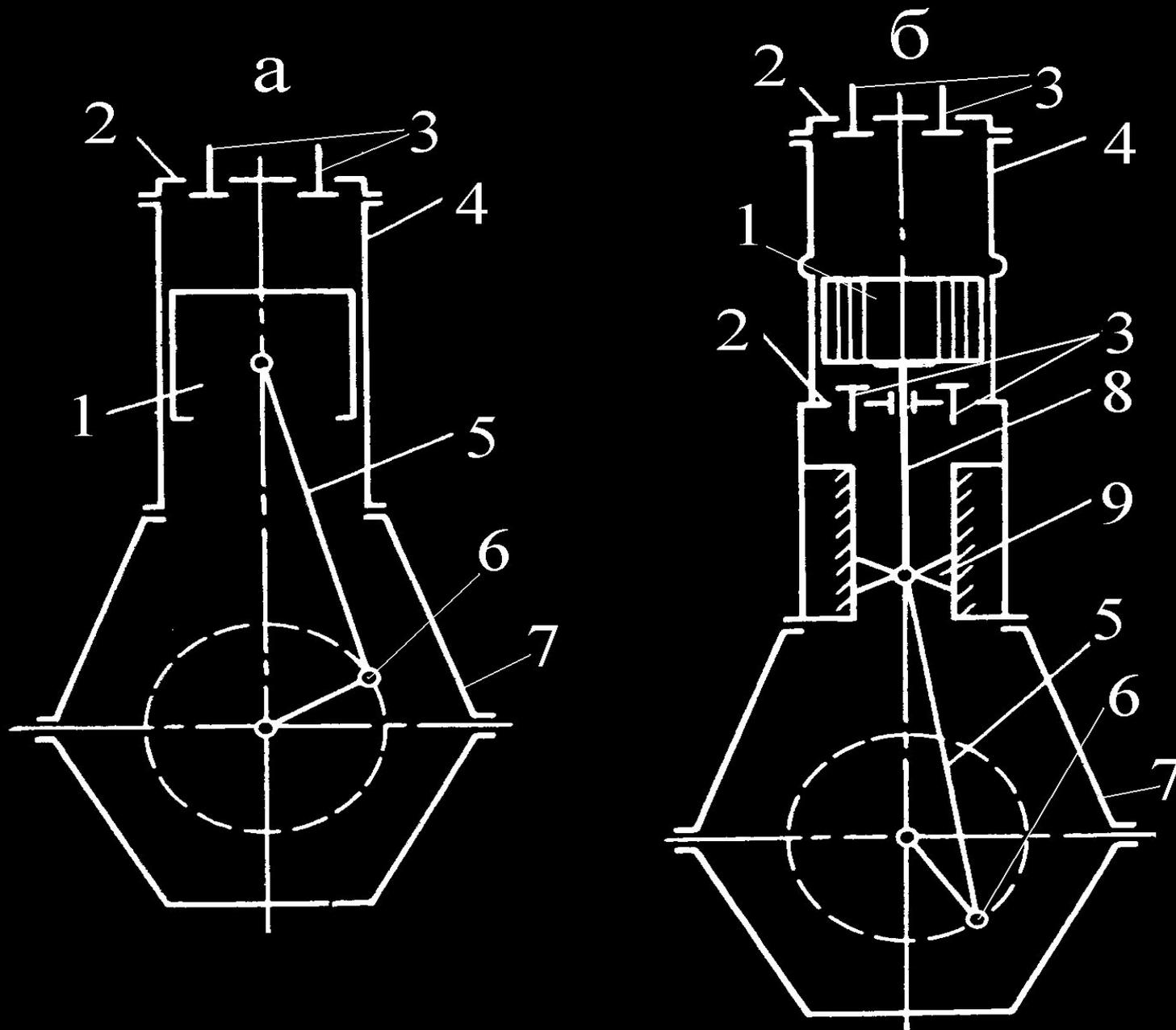
Поршневые ДВС

- 1.1. Классификация ДВС.
- 1.2. Рабочий процесс и устройство ДВС.
- 1.3. Характеристики поршневых ДВС.
- 1.4. Показатели экономичности различных типов ДВС.
- 1.5. Особенности работы газовых ДВС.

