

1 Cuscinetti volventi (o a rotolamento)

1.1 Generalità

Un cuscinetto volvente (**Figura 1**) è costituito essenzialmente da:

- una parte fissa – un *anello* o una *ralla* – che viene bloccata sul suo supporto o in un alloggiamento ricavato nell'incastellatura della macchina;
- una parte mobile – anch'essa un *anello* o una *ralla* – che viene collegata rigidamente all'albero;
- *corpi volventi (rotolanti)*: *sfere*, *rulli cilindrici*, *rulli conici*, *rulli a botte*, *aghi (rullini)* ecc. che:
 - rotolano sui due anelli (o ralle) tra i quali sono interposti;
 - garantiscono la rotazione relativa tra la parte fissa e quella mobile;
- una *gabbia distanziatrice* che tiene separati gli elementi volventi;
- eventuali *schermi di protezione* che:
 - trattengono il lubrificante;
 - impediscono l'ingresso di eventuali detriti o di agenti contaminanti (**Figura 2**).



Figura 1

Esempio di cuscinetto volvente: cuscinetto a sfere.



Figura 2

Cuscinetto a sfere scomposto nelle sue parti componenti. Da sinistra: schermo di protezione lato sinistro, anello esterno, corpi volventi (sfere), gabbia distanziatrice, anello interno, schermo di protezione lato destro.

1.2 Classificazione dei cuscinetti volventi

In base alla forma degli elementi volventi, i cuscinetti a rotolamento prendono il nome di *cuscinetti a sfere*, *a rulli cilindrici*, *a rulli conici*, *a rullini*.

Un'ulteriore classificazione dei cuscinetti volventi si basa sulla loro capacità di reazione rispetto alla direzione dei carichi. Sulla base di tale caratteristica i cuscinetti volventi si suddividono in:

- cuscinetti radiali**: sopportano forze dirette in prevalenza perpendicolarmente al loro asse geometrico;
- cuscinetti assiali**: sopportano esclusivamente forze dirette secondo il loro asse; non hanno alcuna efficacia, cioè, nei confronti delle forze radiali, anche se di piccola entità;
- cuscinetti obliqui**: possono sopportare contemporaneamente sia carichi agenti parallelamente sia carichi agenti perpendicolarmente al loro asse geometrico.

In base alla rotazione relativa degli anelli o delle ralle, i cuscinetti possono essere *rigidi* o *oscillanti (orientabili)*.

I cuscinetti *rigidi* non consentono deviazioni del loro asse geometrico rispetto all'asse dell'albero sul quale sono calettati; quelli *oscillanti*, invece, consentono oscillazioni del proprio asse, purché di lievi entità.

1.3 Confronto tra cuscinetti volventi e cuscinetti radenti

I *cuscinetti volventi* (o *a rotolamento*) si differenziano da quelli *radenti* (o *a strisciamento*) sostanzialmente per le seguenti caratteristiche:

- presenza di elementi rotolanti (volventi) quali sfere, rulli ecc. interposti tra le due superfici in moto relativo;
- coefficiente d'attrito notevolmente inferiore all'attrito di strisciamento dei cuscinetti radenti. Ad esempio, mentre il coefficiente d'attrito di un cuscinetto a sfere è circa 0,0015, se radiale, e 0,0013, se assiale, quello di un cuscinetto radente autolubrificante (acciaio/tessuto PTFE) varia da 0,02 a 0,15 o, per un cuscinetto acciaio/bronzo, da 0,10 a 0,25. Ne consegue che con l'impiego dei cuscinetti volventi si ha il beneficio di una notevole riduzione delle dissipazioni di energia;
- a differenza di alcuni tipi di cuscinetti radenti, i cuscinetti volventi non possono essere frazionati in due metà; devono quindi essere inseriti sugli alberi dalle estremità degli stessi. Questa loro caratteristica ne impedisce l'impiego nei supporti intermedi, ad esempio nei supporti di banco degli alberi a gomiti, dove essi sono necessariamente sostituiti dalle bronzine;
- maggiore facilità di sostituzione;
- maggiore capacità di funzionare in ambienti polverosi.

