

Una pompa a stantuffo, a semplice effetto, è azionata da una manovella d'estremità che ruota alla velocità di 150 giri/min. I dati di targa della macchina sono:

- portata $Q = 15 \text{ dm}^3/\text{s}$ di acqua;
- prevalenza totale: 80 m di colonna d'acqua.

Il candidato, dopo aver fissato opportunamente i rapporti caratteristici del manovellismo e ogni altro dato occorrente, esegua:

- il disegno schematico del manovellismo, dal quale risultino le quote degli elementi principali necessari per la definizione della geometria;
- il dimensionamento del perno di estremità della manovella, nell'ipotesi che sia interposta una bronzina fra esso e la biella;
- il disegno di fabbricazione del perno stesso, completo di quote, tolleranze e grado di rugosità superficiale;
- il ciclo di lavorazione, nell'ipotesi che si debba produrre un lotto di pochi elementi;

Il candidato accenni, inoltre, alle procedure da adottare per effettuare un controllo di qualità.

Buona parte di quanto richiesto dal problema è competenza di altre discipline di studio; ci limiteremo quindi a considerare i primi due punti.

Calcolo del raggio di manovella e della lunghezza di biella

Facciamo riferimento alla figura A. La portata volumetrica di una pompa a stantuffo monocilindrica a semplice effetto, espressa in m^3/s , è data dal prodotto della cilindrata del singolo cilindro (pari alla portata aspirata a ogni giro della manovella) moltiplicata per la velocità di rotazione (espressa in giri/s), moltiplicata per il rendimento volumetrico:

$$Q = \left(\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot C \right) \cdot \frac{n}{60} \cdot \eta_v$$

Dati del problema sono la portata volumetrica $Q = 15 \text{ dm}^3/\text{s}$ e la velocità $n = 150 \text{ giri/min}$.

Il rendimento volumetrico, che tiene conto del fatto che il fluido aspirato a ogni ciclo è minore del volume teoricamente disponibile, varia nell'intervallo $\eta_v = 0,95 \div 0,99$. Ipotizziamo un rendimento volumetrico $\eta_v = 0,97$ e fissiamo un rapporto tra corsa e diametro del pistone della pompa pari a $C/D = 1,5$. Si ha quindi:

$$15 = \left(\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot 1,5 \cdot D \right) \cdot \frac{150}{60} \cdot 0,97$$

da cui si ricava $D^3 = 5,253 \text{ dm}^3$ e quindi $D = 173,8 \text{ mm}$, che arrotondiamo a 174 mm.

La corsa del pistone è allora $C = 1,5 \cdot 174 = 261 \text{ mm}$.

Il raggio di manovella è $r = \frac{C}{2} = \frac{261}{2} = 130,5 \text{ mm}$.

Fissato un rapporto $\mu = l/r = 4$, che rientra tra i valori normalmente utilizzati, la lunghezza della biella sarà:

$$l = \mu \cdot r = 4 \cdot 130,5 = 522 \text{ mm}$$

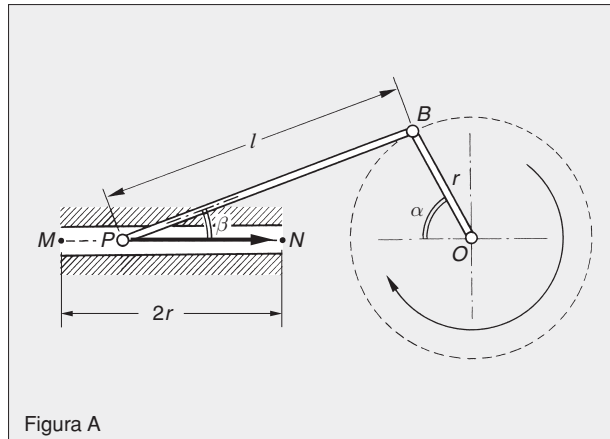


Figura A

La pressione massima che agisce sul pistone si ricava dalla prevalenza della pompa, assegnata dal testo in 80 m di colonna d'acqua:

$$p_{max} = \rho \cdot g \cdot H = 1000 \cdot 9,81 \cdot 80 = 784\,800 \text{ Pa}$$

Quindi la forza massima che agisce sulla biella sarà:

$$F_{max} = p_{max} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 784\,800 \cdot \frac{\pi \cdot 0,174^2}{4} \cong 18\,660 \text{ N}$$

e sarà trasmessa al bottone di manovella.