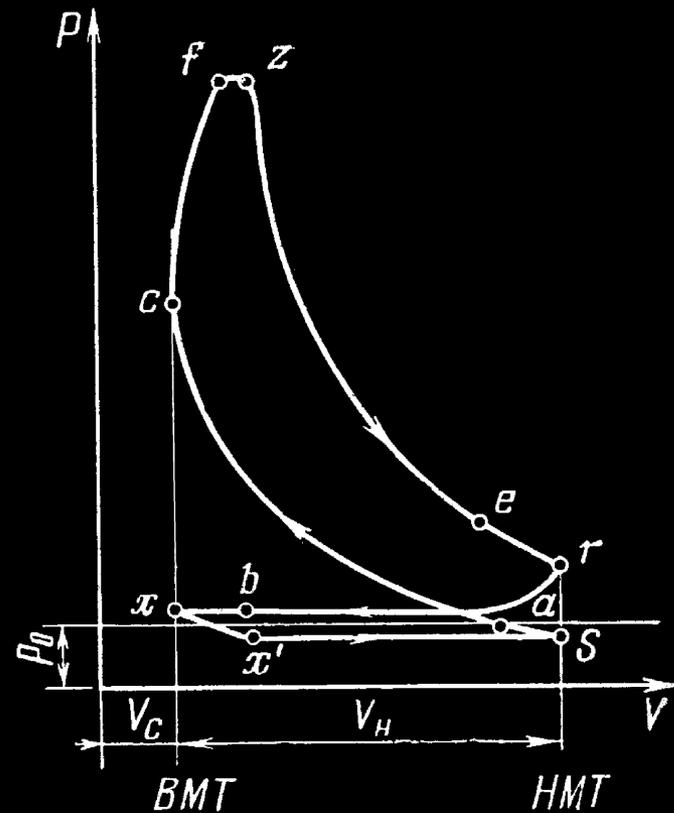
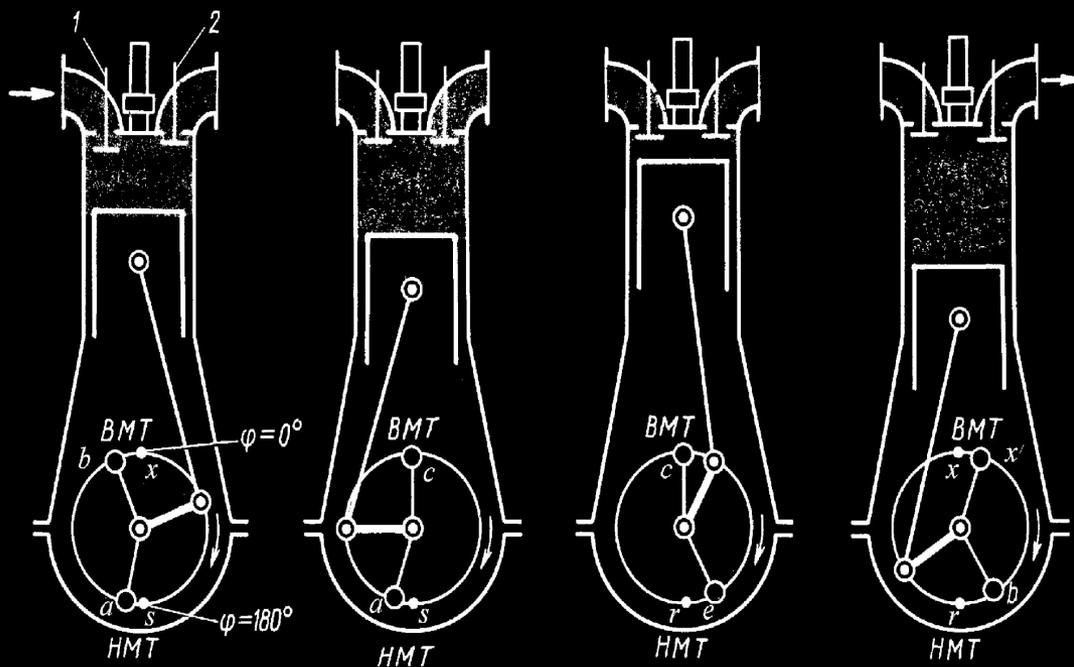
1.1. Классификация поршневых ДВС

1. По термодинамическому признаку: $\varepsilon - V$; $\varepsilon - p$; $\varepsilon - V - p$.
2. По виду топлива: жидкое; газовое; бинарное.
3. По способу смесеобразования: внутреннее; внешнее.
4. По способу газообмена и рабочему процессу: 4-х ; 2-х тактные.
5. По способу воспламенения: от источника; самовоспламенения.
6. По способу наполнения: без наддува; с наддувом.
7. По конструкции кривошипно-шатунного механизма.
8. По числу цилиндров и их расположению.
9. По степени быстроходности.
10. По способу охлаждения.
11. По назначению.