1.4 Tipologie di cuscinetti volventi

Le tipologie di cuscinetti volventi che prendiamo in esame sono le seguenti:

Cuscinetti a sfere

a) Cuscinetti radiali

- rigidi
 - a una corona di sfere (Figura 3)
 - a due corone di sfere (Figura 4)
- oscillanti (orientabili)
 - a una corona di sfere
 - a due corone di sfere (Figura 5)
- ibridi
 - a sfere (SKF, Norelem) (Figura 6)

b) Cuscinetti obliqui

- a una corona di sfere (Figura 7)
 - disposizione *in tandem* (Figura 8)
 - disposizione *a O* (Figura 9)
 - disposizione *a X* (Figura 10)

c) Cuscinetti assiali (cuscinetti reggispinta)

- a sfere
 - a semplice effetto (Figura 11)
 - a doppio effetto (Figura 12)
- orientabili a sfere
 - a semplice effetto (Figura 13a)
 - a doppio effetto (Figura 13b)

Cuscinetti a rulli

a) Cuscinetti radiali

- a una corona di rulli cilindrici (Figura 14)
- a pieno riempimento
 - a una corona di rulli cilindrici (Figura 15)
 - a due corone di rulli cilindrici (Figura 16)
- orientabili a rulli (Figura 17)
- ibridi
 - a rulli cilindrici
- a rullini (Figura 18)
- gusci a rullini (Figura 19)



Figura 3

Cuscinetto radiale rigido a una corona di sfere – *Single row deep groove ball bearings*.

b) Cuscinetti obliqui

- a una corona di rulli conici (Figura 20)
 - disposizione *in tandem*
 - disposizione *a O* (Figura 21a)
 - disposizione *a X* (Figura 21b)

c) Cuscinetti assiali (cuscinetti reggispinta)

- a rulli cilindrici (Figura 22)
- orientabili
 - a rulli (Figura 23)

1.5 Caratteristiche principali dei vari tipi di cuscinetti

Cuscinetti radiali rigidi a una corona di sfere

I cuscinetti radiali rigidi a una corona di sfere (**Figura 3**):

- sono strutturalmente semplici;
- possono sopportare non solo carichi radiali, ma anche carichi assiali, purché di modesta entità;
- sono impiegati anche su alberi rotanti a elevata velocità;
- possono essere realizzati a una o a due corone di sfere;
- l'*anello esterno*, che costituisce la parte fissa, viene bloccato in un alloggiamento ricavato nell'incastellatura della macchina; l'*anello interno*, collegato rigidamente all'albero, costituisce la parte mobile;
- generalmente sono *schermati*, ovvero sono dotati di *schermi protettivi* che hanno la funzione di impedire l'ingresso di detriti che potrebbero solcare le *gole (piste)*, cioè le cavità realizzate sugli anelli ed entro le quali rotolano le sfere.

La capacità di carico dei **cuscinetti radiali rigidi a due corone di sfere** è superiore, a parità di dimensioni, a quella dei cuscinetti radiali rigidi a una corona di sfere (**Figura 4**).

Cuscinetti radiali oscillanti (o orientabili) a sfere

I cuscinetti radiali oscillanti (o orientabili) a sfere:

- sono impiegati quando è richiesta un'elevata rotazione tra i due anelli;
- se realizzati con *due corone di sfere*, queste rotolano su due piste distinte praticate nell'anello interno e su un'unica superficie sferica ricavata nell'anello esterno (**Figura 5**);
- se sono realizzati a *una sola corona di sfere*, l'anello esterno è alloggiato su una sede sferica;



Figura 4

Cuscinetto radiale rigido a due corone di sfere – *Double row deep groove ball bearings*.



Figura 5

Cuscinetto radiale oscillante (o orientabile) con due corone di sfere – *Self aligning ball bearings*.

