

Тема 8. Индикаторные и эффективные показатели работы ДВС

Основные показатели работы двигателя

индикаторные

$$L_i$$

$$p_i = L_i / V_h$$

$$N_i = p_i n_i V_h / 30 \tau.$$

$$g_i = G_{\text{ТМ}} / L_i.$$

$$\eta_i = L_i / Q_1$$

эффективные

$$L_e$$

$$p_e = L_e / V_h$$

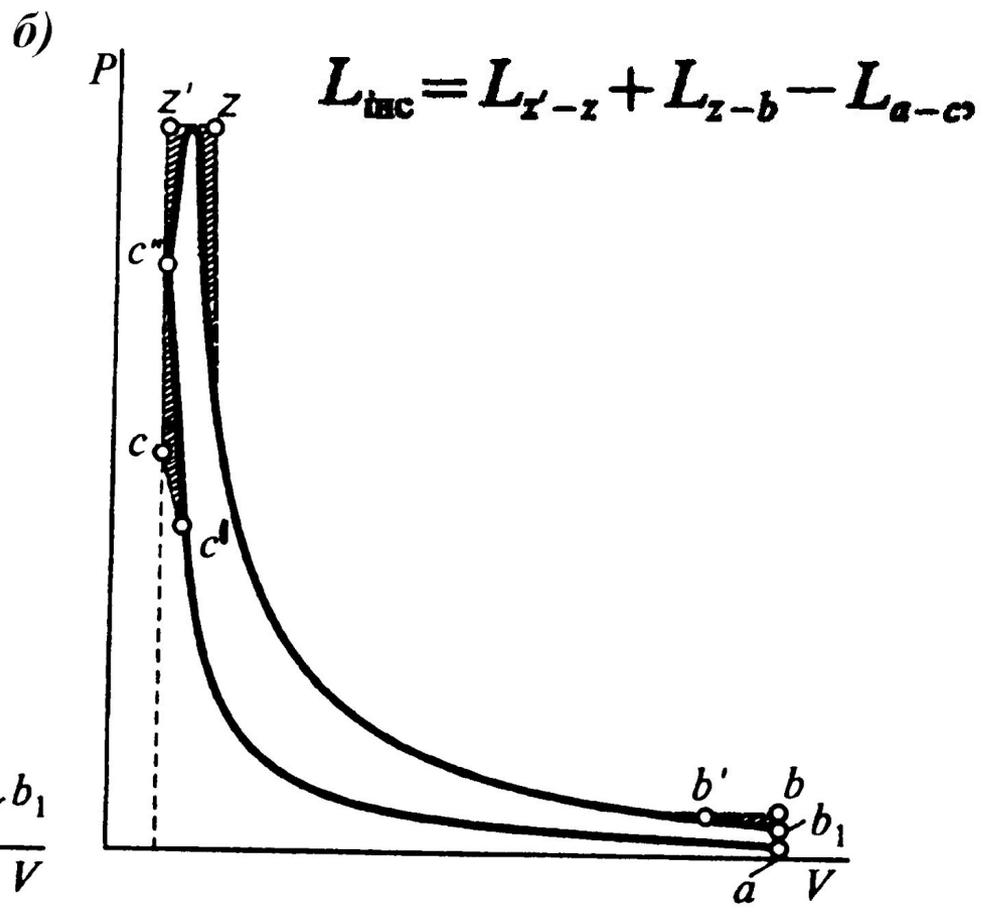
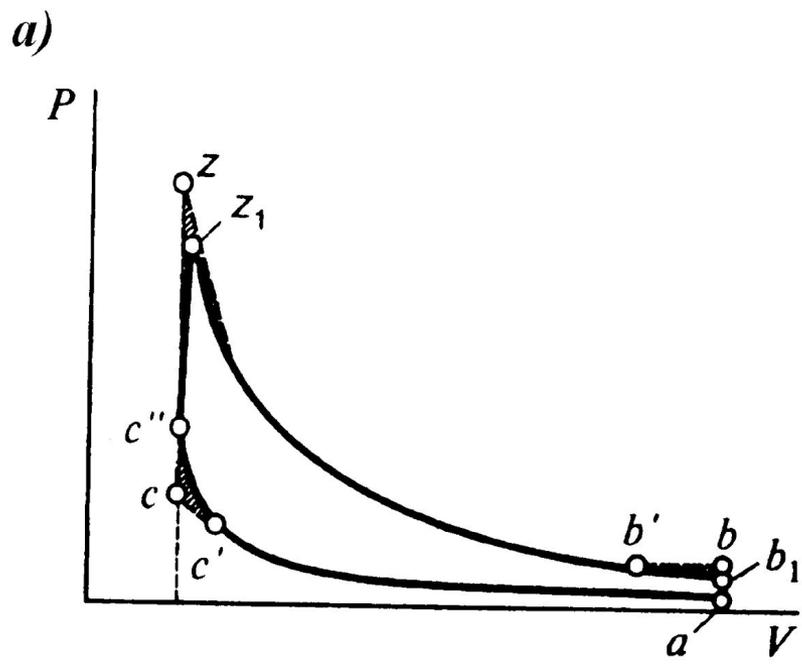
$$N_e = p_e n_i V_h / 30 \tau,$$

