

Capitolo 1

MOTORI A PISTONI

SOLUZIONE ESERCIZI PROPOSTI (Vedi testo pag. 70 ÷ 71)

ESERCIZIO 1

Con i dati del problema, motore a ciclo Otto, a quattro cilindri e a quattro tempi, calcolo la portata di carburante

$$p_c = C_s W = 323,7 \cdot 27,94 = 9044 \text{ g/h} = 9,044 \text{ Kg/h}$$

Calcolo la portata di fluido (aria benzina) nel motore:

$$p_f = (1 + \alpha) p_c = (1 + 12,8) 9,044 = 124,8 \text{ Kg/h}$$

Ipotizzando il potere calorifico del carburante $H_c = 10500 \text{ Kcal/kg}$, posso calcolare la potenza termica effettiva sapendo che la perdita per incombusti è pari al 5%:

$$W_{t_{eff}} = 0,95 p_f \frac{H_c}{1 + \alpha} = 0,95 \cdot 124,8 \cdot \frac{10500}{1 + 12,8} = 90208 \text{ Kcal/h}$$

Calcolo la potenza termica persa per irraggiamento e raffreddamento:

$$W_{t_{i,r}} = 2,6 \cdot 860 W = 2,66 \cdot 860 \cdot 27,94 = 63915 \text{ Kcal/h}$$

La potenza termica associata ai gas di scarico, è pari a quella che corrisponde all'incremento di entalpia dalla temperatura di ingresso $T_0 = 20 + 273 = 293 \text{ °K}$ a quella di uscita T_4

$$W_{t_{gas}} = p_f C_p (T_4 - T_0)$$

Quindi dal bilancio termico del motore:

$$W_{t_{eff}} = W_{t_{i,r}} + W_{t_{gas}} = W_{t_{i,r}} + p_f C_p (T_4 - T_0)$$

Con $C_p = 0,27 \text{ Kcal/Kg °K}$, posso calcolare la **temperatura media dei gas di scarico T_4**

$$T_4 = \frac{W_{t_{eff}} - W_{t_{i,r}} + p_f C_p T_0}{p_f C_p} = \frac{90208 - 63915 + 124,8 \cdot 0,27 \cdot 293}{124,8 \cdot 0,27} = 1073 \text{ °K} = 800 \text{ °C}$$

ESERCIZIO 2

Con i dati del problema, motore a ciclo Otto, a quattro cilindri e a quattro tempi, considerando una pressione media effettiva $P_{me} = 765180 \text{ N/m}^2$, calcolo la potenza erogata dal motore:

$$W = P_{me} V \frac{n}{1000 \cdot 60 \cdot \frac{\tau}{2}} = 765180 \cdot 1,186 \cdot \frac{6000}{1000 \cdot 60 \cdot 2} = 45375 \text{ W} = 45,37 \text{ kW}$$

Calcolo la portata di carburante

$$p_c = C_s W = 353,6 \cdot 45,37 = 16043 \text{ g/h} = 4,456 \text{ g/s}$$

Quindi posso calcolare la **dosatura α della miscela**:

$$\alpha = \frac{M_a}{p_c} = \frac{58,06}{4,456} = 13$$

ESERCIZIO 3

Con i dati del problema, motore a ciclo Otto, a quattro cilindri e a quattro tempi, calcolo la portata di carburante

$$p_c = C_s W = 353,6 \cdot 45,35 = 16036 \text{ g/h} = 16,036 \text{ Kg/h}$$

Ipotizzando il potere calorifico del carburante $H_c = 10500 \text{ Kcal/kg}$, posso calcolare la potenza termica effettiva sapendo che la perdita per incombusti è pari al 5%:

$$W_{t_{eff}} = 0,95 p_c H_c = 0,95 \cdot 16,036 \cdot 10500 = 159959 \text{ Kcal/h} = 44,43 \text{ Kcal/s}$$

Calcolo la potenza termica persa per irraggiamento:

$$W_{t_i} = 2,79 \cdot 860 W = 2,79 \cdot 860 \cdot 45,35 = 108813 \text{ Kcal/h} = 30,22 \text{ Kcal/s}$$