- sono adatti dove si prevedono notevoli inflessioni dell'albero o errori di allineamento;
- l'attrito è molto ridotto: possono pertanto operare anche a velocità elevate senza scaldarsi.

Cuscinetti radiali a sfere ibridi SKF

I *cuscinetti ibridi*, noti in commercio con il nome di *ceralite*, brevettati dalla SKF, sono normali cuscinetti a sfere nei quali una sola sfera è in *ceramica* (nitrato di silicio – Si_3N_4).

La caratteristica principale di questi cuscinetti consiste in un'elevata resistenza all'usura. La ceramica infatti ha un'ottima resistenza a usura, superiore a quella della *stellite* (una lega cobalto-cromo ad alto tenore di cobalto) e delle leghe di acciaio ad alto tenore di tungsteno.

È stato rilevato, infatti, che è proprio a causa della presenza di particelle estranee dure che, per l'usura che ne consegue, la durata e la precisione di un cuscinetto possono diminuire anche notevolmente.

La sfera in ceramica, per effetto della sua elevata durezza, frantuma le particelle estranee eventualmente presenti sulle piste degli elementi volventi e le fa penetrare entro la superficie degli anelli, che è più tenera. Ne consegue, perciò, una maggiore durata di esercizio di questi cuscinetti negli ambienti contaminati rispetto a quella dei cuscinetti tradizionali.

Un'ulteriore caratteristica dei cuscinetti ibridi è la silenziosità: infatti la sfera in ceramica, che pesa il 40% di una sfera d'acciaio, non origina squilibri o vibrazioni, ma, al contrario, leviga le superfici, tanto che, con il tempo, specie in ambienti contaminati, la silenziosità aumenta.

I cuscinetti ibridi sono anche conosciuti come cuscinetti “che si autoriparano” (*Self-healing bearings*).

Cuscinetti radiali a sfere ibridi Norelem

I cuscinetti radiali a sfere ibridi prodotti dalla Norelem (**Figura 6**):

- hanno gli anelli di acciaio, mentre le sfere sono realizzate in *ceramica* (nitrato di silicio – Si_3N_4);
- raggiungono velocità più elevate e durate maggiori dei corrispondenti cuscinetti costruiti interamente in acciaio;
- le piste a gole profonde consentono di sopportare carichi sia radiali sia assiali, questi ultimi nei due sensi;
- offrono elevata resistenza al passaggio della corrente elettrica e, per questo, sono utilizzati nei motori elettrici e negli elettrodomestici;
- vengono usati anche dove si raggiungono temperature molto elevate, ad esempio, nelle turbine a gas.

Cuscinetti obliqui a sfere

I cuscinetti obliqui a sfere:

- sopportano carichi combinati (**Figura 7**), cioè aventi componenti sia assiali sia radiali. A questo scopo:
 - la pista dell'anello interno è spostata assialmente rispetto a quella dell'anello esterno;
 - il contatto tra sfera e piste avviene non perpendicolarmente ma obliquamente rispetto all'asse del cuscinetto;
- sopportano carichi assiali anche assai elevati se agenti in un solo senso;
- vengono montati appaiati, in coppia, quando la capacità di carico di un singolo cuscinetto obliquo non è sufficiente (*disposizione in tandem*) (**Figura 8**);



Figura 6

Cuscinetto radiale a sfere ibrido (Norelem) – *Hybrid deep groove ball bearings*.

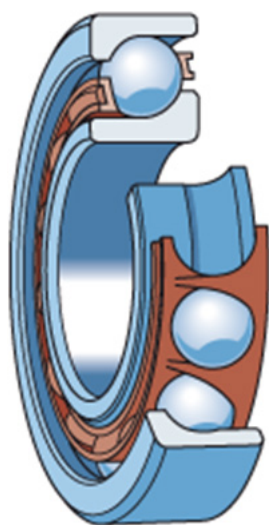


Figura 7

Cuscinetto obliquo a una corona di sfere – *Single row angular contact ball bearings*.