$$g_e = (G_{\text{Т}} / N_e) \cdot 10^3.$$

$$\eta_e = L_e / Q_1 = L_i \eta_{\text{м}} / Q_1 = \eta_i \eta_{\text{м}};$$

$$\eta_{\text{м}} = L_e / L_i = N_e / N_i = p_e / p_i = g_i / g_e.$$

Расчет индикаторных показателей



$$L_{z-z} = p_z V_z - p_c V_c (\lambda \rho - \lambda) = p_c V_c \lambda (\rho - 1);$$

$$L_{z-b} = \frac{p_z V_z}{n_2 - 1} \left[1 - \left(\frac{V_z}{V_b} \right)^{n_2 - 1} \right] = \frac{p_c V_c \lambda \mu}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right);$$

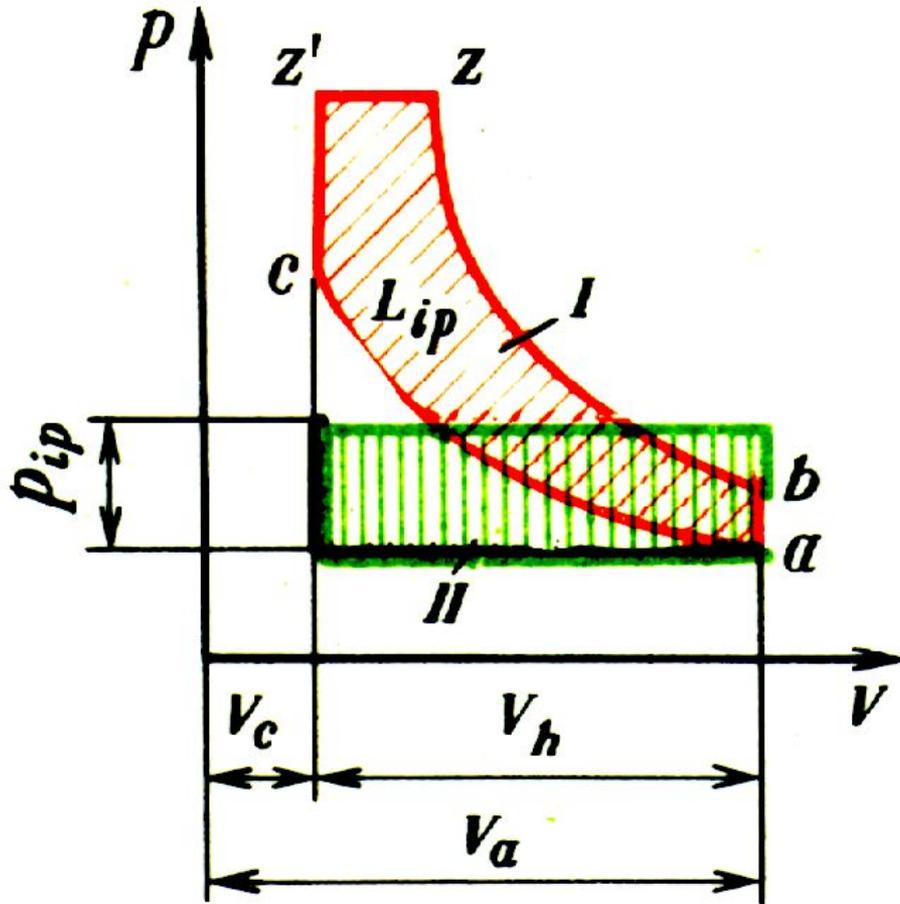
$$L_{c-a} = \frac{p_c V_c}{n_1 - 1} \left[1 - \left(\frac{V_c}{V_a} \right)^{n_1 - 1} \right] = \frac{p_c V_c}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right);$$

$$P_{i_{\text{HC}}} = \frac{L_{i_{\text{HC}}}}{V_h} = \frac{p_c V_c}{V_h} \left[\lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right].$$

$$p_c = p_a \varepsilon^{n_1}, \text{ a } V_c / V_h = 1 (\varepsilon - 1),$$

$$P_{i_{\text{HC}}} = p_a \frac{\varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right].$$

Взаимозависимость расчетной индикаторной работы расчетного цикла и работы среднего расчетного индикаторного давления



I – область индикаторной работы расчетного цикла;
II – область работы среднего расчетного индикаторного давления.

