

Esecuzioni

I cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento contengono un numero massimo di rulli e sono quindi adatti per carichi radiali molto elevati. Tuttavia, non possono funzionare alle stesse velocità elevate dei cuscinetti a rulli cilindrici con gabbia. I cuscinetti SKF a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, di regola vengono prodotti in quattro esecuzioni: tre aperte ed una munita di guarnizione (→ **fig. 1**). Tutti i cuscinetti sono di tipo non scomponibile e sono dotati di una scanalatura anulare e di tre fori di lubrificazione sull'anello esterno per facilitare l'ingresso del lubrificante.

Esecuzione NNCL

I cuscinetti di esecuzione NNCL (**a**) presentano un anello interno con tre orletti integrali ed un anello esterno privo di orletti. L'anello di arresto inserito sull'anello esterno tra le corone di rulli, serve a mantenere uniti i componenti del cuscinetto. Lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento, può avvenire nei due sensi all'interno del cuscinetto stesso. I cuscinetti sono pertanto adatti a posizioni non di vincolo.

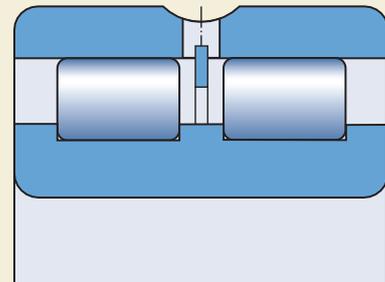
Esecuzione NNCF

I cuscinetti di esecuzione NNCF (**b**) presentano tre orletti integrali sull'anello interno e un solo orletto integrale su quello esterno, consentendo così il vincolo assiale dell'albero in un solo senso. Un anello di arresto inserito nell'anello esterno, sul lato opposto all'orletto integrale, mantiene uniti tutti i componenti del cuscinetto.

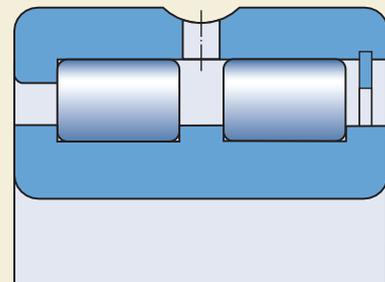
Esecuzione NNC

I cuscinetti di esecuzione NNC (**c**) sono dotati dello stesso anello interno dei cuscinetti di esecuzione NNCL e NNCF. L'anello esterno è separabile e tenuto insieme da elementi di arresto che non devono essere soggetti a carichi assiali. Le due parti dell'anello esterno sono identiche e dotate di un orletto integrale, che consente al cuscinetto di vincolare assialmente l'albero in entrambi i sensi.

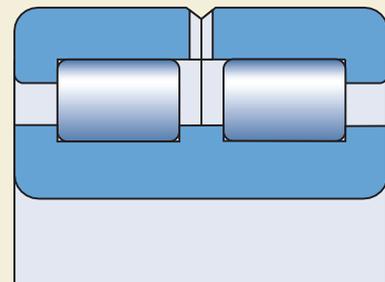
Fig. 1



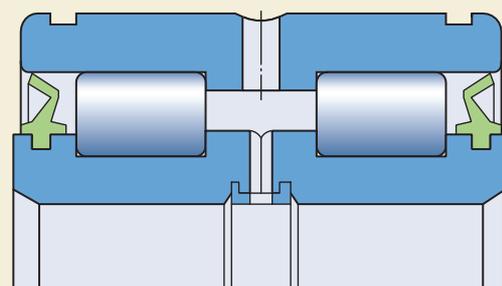
a



b



c



d

Esecuzione NNF

I cuscinetti di esecuzione NNF (**d**) delle serie NNF 50 e 3194(00) sono sempre a tenuta su entrambi i lati e riempiti di grasso. L'anello interno in due parti è dotato di tre orletti integrali ed è tenuto insieme da un anello di arresto. L'anello esterno presenta un orletto integrale centrale. Questi cuscinetti possono essere utilizzati per vincolare l'albero assialmente in entrambi i sensi. Grazie alla grande distanza esistente tra le due corone di rulli, questi cuscinetti sono in grado di supportare anche momenti ribaltanti.

