

## IMPIANTO DI POMPAGGIO

Un impianto di pompaggio con pompa centrifuga azionato da un motore elettrico ha le seguenti caratteristiche:

- prevalenza manometrica  $H_m = 30 \text{ m}$ ;
- portata  $Q = 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ .

L'energia elettrica necessaria è fornita da un gruppo elettrogeno formato da un motore Diesel a quattro tempi e a quattro cilindri, direttamente collegato con un alternatore trifase a due coppie di poli che eroga corrente alla frequenza  $f = 50 \text{ Hz}$ . Fra il motore Diesel e l'alternatore è montato un volano di diametro  $D_m = 500 \text{ mm}$ . Calcolare il valore della massa della corona del volano in ghisa ed eseguirne la verifica di resistenza a forza centrifuga.

(tratto dal tema di Meccanica Applicata per l'esame di maturità tecnica industriale).

## SOLUZIONE

- *Calcolo della potenza del motore Diesel partendo dalla potenza idraulica della pompa*

La potenza idraulica  $P_i$  della pompa vale:

$$P_i = \frac{\rho \times g \times Q \times H_m}{1000} = \frac{1000 \times 9,81 \times 0,12 \times 30}{1000} = 35,3 \text{ kW}$$

in cui:

- $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  è la massa volumica dell'acqua;
- $Q = 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$  è la portata;
- $H_m = 30 \text{ m}$  è la prevalenza.

Considerando per la pompa il rendimento  $\eta_p = 0,75$ , la potenza effettiva o utile  $P_{eff}$  che deve essere erogata per generare portata e prevalenza, risulta:

$$P_{eff} = \frac{P_i}{\eta_p} = \frac{35,3}{0,75} = 47 \text{ kW}$$

Pertanto la potenza assorbita dal motore elettrico, con un rendimento del 95%, vale:

$$P_{m.el} = \frac{P_u}{\eta_{m.el}} = \frac{47}{0,95} = 49,5 \text{ kW}$$

Assumendo per l'alternatore il rendimento  $\eta_{alt} = 0,95$ , la potenza che il motore Diesel deve trasmettere all'alternatore risulta:

$$P_{mot} = \frac{P_{m.el}}{\eta_{alt.}} = \frac{49,5}{0,95} = 52,1 \text{ kW}$$

- *Dimensionamento del volano*

La frequenza di rotazione dell'albero è uguale alla velocità di rotazione del rotore dell'alternatore, si ottiene consultando il Manuale di Meccanica- Hoepli (**pag. L-65**):

$$n = \frac{60 \times f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \frac{\text{giri}}{\text{min}}$$

dove  $f$  è la frequenza della corrente (frequenza di rete) e  $p$  è il numero di coppie di poli dell'alternatore.

Scegliendo il coefficiente di fluttuazione  $\varphi = 0,25$  e il grado di irregolarità  $\delta = 0,0025$  (tabelle presenti nel "Manuale di Meccanica" Ed. Hoepli), il valore del momento d'inerzia di massa, risulta:

$$J = \frac{\varphi \times P \times 60^3}{4 \times \pi^2 \times \delta \times n^3} = \frac{0,25 \times 52\,100 \times 60^3}{4 \times \pi^2 \times 0,0025 \times 1500^3} = 8,44 \text{ kg m}^2$$

La massa della corona del volano vale:

$$m = \frac{4 \times J}{D_m^2} = \frac{4 \times 8,44}{0,500^2} = 135 \text{ kg}$$

La velocità angolare dell'albero, nota la frequenza di rotazione, risulta:

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60} = \frac{2 \times \pi \times 1500}{60} = 157 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

La velocità periferica media vale:

$$v_m = \omega \times R_m = 157 \times \frac{0,500}{2} = 39,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

e la tensione indotta nella corona del volano dalla forza centrifuga risulta:

$$\sigma = \rho \times v_m^2 = \frac{7250 \times 39,25^2}{10^6} = 11,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Poiché per la verifica di resistenza deve essere:

$$\sigma \leq \sigma_{ams}$$

in cui  $\sigma_{ams} = 12 \text{ N/mm}^2$ , la verifica di resistenza ha dato risultato positivo.