Индикаторная мощность двигателя, кВт:

$$N_i = p_i n_i V_H / 30 \tau.$$

Удельный индикаторный расход топлива, г/(кВт*ч):

$$g_i = \frac{G_T}{N_i} \cdot 10^3, \quad \text{или} \quad g_i = 3600 / (H_u \eta_i).$$

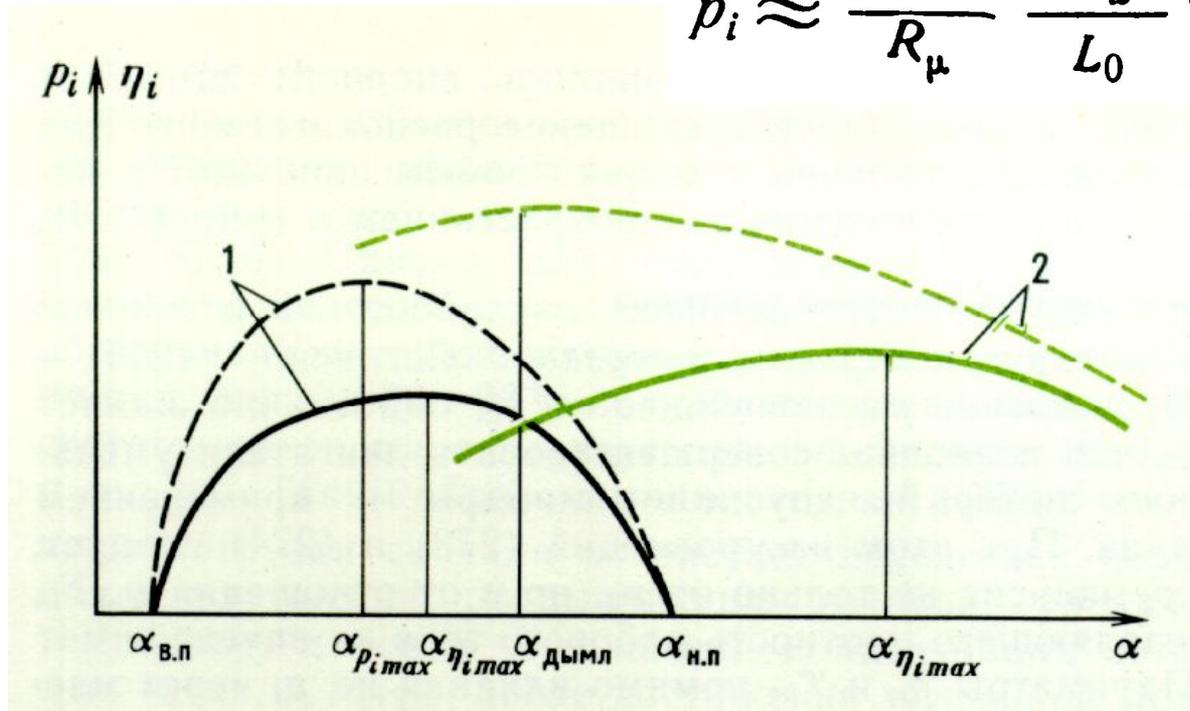
Индикаторный момент, Н*м:

$$M_i = N_i / \omega,$$

$$\omega = \pi n / 30.$$

Влияние различных факторов на индикаторные показатели двигателя

$$p_i \approx \frac{1}{R_{\mu}} \frac{H_u}{L_0} \eta_V \frac{\eta_i}{\alpha} \frac{p_k}{T_k} ;$$



1 — для двигателей с электрическим зажиганием; 2 — для дизелей;
 η_i — сплошные кривые;
 p_i — штриховые кривые

Механические потери и механический КПД

$$P_{\text{мш}} = P_{\text{тр}} + P_{\text{го}} + P_{\text{в}} + P_{\text{вент}} + P_{\text{пр.к}},$$

