

## 17.4 VERIFICA E PROGETTAZIONE DEI CUSCINETTI A STRISCIAMENTO

Per la verifica e la progettazione accurata dei cuscinetti a strisciamento occorre partire dalle soluzioni dell'equazione di Reynolds.

Esse sono date in un celebre lavoro di Raimondi e Boyd (1958). La geometria del perno e del cuscinetto è data in fig 110.

I valori delle variabili di progetto sono date, in funzione del numero di Sommerfeld, nelle figg. 111, 112, 113, 114, 115. In esse vi sono solo quattro curve per  $L/D$ , per cui sarà necessaria la seguente formula di interpolazione:

$$y = \frac{1}{(L/D)^3} \left[ -\frac{1}{8} \left(1 - \frac{L}{D}\right) \left(1 - \frac{2L}{D}\right) \left(1 - \frac{4L}{D}\right) y_{\infty} + \right. \\ \left. + \frac{1}{3} \left(1 - \frac{2L}{D}\right) \left(1 - \frac{4L}{D}\right) y_1 - \frac{1}{4} \left(1 - \frac{L}{D}\right) \left(1 - \frac{4L}{D}\right) y_{1/2} + \right. \\ \left. + \frac{1}{24} \left(1 - \frac{L}{D}\right) \left(1 - \frac{2L}{D}\right) y_{1/4} \right]$$

dove  $y$  è il parametro desiderato per qualsiasi valore di  $L/D$  maggiore di  $1/4$  e  $y_{\infty}$ ,  $y_1$ ,  $y_{1/2}$ ,  $y_{1/4}$  sono i valori di quello stesso parametro per  $L/D = \infty$ ,  $1$ ,  $1/2$  e  $1/4$  rispettivamente.

I grafici sono stati pensati soprattutto per la verifica; per entrare in essi occorrono le seguenti grandezze:

Tabella 25: Valori di carico per cuscinetti a strisciamento

Applicazione del cuscinetto	Pressione specifica $p$ (MPa)	Prodotto $pv$ (MW/m <sup>2</sup> )	Viscosità $\mu$ (mPa·s)	$\mu n/p$ ( $\cdot 10^{-8}$ )	$\psi$ ‰	$L/D$
<b>Assali</b>						
Locomotive	4	4	600	7 ÷ 12	1 max	1,6 ÷ 1,8
Vagoni ferroviari	2 ÷ 4	4	500	12 ÷ 25	1 max	1,8 ÷ 2
<b>Perni di manovella e di biella</b>						
Aeromobili	5 ÷ 35	90	8	2,5		0,5 ÷ 1,5
Automobili	10 ÷ 24	—	8	2,5	1 max	0,5 ÷ 1,4
Diesel	10 ÷ 28	—	20 ÷ 60	1,2 ÷ 2,5	1	0,8 ÷ 1,5
Gas	8 ÷ 12	14	20 ÷ 60	2,5 ÷ 4	1	0,8 ÷ 1,5
Vapore (alta velocità)	3 ÷ 8	14	30	1,5 ÷ 4	1 max	1
Vapore (bassa velocità)	6 ÷ 10	—	80	1,5 ÷ 2	1 max	1 ÷ 1,25
Cesoie e punzonatrici	35 ÷ 55	—	100	—	1	1 ÷ 2
<b>Perni di banco</b>						
Aeromobili	4 ÷ 12	70	25 ÷ 30	4 ÷ 6	1 max	0,6 ÷ 1,5
Automobili	2 ÷ 12	—	25 ÷ 30	5 ÷ 7	1 max	0,8 ÷ 1,5
Diesel	2 ÷ 8	35	20 ÷ 60	4 ÷ 5	1 max	0,8 ÷ 1,5
Gas	3 ÷ 7	—	20 ÷ 60	5 ÷ 7	1 max	0,4 ÷ 2
Vapore (alta velocità)	0,4 ÷ 4	—	15 ÷ 30	6 ÷ 7	1 max	1,3 ÷ 1,7
Vapore (bassa velocità)	14 ÷ 28	—	100	—	1	1 ÷ 2
<b>Spinotti</b>						
Aeromobili	20 ÷ 70	—	7 ÷ 8	2 ÷ 4	1 max	0,6 ÷ 1,5
Automobili	10 ÷ 35	—	7 ÷ 8	2 ÷ 4	1 max	0,8 ÷ 1,5
Diesel	8 ÷ 12	—	20 ÷ 60	5 ÷ 6	1 max	0,8 ÷ 1,5
Gas	8 ÷ 14	—	20 ÷ 60	1,5 ÷ 2,5	1 max	0,8 ÷ 1,2
Vapore (alta velocità)	10 ÷ 12	—	25	1,2	1	1,4 ÷ 1,6
Vapore (bassa velocità)	7 ÷ 10	—	70	1,2	1	1,2 ÷ 1,5
Generatori e motori	0,7 ÷ 1,4	2	25	50	1	1 ÷ 2
Macchine di sollevam.	0,5 ÷ 0,6	—	—	—	—	—
Trasmissioni	0,1 ÷ 1,0	1	25 ÷ 60	7 ÷ 25	1	2,5 ÷ 3
Riduttori	0,6 ÷ 1,7	3,5	30 ÷ 50	10 ÷ 75	1	2 ÷ 4
Macchine utensili	0,3 ÷ 2,0	0,35	40	0,5 ÷ 2,5	1	1 ÷ 3
Turbine a vapore	0,5 ÷ 2,0	35	10 ÷ 20	25 ÷ 50	1	1 ÷ 2