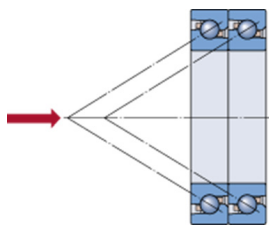


Figura 8

Cuscinetti obliqui a una corona di sfere: *disposizione in tandem*. In figura è evidenziato il verso in cui può agire il carico assiale.

- quando i carichi assiali agiscono in entrambi i sensi, vengono montati in coppia con montaggio:
 - a O (*divergente*) (Figura 9);
 - a X (*convergente*) (Figura 10);

in questo modo possono sopportare carichi assiali agenti in entrambi i sensi, ma solo su un cuscinetto per ogni senso. Rispetto al montaggio a X, il montaggio a O offre maggiore resistenza a eventuali momenti ribaltanti.

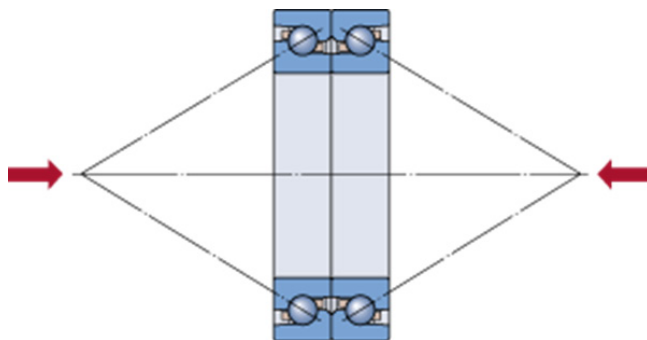


Figura 9

Cuscinetti obliqui a una corona di sfere: *disposizione a O*. In figura sono evidenziati i versi in cui può agire il carico assiale.

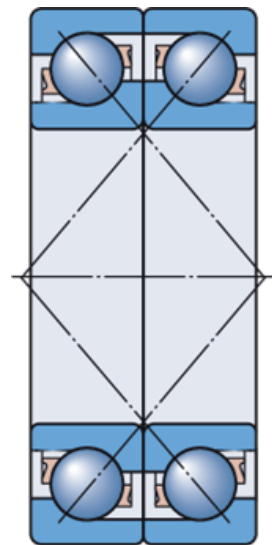


Figura 10

Cuscinetti obliqui a una corona di sfere: *disposizione a X*.



Figura 11

Cuscinetto assiale a sfere a semplice effetto (cuscinetto reggispira a sfere a semplice effetto) – *Single direction thrust ball bearings*.



Figura 12

Cuscinetto assiale a sfere a doppio effetto (cuscinetto reggispira a sfere a doppio effetto) – *Double direction thrust ball bearings*.

Cuscinetti assiali (cuscinetti reggispira) a sfere

I cuscinetti assiali reggispira a sfere:

- sopportano unicamente carichi assiali;
- se sono a *semplice effetto*, possono sopportare solamente carichi assiali agenti in un solo senso (Figura 11);
- se a *doppio effetto*, possono sopportare carichi assiali agenti in entrambi i sensi (Figura 12);
- sono cuscinetti scomponibili.

Cuscinetti assiali orientabili a sfere

I cuscinetti assiali orientabili a sfere possono essere:

- a *semplice effetto* (Figura 13a);
- a *doppio effetto* (Figura 13b).

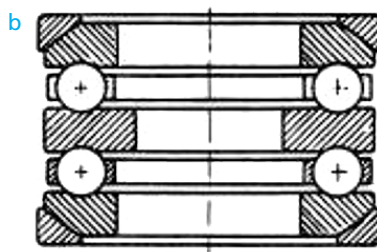
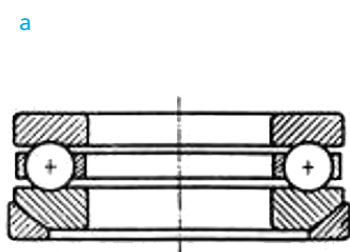


Figura 13

Cuscinetti assiali orientabili a sfere (cuscinetti reggispira orientabili a sfere) – *Self-aligning thrust ball bearings*: **a** a semplice effetto; **b** a doppio effetto.