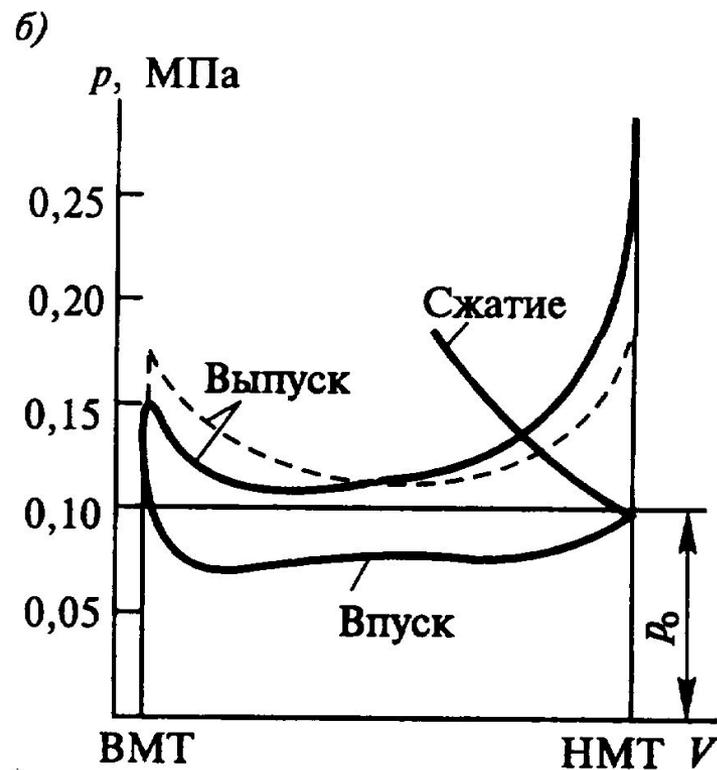
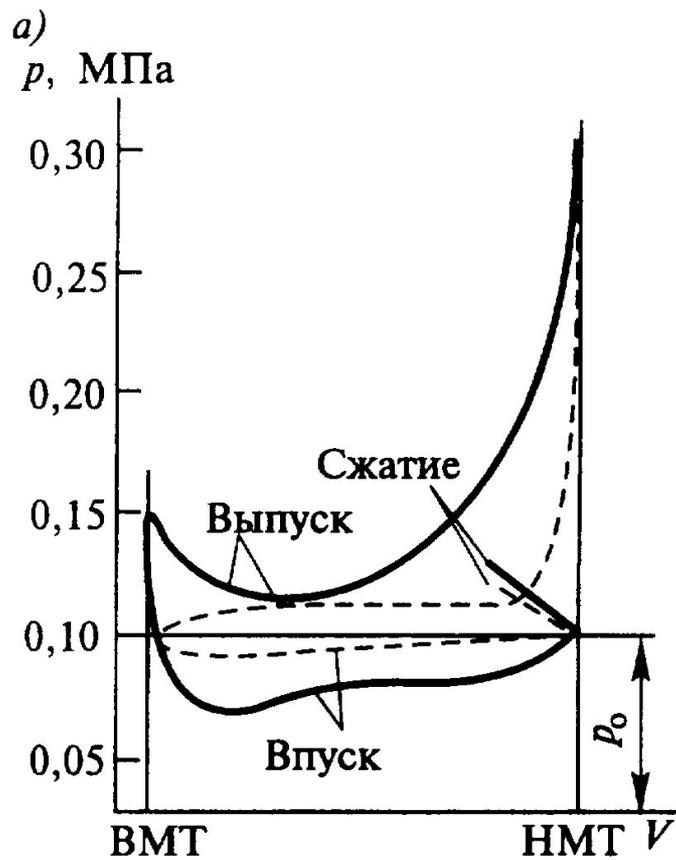
$P_{\text{тр}}$ — Потери давления на трение

$P_{\text{го}}$ — Потери на газообмен

$P_{\text{в}}$ — Потери на привод вспомогательных механизмов

$P_{\text{вент}}$ — Потери на внутреннюю вентиляцию

$P_{\text{пр.к}}$ — Потери давления на привод компрессора



Диаграммы насосных ходов дизеля без наддува при различных частотах вращения (а) и нагрузках (б):

а — $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ (—), $n = 1100 \text{ мин}^{-1}$ (---); б — большая (—) и малая (---) нагрузки