Dimensionamento del perno di estremità della manovella

Il perno del bottone di manovella (figura B) si dimensiona come un perno portante di estremità sollecitato da una forza agente normalmente al proprio asse, che è quella trasmessa dalla biella; se ne calcolano diametro d e lunghezza l in base al materiale utilizzato e alla pressione specifica massima ammissibile. Si assume solitamente un rapporto l/d compreso tra 0,9 e 1,3 e una pressione ammissibile compresa tra 5 e 10 N/mm².

Scegliamo come materiale per realizzare il perno un acciaio al carbonio da bonifica C 30 UNI 7845 (si veda tab. 26, pag. 372 del Manuale) con tensione di rottura $\sigma_r = 560 \text{ N/mm}^2$; se assumiamo un coefficiente di sicurezza $a = 9$, questo comporta una tensione ammissibile a fatica $k = 62 \text{ N/mm}^2$.

Abbiamo visto nel capitolo 6 del volume 3 che, assegnata la pressione ammissibile (che assumeremo pari a 8 N/mm²), per un perno di estremità è comodo usare la formula

$$d = \sqrt[4]{\frac{5 \cdot F^2}{k \cdot p_a}} = \sqrt[4]{\frac{5 \cdot 18\,660^2}{62 \cdot 8}} \cong 43,2 \text{ mm}$$

che arrotondiamo a 44 mm.

Quindi si calcola

$$l = \frac{F}{p_a \cdot d} = \frac{18\,660}{8 \cdot 44} \cong 53,1 \text{ mm}$$

che arrotondiamo a 54 mm. Ne risulta un rapporto $l/d = 1,23$, che rientra nei valori normalmente accettati, e una pressione specifica di contatto pari a 7,85 N/mm².

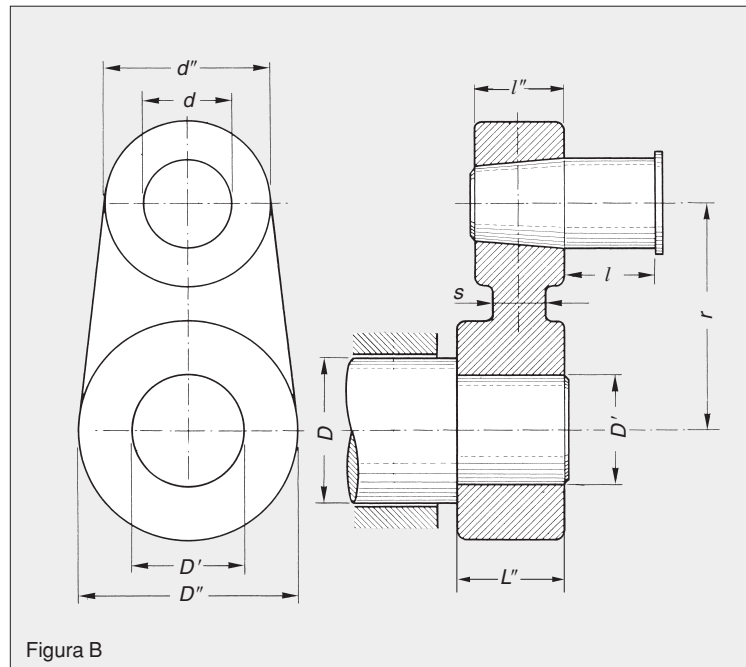


Figura B