

TECHNICAL INSIGHT

UNA PUBBLICAZIONE DI NSK EUROPE

Durata – Calcolare la durata di esercizio prevista per i cuscinetti volventi

La durata del cuscinetto è essenzialmente il periodo di tempo durante il quale un cuscinetto è in grado di svolgere in maniera soddisfacente le proprie funzioni in condizioni operative predefinite. Si basa sul numero probabile di rotazione che un cuscinetto può completare prima di mostrare sintomi di fatica, tra cui fenomeni di sfaldamento o frattura dovuti alle sollecitazioni.

Che cosa determina la durata di esercizio di un cuscinetto?

Oltre all'usura naturale e ai danni da utilizzo, i cuscinetti possono cedere (in modo prematuro) a causa di altri fattori tra cui: temperature estreme, cricche, carenza di lubrificazione o danni a tenute o gabbie. Danni di questo tipo rappresentano generalmente il risultato di una cattiva scelta dei cuscinetti, di imprecisioni nella progettazione dei componenti, di errori di montaggio o di una manutenzione inadeguata.

1. Durata a fatica nominale L_{10}

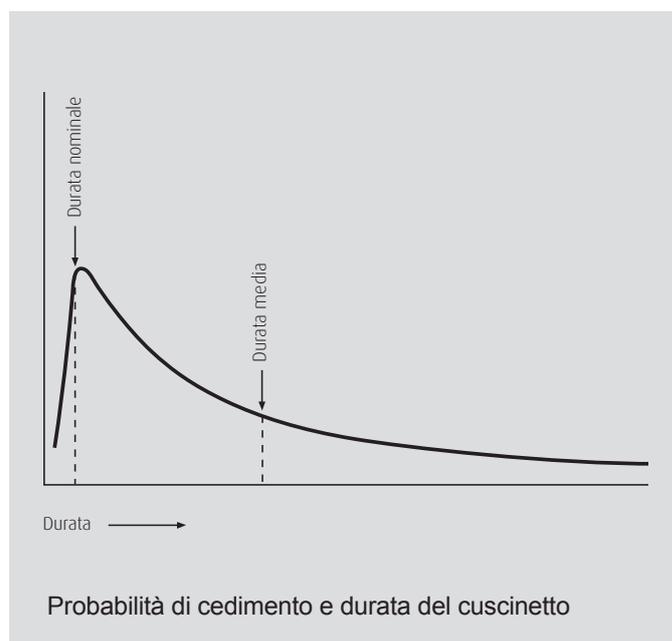
La durata a fatica nominale di un cuscinetto si misura con il numero di giri che il 90% dei cuscinetti di un determinato gruppo è in grado di raggiungere o con il conteggio delle ore di funzionamento senza guasti oltre a una determinata soglia di tempo (probabilità di cedimento: 10%).

Una formula standard, conosciuta anche come il metodo a catalogo (ISO 281), viene usata come procedura convenzionale per il calcolo della durata di un cuscinetto. I parametri includono il carico dei cuscinetti, la velocità di rotazione, la capacità di carico e la tipologia di cuscinetto. Si utilizza per calcolare la durata a fatica nominale L_{10} o L_{10h} .

› Si definisce **coefficiente di carico dinamico** quel carico stazionario costante che, applicato ai cuscinetti, determina una durata a fatica nominale di un milione di giri (10^6). Per i cuscinetti radiali viene definito coefficiente



Segni tipici da fatica: piccole scaglie di materiale si staccano dal cuscinetto (sfaldamento).



di carico dinamico quel carico radiale centrale di direzione e intensità costanti, mentre per i cuscinetti assiali risulta quel carico assiale di intensità costante agente nella stessa direzione dell'asse centrale. I coefficienti di carico dinamico sono riportati nelle tabelle dimensionali, sotto le sigle C_r per i cuscinetti radiale e C_a per i cuscinetti assiali.

Il carico dinamico equivalente P si definisce come il carico radiale matematico per i cuscinetti radiali o il carico assiale per i cuscinetti assiali con grandezza e direzione costanti che esercita lo stesso effetto sulla durata del cuscinetto delle forze che agiscono realmente sul componente.

Nel caso di carichi misti o costanti, il valore P è calcolato attraverso la seguente formula: $P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$.

Ad eccezione dei cuscinetti assiali a sfere:

$$P = F_a + 1,2 \cdot F_r$$

Regolare i cuscinetti in base alle temperature di esercizio.

Se i cuscinetti vengono utilizzati a temperature elevate, l'acciaio può perdere la propria durezza. Per questo motivo è necessario regolare la velocità nominale per temperature più elevate con l'ausilio della seguente equazione:

2. Durata modificata dei cuscinetti

Sebbene la durata nominale sia un criterio sufficiente, per molte applicazioni è preferibile calcolare la durata di esercizio in maniera più precisa, prendendo in considerazione la lubrificazione e la contaminazione.

È stato anche stabilito che l'ottima qualità degli acciai e delle lavorazioni oggi disponibili consente ai cuscinetti di garantire una durata superiore alla durata nominale L_{10} se le condizioni sono favorevoli e se il carico di contatto non supera un determinato livello. Tuttavia, condizioni operative sfavorevoli potrebbero ridurre la durata di vita. Sono stati definiti anche i fattori a_1 e a_{iso} per tener conto anche di questa possibilità, dando vita alla durata modificata L_{nm} .

Calcolare la durata di esercizio dei prodotti NSK attraverso il software ABLE Forecaster

Il software "ABLE-Forecaster" (Advanced Bearing Life Equation, metodo di calcolo avanzato della durata dei cuscinetti) sviluppato da NSK fornisce informazioni più precise sulla durata dei prodotti NSK poiché vengono considerati nei calcoli anche scenari applicativi e test.

L_{10}/L_{10h} : **Coefficiente di durata a fatica nominale**
[10⁶ giri / h]

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \text{ o } L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

C Coefficiente di carico dinamico [N]
 P Carico dinamico equivalente [N]
 p Esponente (3 per i cuscinetti a sfera, 10/3 per i cuscinetti a rulli) [-]
 n Velocità di rotazione [giri/min]

C_t : **Coefficiente di carico dinamico**

$$C_t = f_t \cdot C$$

C_t Coefficiente di carico dinamico corretto per effetto temperatura (N)
 f_t Fattore correttivo
 C Coefficiente di carico dinamico prima della regolazione della temperatura (N)

Fattore correttivo f_t

Temperatura cuscinetto °C	125	150	175	200	250
Fattore correttivo f_t	1.00	1.00	0.95	0.90	0.75

L_{nm}/L_{nmh} **Durata modificata** [10⁶ giri] / [10⁶ giri/ora]

$$L_{nm} = a_1 \cdot a_{iso} \cdot L_{10} \quad L_{nmh} = a_1 \cdot a_{iso} \cdot L_{10h}$$

a_1 Coefficiente di durata di esercizio per affidabilità [-]
 a_{iso} Coefficiente di durata di esercizio che tiene conto dei metodi di produzione moderni, della qualità dell'acciaio, della lubrificazione, della contaminazione, ecc.

Fattore di affidabilità a_1

Affidabilità (%)	90	95	96	97	98	99
a_1	1.00	0.64	0.55	0.47	0.37	0.25