Cuscinetti radiali a rulli cilindrici

I cuscinetti radiali a rulli cilindrici (**Figura 14**):

- sopportano solo carichi radiali;
- possono sopportare carichi radiali superiori a quelli dei corrispondenti cuscinetti radiali a sfere, a parità di dimensioni;
- sono dotati di piste provviste di due *orletti*, cioè due risalti laterali che hanno lo scopo di guidare i rulli;
- permettono elevate velocità di rotazione.

Cuscinetti radiali a una corona di rulli cilindrici, a pieno riempimento

I cuscinetti radiali a una corona di rulli cilindrici, a pieno riempimento (cioè senza gabbia distanziatrice) (**Figura 15**):

- possono sopportare carichi radiali molto elevati, in quanto contengono il numero massimo di rulli;
- funzionano a velocità inferiori rispetto a quelle dei cuscinetti a rulli cilindrici con gabbia distanziatrice.

Cuscinetti radiali a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento

I cuscinetti radiali a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento (cioè senza gabbia distanziatrice) (**Figura 16**):

- possono sopportare carichi radiali molto elevati, anche superiori a quelli sopportati dai cuscinetti a una corona di rulli cilindrici a pieno riempimento, in quanto contengono il numero massimo di rulli;
- funzionano a velocità inferiori rispetto a quelle dei cuscinetti a rulli cilindrici con gabbia distanziatrice.

Cuscinetti radiali orientabili a rulli

I cuscinetti radiali orientabili a rulli (**Figura 17**):

- sono caratterizzati da corpi volventi costituiti da *rulli a botte*;
- possono reggere forti carichi sia radiali sia assiali;



Figura 14

Cuscinetto radiale a una corona di rulli cilindrici – *Single row cylindrical roller bearings*.



Figura 15

Cuscinetto a una corona di rulli cilindrici, a pieno riempimento – *Single row full complement cylindrical roller bearings*.



Figura 16

Cuscinetto a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento – *Double row full complement cylindrical roller bearings*.



Figura 17

Cuscinetti radiali orientabili a due corone di rulli – *Spherical roller bearings*.

**Figura 18**

Cuscinetto a rullini –
Needle roller bearings.

- sopportano carichi assiali in entrambi i sensi;
- non sono sensibili all'eventuale inflessione dell'albero.

Sono anche usati **cuscinetti radiali ibridi a rulli cilindrici** (*Hybrid cylindrical roller bearings*), nei quali i corpi volventi ceramici sono rulli cilindrici.

Cuscinetti a rullini

I cuscinetti a rullini (**Figura 18**):

- sono dotati di elementi volventi di diametro ridotto;
- hanno elevata capacità di carico;
- sono caratterizzati da un minore ingombro radiale rispetto ai corrispondenti cuscinetti a rulli cilindrici;
- sopportano, come i cuscinetti a rulli cilindrici, unicamente carichi radiali.

**Figura 19**

Guscio a rullini – Needle
roller bearings without
an inner ring.

Gusci a rullini

I gusci a rullini (**Figura 19**):

- hanno elevata capacità di carico;
- sono caratterizzati da un ingombro radiale estremamente ridotto, in quanto sono privi dell'anello interno;
- sopportano, come i cuscinetti a rulli cilindrici, unicamente carichi radiali.