La potenza termica associata alla refrigerazione, è pari a quella che corrisponde all'incremento di temperatura Δt che subisce la portata d'acqua G (calore specifico dell'acqua $c = 1 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{K}$)

$$W_{t_r} = c G \Delta t$$

Quindi dal bilancio termico del motore:

$$W_{t_{eff}} = W_{t_i} + W_{t_r} = W_{t_i} + c G \Delta t$$

Posso calcolare il **valore della portata che la pompa di circolazione dell'acqua refrigerante deve fornire**:

$$G = \frac{W_{t_{eff}} - W_{t_i}}{c \Delta t} = \frac{44,43 - 30,22}{1 \cdot 25} = 0,57 \text{ Kg/s}$$

ESERCIZIO 4

Con i dati del problema, motore alternativo con 4 cilindri, la cilindrata unitaria è:

$$\frac{V}{4} = \frac{\pi}{4} D^2 c \rightarrow V = \pi D^3 0,93$$

Da cui ricavo il diametro del pistone:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi \cdot 0,93}} = \sqrt[3]{\frac{1000}{\pi \cdot 0,93}} = 7 \text{ cm} = 70 \text{ mm}$$

Quindi la **corsa del pistone** risulta:

$$c = 0,93 D = 0,93 \cdot 70 = 65 \text{ mm}$$

Calcolo ora la **velocità media del pistone**:

$$v_m = 2 c \frac{n}{60} = 2 \cdot 0,065 \cdot \frac{3000}{60} = 6,5 \text{ m/s}$$

ESERCIZIO 5

Con i dati del problema, motore alternativo con 6 cilindri, conoscendo il rapporto di compressione, posso ricavare il **volume dello spazio morto**:

$$r = 1 + \frac{V_u}{V_{sm}} \rightarrow V_{sm} = \frac{V_u}{r - 1} = \frac{9500/6}{16 - 1} = 105 \text{ cm}^3$$

Dato che la corsa del pistone è 2 volte il raggio di manovella, $c = 2 \cdot 70 = 140 \text{ mm} = 14 \text{ cm}$

Posso ricavare l'alesaggio D:

$$\frac{V}{6} = \frac{\pi}{4} D^2 c \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4V}{6\pi c}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9500}{6\pi \cdot 14}} = 12 \text{ cm} = 120 \text{ mm}$$

ESERCIZIO 6

Con i dati del problema, motore alternativo a benzina, a 4 tempi, con 4 cilindri, calcolo la **potenza**:

$$W = P_{me} V \frac{n}{1000 \cdot 60 \cdot \frac{\tau}{2}} = 720000 \cdot 1,770 \cdot \frac{5000}{1000 \cdot 60 \cdot 2} = 53100 \text{ W} = 53,1 \text{ kW}$$

Calcolo la **coppia**:

$$C = \frac{9,549 \text{ W}}{n} = \frac{9,549 \cdot 53100}{5000} = 101,41 \text{ Nm}$$

Ipotezzando la corsa del pistone $c = 88 \text{ mm} = 8,8 \text{ cm}$, posso ricavare l'alesaggio D:

$$\frac{V}{4} = \frac{\pi}{4} D^2 c \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{V}{\pi c}} = \sqrt{\frac{1770}{\pi \cdot 8,8}} = 8 \text{ cm} = 80 \text{ mm}$$

Calcolo ora la **velocità media del pistone**:

$$v_m = 2 c \frac{n}{60} = 2 \cdot 0,088 \cdot \frac{5000}{60} = 14,67 \text{ m/s}$$

Sapendo che il consumo orario $C_h = 21,24 \text{ kg/h} = 0,0059 \text{ Kg/s}$, calcolo il **consumo specifico**:

$$C_s = \frac{C_h}{W} = \frac{0,0059}{53100} = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ Kg/J}$$

Calcolo il **rendimento del motore**:

$$\eta = \frac{1}{C_s P_{ci}} = \frac{1}{1,1 \cdot 10^{-7} \cdot 43000000} = 0,211$$