- viscosità  $\eta$
- Carico radiale sul cuscinetto  $W$ ,
- velocità di rotazione  $n$  in giri al *secondo*
- diametro del cuscinetto (usare il diametro del perno o del foro è assolutamente indifferente),
- il gioco radiale  $\psi = c/R$ .

In fase di progetto alcune di queste grandezze devono essere date a priori tramite la progettazione speditiva del paragrafo precedente. Essa deve fornire diametro, lunghezza e gioco radiale  $c$ .

Di poi si assegna una temperatura di esercizio (primo tentativo  $(60 \div 80)^\circ \text{C}$ ), e si calcola la viscosità dell'olio, determinando così finalmente il numero di Sommerfeld

$$S = \left(\frac{R}{c}\right)^2 \frac{\eta n}{p}$$

Dall'apposito abaco si ricava l'altezza del meato e in base ad essa si assegni la rugosità delle superfici. Si fa uso in questo caso del criterio di Kreisle che stabilisce che la condizione di lubrificazione perfetta cessa, e inizia quella in velo sottile, quando le creste delle asperità superficiali si

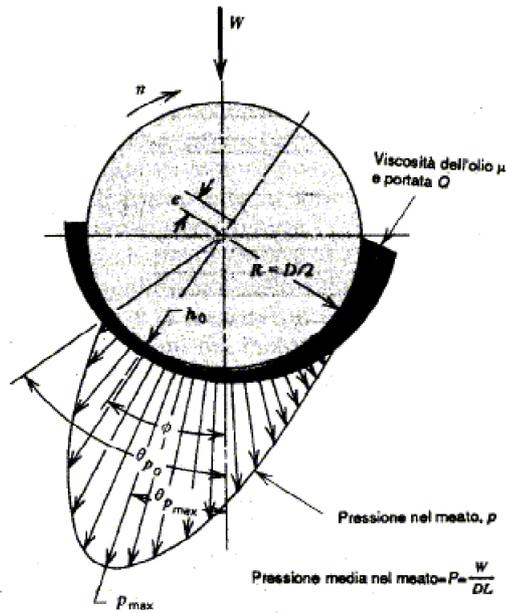


Figura 110: Complessivo perno-cuscinetto: notazioni usate e diagramma polare dell'andamento della pressione

toccano. Deve perciò essere, se le due superfici hanno la stessa rugosità  $R_a$ ,

$$R_a \leq \frac{h_m}{2}$$

Si trova la portata dell'olio in uscita  $Q_s$  e la potenza dissipata per attrito, da cui si ricava la temperatura dell'olio in uscita.