

ARGOMENTO Verricello, ruote dentate

RIFERIMENTO Volume 1, Capitolo 5; Volume 2, Capitoli 11 e12

Una coppia di ruote dentate a denti diritti trasmette il moto da un motore al tamburo di un verricello. Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:

- potenza del motore: 20 kW al regime di 800 giri/min;
- diametro del tamburo: 0,35 m;
- velocità massima di sollevamento del carico: 0,7 m/s.

Il candidato, assumendo con opportuno criterio ogni altro dato occorrente, esegua il proporzionamento della trasmissione e la determinazione del carico sollevabile.

Indichi inoltre le macchine e le attrezzature occorrenti per una produzione di media serie di una delle ruote dentate.

Non si risponderà all'ultima domanda, essendo oggetto di un'altra disciplina di studio; per quanto riguarda il proporzionamento della trasmissione, si procede nel modo seguente, tenendo conto dello schema di figura.

Se la velocità del carico è 0,7 m/s, con diametro del tamburo di 0,35 m, la velocità angolare del tamburo sarà:

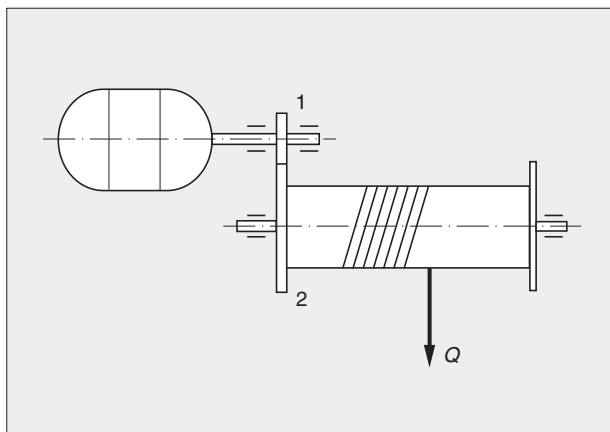
$$\omega_t = \frac{v}{r} = \frac{2 \cdot v}{d} = \frac{2 \cdot 0,7}{0,35} = 4 \text{ rad/s}$$

La velocità angolare del motore è

$$\omega_m = \frac{2\pi \cdot 800}{60} \approx 83,8 \text{ rad/s}$$

per cui il rapporto di trasmissione deve essere

$$i = \frac{83,8}{4} = 20,95$$



Assumendo un numero di denti del pignone pari a $z_1 = 20$, la ruota condotta dovrà avere $z_2 = 419$ denti.

Eseguiamo il dimensionamento della coppia di ruote sia a usura sia a flessione, scegliendo poi il modulo maggiore tra i due risultanti.

Il momento torcente da trasmettere è

$$M_{t1} = \frac{P_m}{\omega_m} = \frac{20000}{83,8} = 238,7 \text{ N} \cdot \text{m} = 238700 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Si sceglie come materiale per le ruote un acciaio da bonifica C50 UNI7845, per il quale (v. Manuale, pagg. 702-703) possiamo assumere, per il dimensionamento a flessione, $\sigma_{am} = 235 \text{ N/mm}^2$, e per il dimensionamento a usura $p_{am} = 375 \text{ N/mm}^2$. Assumendo anche $\lambda = 12$ si ottiene quanto segue.

Dimensionamento a flessione

Ipotizzando $v = 10 \text{ m/s}$ si calcola $f_v = 0,65$ e

$$m = G \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{f_v \cdot \sigma_{am} \cdot \lambda}}$$

Dal Manuale, per $z_1 = 20$ si ricava $G = 0,6$; quindi

$$m = 0,6 \cdot \sqrt[3]{\frac{238700}{0,65 \cdot 235 \cdot 12}} \cong 3,04 \text{ mm}$$

Dimensionamento a usura

Sappiamo che

$$m = C \cdot \sqrt[3]{\frac{M_1}{\lambda \cdot P_{am}^2}}$$

dove C si ottiene interpolando la tab. 62 per $z_1 = 20$ e $z_2/z_1 = 21$. Quindi $C = 11,2$ e

$$m = 11,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{238700}{12 \cdot 375^2}} \cong 5,84 \text{ mm}$$

Si assume quindi $m = 6$ mm e si ottiene:

$$z_1 = 20 \quad d_{p1} = 120 \text{ mm} \quad z_2 = 419 \quad d_{p2} = 2010 \text{ mm}$$

Risulta una coppia di ruote di ingombro molto elevato, ma è il testo che richiede una sola coppia di ruote dentate, e con l'elevato rapporto di trasmissione richiesto la cosa è inevitabile.

Calcolo del carico massimo sollevabile

Sappiamo che il rendimento della trasmissione si può calcolare con l'espressione:

$$\eta = \frac{1}{1 + f \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right)}$$

Assumendo $f = 0,2$ risulta $\eta = 0,96$.

La potenza utile che si riesce a trasmettere al verricello è quindi:

$$P_u = P_m \cdot \eta = 20 \cdot 0,96 \cong 19,2 \text{ kW}$$

ma la potenza è anche pari a $P_u = Q \cdot v$, quindi il massimo carico sollevabile alla velocità di 0,7 m/s sarà:

$$Q = \frac{P_u}{v} = \frac{19200}{0,7} \cong 27440 \text{ N}$$