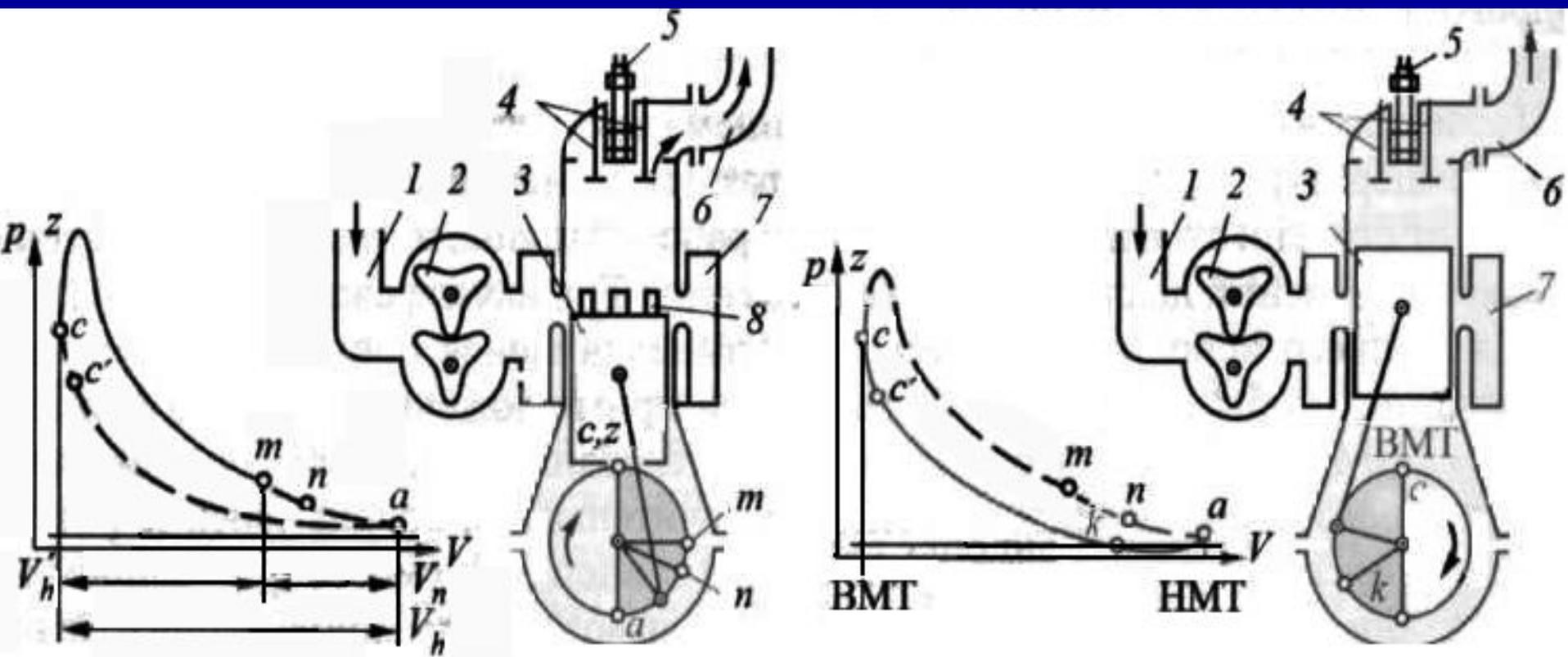
1.2. Рабочий процесс и устройство ДВС



Индикаторная диаграмма 4-х тактного поршневого ДВС

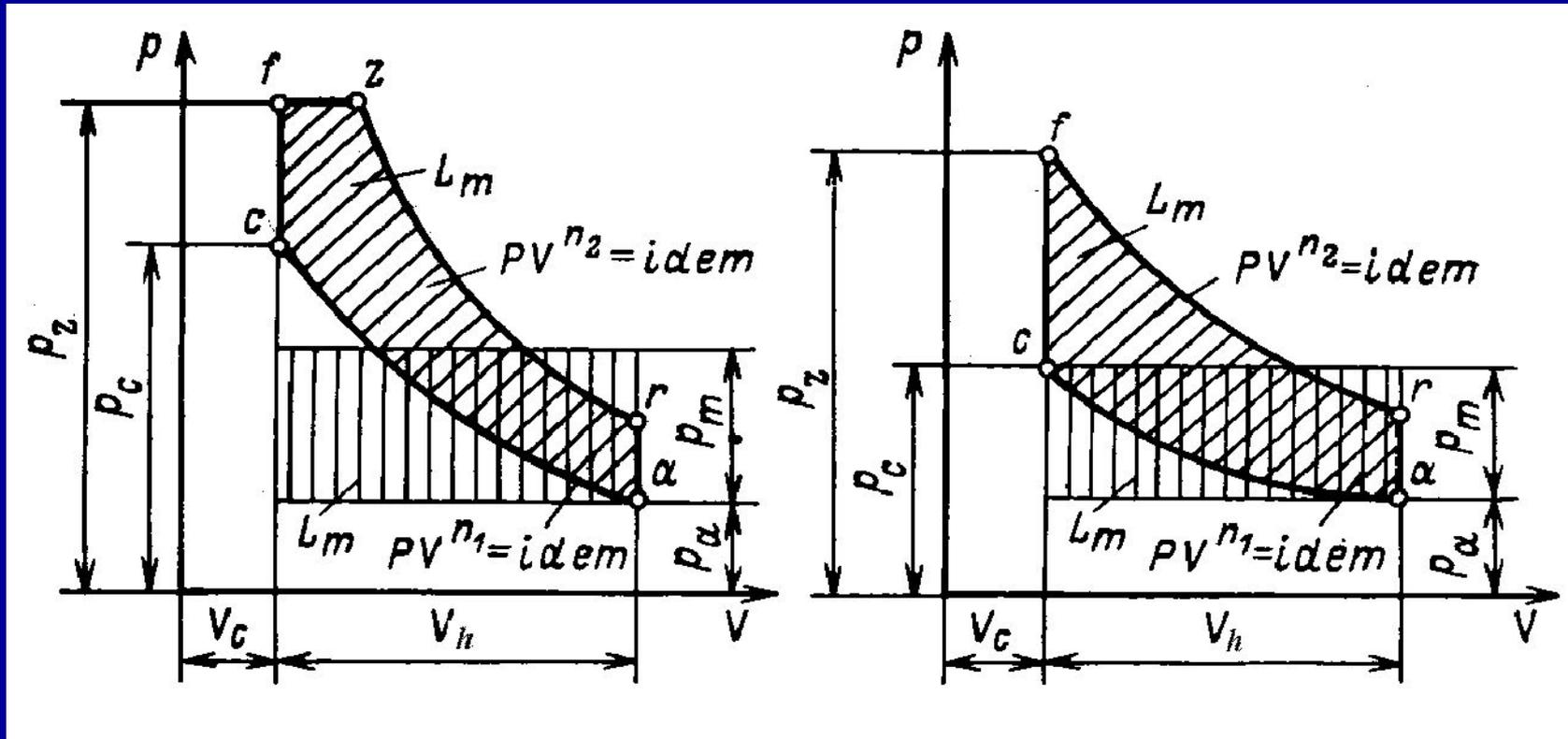


Индикаторная диаграмма 2-х тактного поршневого ДВС



1.3. Характеристики поршневых ДВС

Среднее давление теоретической диаграммы