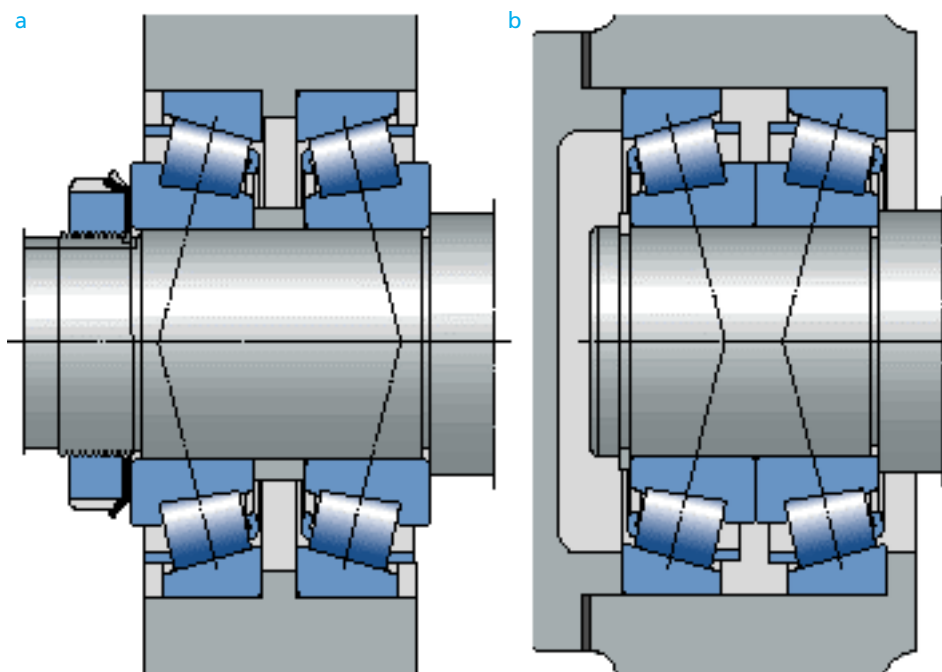
Cuscinetti a una corona di rulli conici

I cuscinetti a una corona di rulli conici (**Figura 20**):

- come i cuscinetti obliqui a sfere, possono essere montati appaiati *in tandem*, a *O* o a *X* (**Figura 21**);
- hanno una forma costruttiva che li rende particolarmente indicati per i carichi misti, cioè con componenti sia radiali sia assiali, come ad esempio, nei pignoni dei cambi di velocità;
- presentano elementi volventi a forma di tronchi di cono;
- sono generalmente scomponibili.

**Figura 20**

Cuscinetto a una corona
di rulli conici – Single row
tapered roller bearings.

**Figura 21**

Cuscinetti a una corona di rulli conici – Single row tapered roller bearings: **a** montaggio a O (Matched bearings arranged face-to-face); **b** montaggio a X (Matched bearings arranged back-to-back).

**Figura 22**

Cuscinetto assiale
(cuscinetto reggispira) a
rulli cilindrici – *Cylindrical
roller thrust bearings.*

Cuscinetti assiali (cuscinetti reggispira) a rulli cilindrici

I cuscinetti assiali reggispira a rulli cilindrici (che sono sempre a semplice effetto) (**Figura 22**):

- sopportano carichi assiali elevati;
- sono molto rigidi;
- sono relativamente insensibili ai carichi d'urto;
- possono sostenere unicamente carichi assiali agenti in un solo verso.

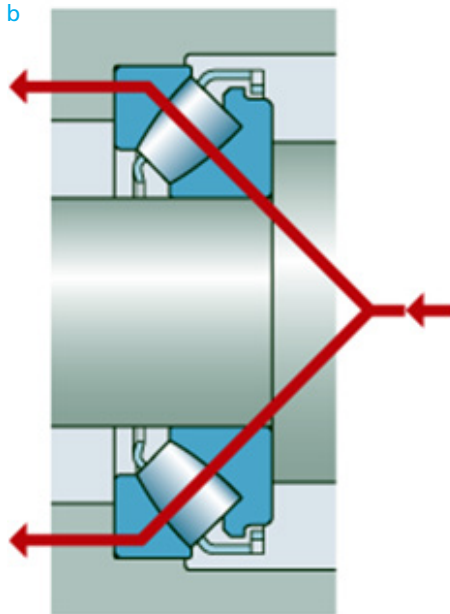
Cuscinetti assiali (cuscinetti reggispira) orientabili a rulli

I cuscinetti assiali reggispira orientabili a rulli (**Figura 23a, b**):

- possono sopportare carichi misti, cioè con componenti sia assiali sia radiali; le componenti assiali possono essere anche molto elevate;
- sono insensibili alle inflessioni dell'albero e ai disallineamenti di quest'ultimo rispetto all'alloggiamento;
- i rulli hanno forma tronco-conica e sono leggermente bombati;
- sono cuscinetti scomponibili.

