

Процесс наполнения цилиндра

Схема системы воздухообеспечения судового дизеля: Т-газовая турбина; К-центробежный компрессор; 1-поплавковый датчик уровня конденсата; 2 – автоматический клапан; 3 – сброс конденсата; t_{w1}, t_{w2} – температуры воды на входе и выходе из воздухоохладителя

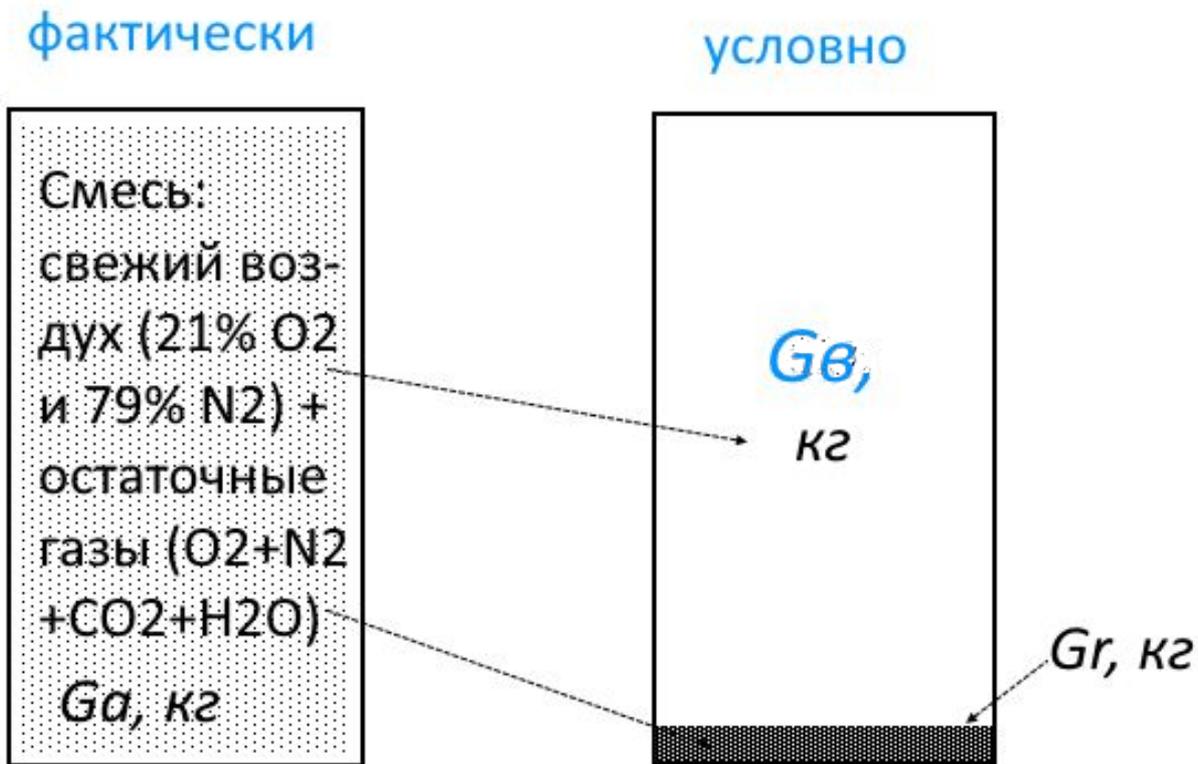
В процессе газообмена из цилиндра удаляются отработавшие газы – продукты сгорания углеводородного топлива и избыточный воздух. В идеальном варианте в конце газообмена (точка «а») весь объем цилиндра V_h заполнен свежим воздухом с параметрами p_s T_s . Этот идеальный заряд свежего воздуха определится произведением плотности на объем:

$$G_h = \rho_s V_h$$

Действительный свежий заряд G_B меньше G_h из-за потерь в процессе наполнения:

- 1- p_a меньше p_s (дросселирование на впуске)
- 2- T_a больше T_s (подогрев воздуха от стенок ЦПГ и от смешивания с горячими остаточными газами $T_r = 800$ K)
- 3- часть объема V_h заполнена остаточными газами
- 4- в 2-х тактных ДВС дополнительно теряется заряд на участке потеряннного рабочего объема цилиндра

Состав рабочего тела в цилиндре в конце процесса наполнения (начале сжатия)



Массовый баланс в точке "а":

$$G_a = G_b + G_r$$

коэффициент остаточных газов:

$$\gamma_r = \frac{G_r}{G_B}$$

Коэффициент наполнения

$$\eta_n = \frac{G_B}{G_h} = \frac{G_B}{V_h \rho_s}$$

Вывод формулы для расчета η_n наполнения 4-х тактного ДВС

$$G_a = G_B + G_r = G_B \left(1 + \frac{G_r}{G_B} \right) = G_B (1 + \gamma_r)$$

подставим в это уравнение $G_B = \eta_n \rho_s V_h$ и $G_a = \rho_a V_a$

получим $\rho_a V_a = \eta_n \rho_s V_h (1 + \gamma_r)$

далее подставим $V_a = V_c \varepsilon$ и $V_h = V_c (\varepsilon - 1)$ получим $V_c \varepsilon \rho_a = V_c (\varepsilon - 1) \rho_s \eta_n (1 + \gamma_r)$

$$\eta_n = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{\rho_a}{\rho_s} \cdot \frac{1}{1 + \gamma_r} \quad \text{где} \quad \rho_a = \frac{p_a}{R \cdot T_a} \quad \text{и} \quad \rho_s = \frac{p_s}{R \cdot T_s}$$

окончательно для 4 - х тактного ДВС

$$\eta_n = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_s} \cdot \frac{T_s}{T_a} \cdot \frac{1}{1 + \gamma_r}$$

Аналогично выводится формула для 2 - х тактн. ДВС

$$\eta_H = \frac{\varepsilon_D}{\varepsilon_D - 1} \cdot \frac{p_a}{p_s} \cdot \frac{T_s}{T_a} \cdot \frac{1}{1 + \gamma_r} \cdot (1 - \psi)$$

$$T_a = \frac{T_B + \gamma_r T_r}{1 + \gamma_r}$$

$$T_B = T_s + \Delta t_{\text{нод}} \quad \Delta t_{\text{нод}} = (10 \div 15) \text{ К}$$

Значения κ -тов наполнения и остаточных газов для судовых дизелей:

$$\eta_H = 0,85 \div 0,95; \quad \gamma_r = 0,01 \div 0,03 \quad \text{- четырехтактные;}$$

$$\eta_H = 0,65 \div 0,75; \quad \gamma_r = 0,04 \div 0,08$$

- двухтактные малооборотные с изобарным наддувом

После расчета k -та наполнения необходимо проверить укладывается ли полученное значение в диапазоны, указанные выше.

Итогом расчета процесса наполнения является расчет свежего заряда воздуха:

$$G_B = \eta_n \rho_s V_h$$

Для обеспечения полного сгорания топлива заряд должен обеспечивать необходимый избыток воздуха (для судовых дизелей примерно 2-х кратный)

Коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha = \frac{G_B}{14,35 \cdot g_{\text{ц}}},$$

где $g_{\text{ц}} = \frac{N_e \cdot g_e \cdot m}{60 \cdot n \cdot i}$, кг/цикл

- цикловая подача топлива