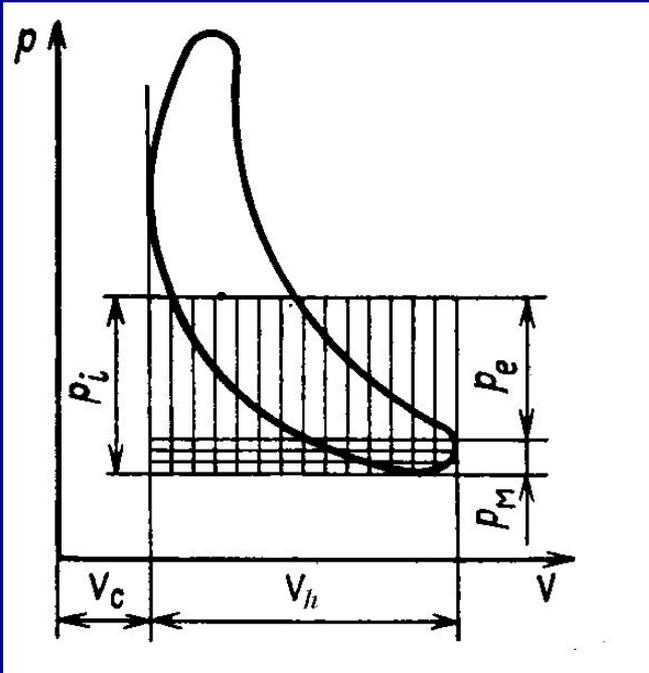


$$P_m = \frac{L_m}{V_h}$$

Среднее индикаторное давление – давление, численно равное такому условному постоянному избыточному давлению, которое, действуя на поршень, совершает за один его ход работу, равную работе газов в цилиндре за один цикл.