Figura 23

Cuscinetto assiale
(cuscinetto reggispira)
orientabile a rulli – *Axial
spherical roller bearings*:
a componente
commerciale; **b** schema;
in figura è evidenziata
la direzione del carico
trasmesso da una pista
all'altra.

a**b**

1.6 Procedura di calcolo per la scelta di un cuscinetto volvente

I parametri che condizionano la scelta di un cuscinetto volvente sono:

1. il valore del carico agente, che determina la *capacità di carico* del cuscinetto;
2. l'orientamento del carico;
3. le ore complessive prevedibili di funzionamento regolare (*vita* del cuscinetto).

La *capacità di carico* viene calcolata in funzione delle spinte che il cuscinetto deve sopportare. È ricavata attraverso l'utilizzazione di parametri conosciuti come *coefficiente di carico dinamico* C_{din} e *coefficiente di carico statico* C_o , i cui valori sono riportati nei manuali tecnici in corrispondenza di ciascun cuscinetto.

Il *coefficiente di carico dinamico* C_{din} esprime il valore del carico che, applicato al cuscinetto, ne determina una durata teorica (*durata di base*) pari a un milione di giri.

Il *coefficiente di carico statico* C_o è il carico massimo che può essere sopportato dal cuscinetto in condizione di quiete.

Per *durata* si intende il numero di giri, o di ore di funzionamento a una determinata velocità, che il cuscinetto può raggiungere fino a quando si verifica il primo segno di cedimento per fatica – sfaldatura, erosione ecc. – su uno dei suoi componenti (piste, corpi volventi ecc.). Cuscinetti dello stesso tipo e delle stesse dimensioni, che operano nelle stesse condizioni di lavoro, manifestano durate differenti.

Le ditte costruttrici determinano i coefficienti di carico dinamico C_{din} per ciascun tipo di cuscinetto sulla base di una durata raggiungibile dal 90% di un numero elevato di cuscinetti; questi ultimi devono essere all'apparenza perfettamente uguali e operanti nelle stesse condizioni di lavoro.

Il coefficiente di carico dinamico è utilizzato nei calcoli relativi a cuscinetti sollecitati dinamicamente, cioè rotanti sotto carico.

Il coefficiente di carico statico è utilizzato quando si devono impiegare cuscinetti:

- destinati a ruotare a velocità molto basse;
- sottoposti a movimenti oscillatori molto lenti;
- che devono restare fermi sotto carico per determinati periodi di tempo.

Un metodo frequentemente utilizzato (ISO 281:1990) per scegliere un cuscinetto in funzione di una certa durata di base fa uso della seguente formula:

$$C_{\text{din}} = P \cdot (L_{10})^{\frac{1}{p}} \quad (1)$$

dove:

L_{10} = durata di base (in milioni di giri);

C_{din} = coefficiente di carico dinamico [N];

P = carico dinamico equivalente agente sul cuscinetto [N];

p = esponente che vale:

3 per i cuscinetti a sfere;

$\frac{10}{3}$ per i cuscinetti a rulli.

La precedente espressione riferita a un cuscinetto a sfere diviene:

$$C_{\text{din}} = P \cdot \sqrt[3]{L_{10}} \quad (2)$$

A sua volta L_{10} può ricavarsi dalla relazione:

$$L_{10} = \frac{60 \cdot n}{10^6} \cdot L_{10h} \quad (3)$$

dove:

L_{10h} = durata di base, in ore di funzionamento;

n = frequenza di rotazione, che si suppone costante (in giri/min).

Per *carico dinamico equivalente* si intende un carico ipotetico costante agente radialmente, sui cuscinetti radiali, o assialmente, su quelli assiali, che, se applicato realmente sul cuscinetto, ha la stessa influenza, sulla durata del cuscinetto stesso, dei carichi effettivi.