Основные закономерности

$$L_e = L_i - L_{\text{МП}}, \quad \longrightarrow \quad P_e = P_i - P_{\text{МП}},$$



$$M_x = M_i - M_{\text{МП}}, \quad \longleftarrow \quad N_e = N_i - N_{\text{МП}},$$

$$\eta_x = L_e/L_i = P_e/P_i = M_x/M_i = N_e/N_i.$$

$$\eta_e = \eta_i \eta_x.$$

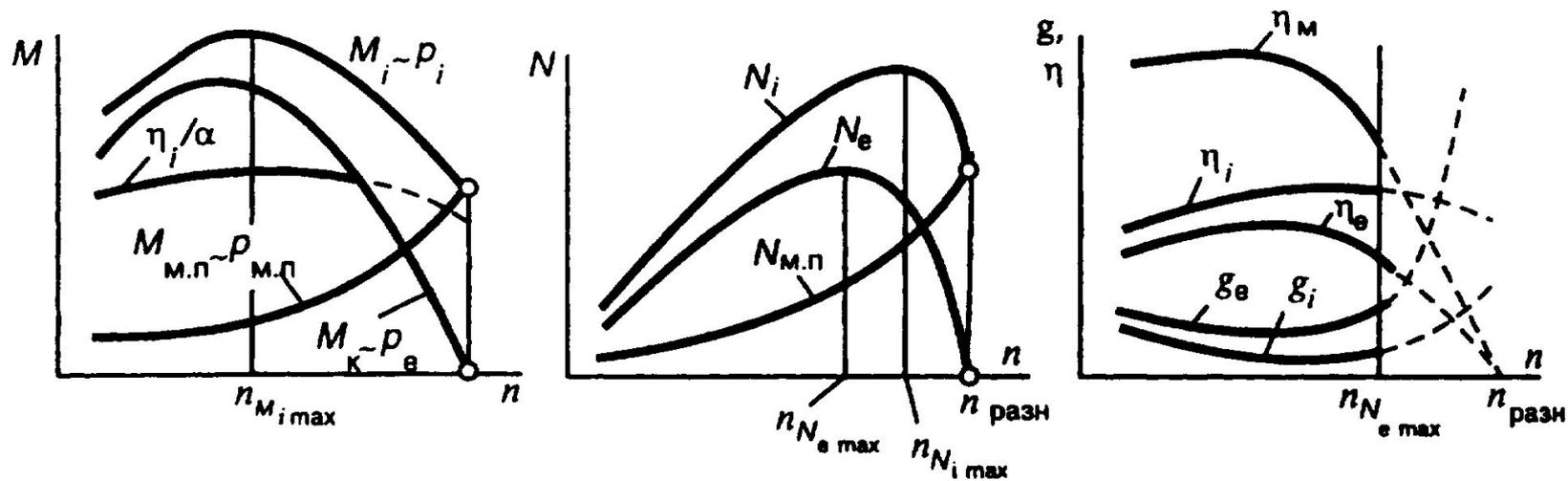
$$g_e = 3600 / (H_u \eta_e).$$

$$N_e = N_i \eta_M = \frac{p_i V_H i n}{30 \tau} \eta_M = \frac{H_u \eta_i}{l_0 \alpha} \eta_v \rho_{0(x)} \frac{i V_H n}{30 \tau} \eta_M;$$

$$M_K = M_i \eta_M = \frac{1000}{\pi \tau} V_H i p_i \eta_M = \frac{1000}{\pi \tau} V_H i \frac{H_u \eta_i}{l_0 \alpha} \eta_v \rho_{0(x)} \eta_M;$$

$$p_e = p_i \eta_M = (H_u / l_0) (\eta_i / \alpha) \eta_v \rho_{0(x)} \eta_M,$$

$$N_{\Pi} = \frac{p_i n}{30 \tau} \eta_M = \frac{H_u \eta_i}{l_0 \alpha} \eta_v \rho_{0(x)} \frac{n}{30 \tau} \eta_M.$$



Зависимость индикаторных, эффективных показателей и параметров, характеризующих механические потери двигателя, от частоты вращения

Эффективные показатели автотракторных двигателей на номинальном режиме

Тип двигателя	η_m	η_e	g_e г/кВт·ч	p_e , МПа	N_d , кВт/л	
Четырехтактные двигатели с искро- вым зажиганием:	без наддува	0,8...0,85	0,27...0,38	303...215	1,1...1,3	40...60
	с наддувом	0,8...0,9	0,25...0,32	327...256	1,4...1,6	70...80
Четырехтактные дизели:	без наддува	0,7...0,8	0,36...0,42	235...202	0,65...0,8	12...20
	с наддувом	0,78...0,88	0,38...0,45	223...188	до 1,8	20...50
Двухтактные ди- зели	0,7...0,85	0,33...0,38	257...223	0,5...0,75	15...35	