$$P_i = \Phi \cdot P_m;$$

$$P_i = P_m (1 - \psi) \cdot \varphi; \quad \varphi = 0,92 - 0,98.$$



$$P_i = \frac{L_i}{V_h};$$

$$P_e = P_i - P_m.$$

Двигатель	P_i , МПа
Дизель с наддувом	0,8 – 2,5
Дизель без наддува	0,6 – 1,0
Газовый	0,6 – 1,9
Карбюраторный	0,7 – 1,2

Индикаторная мощность – мощность, внутри цилиндра

$$L_i = p_i \cdot V_h. \quad N_i = \frac{L_i \cdot n}{10^3 \cdot 60} \cdot \frac{2}{i} z = \frac{p_i \cdot V_h \cdot n}{10^3 \cdot 60} \cdot \frac{2}{i} z, \text{ кВт};$$

Эффективная мощность – мощность, отдаваемая потребителю и составляющая часть индикаторной мощности

$$N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot n}{10^3 \cdot 60} \cdot \frac{2}{i} z, \text{ кВт}. \quad N_e = \frac{\pi \cdot p_e \cdot D^2 \cdot C_m \cdot z}{4 \cdot 10^3 \cdot i}.$$

$$N_e = N_i - N_m; \quad N_m = N_{тр} + N_{нас} + N_{всп} + N_{пр}.$$

Механический КПД

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{P_e}{P_i}. \quad \eta_m = 1 - \frac{N_M}{N_i} = 1 - \frac{P_M}{P_i} = \frac{1}{1 + \frac{P_M}{P_e}}.$$

Тепловой баланс двигателя: $B \cdot Q_H^P \cdot \eta_i = N_i$; $B \cdot Q_H^P \cdot \eta_e = N_e$.

Индикаторный КПД – отношение количества теплоты, эквивалентного полученной индикаторной работе, ко всему количеству теплоты, выделенному при сгорании топлива

$$\eta_i = \frac{N_i}{B \cdot Q_H^P}; \quad \eta_i = \frac{p_i \cdot \alpha L_0}{\eta_v \cdot \rho_0 \cdot Q_H^P};$$

Эффективный КПД

$$\eta_e = \frac{N_e}{B \cdot Q_H^P}; \quad \eta_e = \eta_i \cdot \eta_m.$$

Удельный расход топлива

$$g = \frac{B}{N}; \quad g_i = \frac{3600}{Q_H^p \cdot \eta_i}, \text{ кг / (кВт.ч).}$$

Размеры цилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot i \cdot N_e}{\pi \cdot p_e \cdot C_m \cdot z}} = 35,69 \sqrt{\frac{i \cdot N_e}{p_e \cdot C_m \cdot z}}.$$

$$S = \psi \cdot D; \quad \psi = 0,7 - 1,75.$$

1.4. ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДВС

Тип двигателя	КПД		Удельный расход топлива, кг/(кВт.ч)	
	η_i	η_e	g_i	g_e
Карбюраторный	0,22 ÷ 0,38	0,18 ÷ 0,30	0,228 ÷ 0,305	0,286 ÷ 0,380
Дизельный	0,36 ÷ 0,56	0,27 ÷ 0,42	0,164 ÷ 0,214	0,218 ÷ 0,286
Газовый (CH_4)	0,26 ÷ 0,48	0,21 ÷ 0,37	0,173 ÷ 0,251	0,216 ÷ 0,314
Deutz (газовый)*	-	0,35 ÷ 0,42	-	0,170 ÷ 0,204

1.5. Особенности работы газовых ДВС

Свойства газовых и жидких топлив при стандартных условиях

Параметры	Газ			Жидкость	
	природный	попутный	сжиженный	дизельное	бензин
	(CH_4)	($CH_4 - 87\%$)	($C_3H_8 - C_4H_{10}$)		
$t_{самов}, ^\circ C$	650	550-600	500	320-360	550-600
ОЧ	110	95-100	95-100	35-40	60-80
$\rho_{пар}, \text{кг/м}^3$	0,68	0,80	2,16	-	-
$\rho_{ж}, \text{кг/м}^3$	415	-	532	800	750
$t_{исп}, ^\circ C$	-161,4	-160	10	270-300	200-220
$Q_n^p, \text{МДж/кг}$	49,84	48,60	45,67	42,48	43,78
$Q, \text{МДж/м}^3$	33,24	32,49	34,75	35,67	35,80

СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В УХОДЯЩИХ ГАЗАХ

Вещество	Двигатель	
	дизельный	карбюраторный
Оксид углерода CO , %	0,2	6,0
Оксиды азота NO_x , %	0,35	0,46
Углеводороды, %	0,04	0,40
Диоксид серы, SO_2 , %	0,04	0,007
Сажа, мг/л	0,30	0,05