Il carico dinamico equivalente P coincide con F , cioè con la reazione vincolare applicata al cuscinetto, se quest'ultima agisce radialmente – su un cuscinetto radiale – o assialmente – su un cuscinetto assiale.

Quando invece sono presenti sia una componente assiale sia una componente radiale, il valore di P è calcolato attraverso la formula:

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (4)$$

dove:

F_r = componente radiale [N];

F_a = componente assiale [N];

X = fattore moltiplicativo relativo alla componente radiale;

Y = fattore moltiplicativo relativo alla componente assiale.

Se limitiamo l'analisi ai soli cuscinetti radiali rigidi a una corona di sfere, la componente assiale F_a influenza il carico dinamico equivalente P solo se risulta:

$$\frac{F_a}{F_r} > e$$

dove e è un valore tabulato che dipende dal rapporto:

$$\frac{F_a}{C_o}$$

La procedura per effettuare la scelta di un cuscinetto radiale a sfere prevede:

- a) la presa in esame dei seguenti dati:
 - frequenza di rotazione n dell'albero [giri/min];
 - diametro del perno d_{perno} sul quale va inserito il cuscinetto [mm];
 - entità delle componenti radiale F_r e assiale F_a della forza cui è soggetto il perno [N];
 - durata di base L_{10h} = numero di ore complessive di funzionamento previste per quella specifica applicazione;
- b) le fasi operative qui di seguito elencate:
 1. scelta di primo tentativo di un cuscinetto avente diametro interno coincidente con il diametro dell'alloggiamento previsto sull'albero;
 2. annotazione del coefficiente di carico dinamico disponibile $C_{\text{din disp}}$ e del coefficiente di carico statico C_o letti sul manuale tecnico in corrispondenza del cuscinetto in esame;
 3. calcolo della durata di base L_{10} (in milioni di giri) mediante la formula (3):

$$L_{10} = \frac{60 \cdot n}{10^6} \cdot L_{10h}$$

4. determinazione del carico dinamico equivalente P [N]:
 - se la componente assiale della forza cui è soggetto il perno è assente o estremamente ridotta, semplicemente con l'uguaglianza:

$$P = F$$

- negli altri casi, tramite la formula (4):

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

dove i coefficienti X e Y sono ricavabili da tabelle;

5. calcolo del coefficiente di carico dinamico $C_{\text{din rich}}$ che si richiede a un cuscinetto idoneo per l'applicazione in esame [N] mediante la formula (2);

$$C_{\text{din rich}} = P \cdot \sqrt[3]{L_{10}}$$

6. confronto tra $C_{\text{din rich}}$ e $C_{\text{din disp}}$:

– se risulta:

$$C_{\text{din rich}} \leq C_{\text{din disp}}$$

il cuscinetto scelto a tentativo è idoneo per quella applicazione;

– se invece risulta:

$$C_{\text{din rich}} > C_{\text{din disp}}$$

il cuscinetto scelto a tentativo non è idoneo per quella applicazione; occorre allora scegliere un secondo cuscinetto dello stesso tipo e dello stesso diametro interno del cuscinetto precedente ma avente maggiore robustezza e ripetere la procedura dal punto 2 in poi.

Negli esempi riportati negli Esercizi svolti nella parte digitale del testo viene applicato il suddetto procedimento limitatamente alla scelta di un cuscinetto radiale rigido a una corona di sfere. A tale scopo si sono riportati nella **Tabella 5.5** i fattori moltiplicativi X e Y , in **Tabella 5.6** i parametri geometrici relativi a cuscinetti a sfere SKF utilizzabili su un perno di diametro pari a 30 mm e in **Tabella 5.7** i valori orientativi della durata di base richiesta a seconda dei diversi tipi di macchina. Le Tabelle 5.5, 5.6 e 5.7 sono reperibili nella parte digitale.



Tabelle 5.5, 5.6 e 5.7