



Силовые агрегаты

Лекция 12



Показатели рабочего цикла

Среднее индикаторное давление p_i – это такое условное постоянное давление, которое будучи приложено к днищу поршня во время его движения от ВМТ до НМТ, совершает такую же работу, как и в действительном цикле.

Среднее расчетное индикаторное давление газов по нескругленной индикаторной диаграмме *для бензинового двигателя*

$$P_{i\text{расч}} = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right]$$

Среднее расчетное индикаторное давление газов по нескругленной индикаторной диаграмме *для дизеля*

$$P_{i\text{расч}} = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right]$$





**Действительное среднее индикаторное
давление газов по скругленной индика-
торной диаграмме**

$$P_i = \varphi P_{iрас} - (P_r - P_a)$$



*Четырехтактные с искровым зажиганием
без наддува, работающие на бензине
(карбюраторные, с впрыском, форкамерно-
факельные)* $p_i = 0,8...1,2$ МПа

*Четырехтактные газовые с искровым
зажиганием* $p_i = 0,5...0,7$ МПа

Четырехтактные дизели:

без наддува

$p_i = 0,75...1,05$

с наддувом

$p_i =$ до 2,2



Двухтактные карбюраторные (мотоциклетные) с кривошипно-камерной продувкой

$$p_i = 0,25 \dots 0,45$$

Двухтактные дизели:

без наддува

$$p_i = 0,35 \dots 0,7$$

с наддувом

$$p_i = \text{до } 1,2$$



Индикаторная мощность

Индикаторная работа, совершенная в одном цилиндре за один цикл, Н·м

$$L_i = p_i V_h,$$

где p_i — среднее индикаторное давление, Па;

V_h — рабочий объем цилиндра, м³.



Индикаторная мощность одного цилиндра, Вт

$$N_{iц} = \frac{2}{\tau} p_i V_h n ,$$

где V_h — рабочий объем цилиндра двигателя, имеющего i цилиндров, м³;

n — частота вращения, с⁻¹;

τ — тактность двигателя.



Индикаторная мощность двигателя, Вт

$$N_i = \frac{2}{\tau} p_i V_h n ,$$

где V_h — рабочий объем двигателя, м³.



Выражаем p_i в МПа, рабочий объем двигателя V_h в л, а n в мин^{-1} , то получим индикаторную мощность двигателя в кВт

$$N_i = \frac{p_i i V_h n}{30 \tau}$$



Индикаторный КПД и удельный индикаторный расход топлива

Если при испытании получить индикаторную диаграмму, перестроить в систему координат $p - V$.

$$P_i = \frac{F}{l m}, \text{ МПа}$$

где F — площадь индикаторной диаграммы, мм^2 ;

m — масштаб давления, мм/МПа ;

l — длина диаграммы, мм .



Если определены индикаторная мощность двигателя и часовой расход топлива, то удельный индикаторный расход топлива

$$g_i = \frac{G_T \cdot 10^3}{N_i} \text{ , г/(кВт ч)}$$

где G_T — часовой расход топлива, кг/ч.



Если известна теплота сгорания топлива, то индикаторный КПД

$$\eta_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{N_u g_i}$$

где N_u — низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

g_i — удельный индикаторный расход топлива, г/кВт·ч.



Индикаторный КПД двигателя

$$\eta_i = \frac{\alpha \ell_o p_i}{H_u \rho_o \eta_v}$$



Эффективные показатели

Эффективная мощность и механические потери

Эффективная мощность N_e меньше индикаторной N_i , на величину мощности, затрачиваемой на механические потери N_m

$$N_e = N_i - N_m$$



Выражая p_m в МПа, V_h в л; n в мин⁻¹, получим формулу для мощности, затрачиваемой на механические потери, по аналогии с индикаторной мощностью, кВт

$$N_m = \frac{p_m i V_h n}{30 \tau}$$



Среднее давление механических потерь,
МПа

$$P_m = 30 \frac{N_m \tau}{i V_h n}$$

Среднее эффективное давление, МПа

$$P_e = P_i - P_m$$



Эффективная мощность, кВт

$$N_e = \frac{p_e i V_h n}{30 \tau}$$

Среднее эффективное давление, МПа

$$p_e = 30 \frac{N_e \tau}{i V_h n}$$



Механические потери оцениваются механическим КПД

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{P_e}{P_i}$$

Мощность, затрачиваемая на механические потери

$$N_m = N_{тр} + N_{вм} + N_{газ} + N_k$$



Или соответственно

$$P_m = P_{тр} + P_{вм} + P_{газ} + P_k$$

Двигатели	η_m	p_e , МПа
Четырехтактные карбюраторные	0,7...0,85	0,6... 0,95
Четырехтактные дизели	0,7...0,82	0,55...0,85
Газовые	0,75...0,85	0,5... 0,75
Четырехтактные дизели с наддувом	0,8...0,9	0,7...2,0
Двухтактные быстроходные дизели	0,7...0,85	0,4... 0,75



Эффективный КПД и удельный эффективный расход топлива

Степень использования теплоты определяется эффективным КПД

$$\eta_e = \eta_m \eta_i$$

Удельный расход топлива (экономичность двигателя), г/(кВт·ч)

$$g_e = \frac{3600}{H_u \eta_e}$$



Удельные расходы топлива и КПД двигателей

Двигатели	η_i	η_e	$g_{i\epsilon}$ г/(кВт ч)	$g_{e\epsilon}$ г/(кВт ч)
С искровым зажиганием	0,28... 0,39	0,25... 0,33	245... 300	300... 325
Быстроходные дизели	0,42... 0,48	0,35... 0,40	175... 205	217... 238
Газовые	0,28... 0,33	0,23... 0,28		