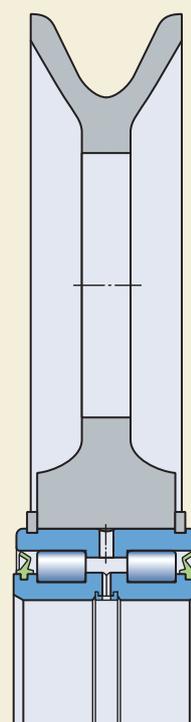
L'anello esterno dei cuscinetti NNF è più stretto di 1 mm rispetto all'anello interno e, sulla fascia diametrale esterna, è dotato di due scanalature per anelli di arresto. In questo modo è possibile fare a meno dei distanziali tra l'anello interno ed i componenti adiacenti, ad esempio nelle pulegge (→ **fig. 2**).

I cuscinetti sono dotati di guarnizioni striscianti in poliuretano (AU) su entrambi i lati. Gli anelli di tenuta sono fissati sull'anello interno, poiché in tale posizione assicurano la massima efficacia. Il labbro di tenuta esterno esercita una leggera pressione sulla pista dell'anello esterno.

I cuscinetti sono riempiti con grasso a base di litio con olio a base di estere, che offre buone proprietà antiruggine. La viscosità dell'olio base è $15 \text{ mm}^2/\text{s}$ a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ e $3,7 \text{ mm}^2/\text{s}$ a $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Il grasso è adatto a temperature comprese tra -55 e $+110 \text{ }^\circ\text{C}$. Tuttavia, la gamma di temperature consentita è limitata dal materiale degli anelli di tenuta che va da -40 a $+80 \text{ }^\circ\text{C}$.

In determinate condizioni, i cuscinetti di esecuzione NNF non necessitano di manutenzione, ma, se impiegati in ambienti umidi o contaminati o se le velocità sono medio-alte, devono essere rilubrificati, sfruttando i fori presenti sull'anello interno e su quello esterno.

Se si richiede l'impiego di cuscinetti con una sola guarnizione o privi di guarnizioni, queste possono essere rimosse facilmente con un cacciavite. Per applicazioni con lubrificazione ad olio, i cuscinetti possono essere forniti privi di guarnizioni e senza grasso, purché la quantità di pezzi richiesta sia economicamente accettabile. Diversamente, è necessario rimuovere le guarnizioni e lavare i cuscinetti prima dell'uso. Se si usa la lubrificazione a olio, la velocità limite riportata nelle tabelle dei prodotti può essere aumentata approssimativamente del 30 %.



Cuscinetti – dati generali

Dimensioni

Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti SKF a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, sono conformi alla norma ISO 15:1998, salvo quelli delle serie NNF 50 e 3194(00). Gli anelli esterni dei cuscinetti NNF sono più stretti di 1 mm rispetto al valore indicato dalla norma ISO per la serie dimensionale 50. Le dimensioni dei cuscinetti serie 3194(00) sono state dettate da esigenze pratiche di applicazione e non sono trattate in nessuna norma nazionale od internazionale.

Tolleranze

I cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, sono di regola prodotti con tolleranze normali, specificate dalla ISO 492:2002. I valori di tolleranza sono riportati nella **tabella 3** a **pagina 125**.

Gioco interno

I cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, sono di regola prodotti con gioco interno radiale normale. Su richiesta sono disponibili cuscinetti con gioco radiale interno superiore C3 o inferiore C2.

I relativi valori sono conformi alla ISO 5753:1991 e sono riportati nella **tabella 1** a **pagina 513**. Questi valori si applicano ai cuscinetti smontati e con carico di misura zero.

Il gioco interno assiale dei cuscinetti di esecuzione NNC e NNF, che possono vincolare assialmente l'albero in entrambi i sensi, è compreso tra 0,1 e 0,2 mm per tutte le dimensioni.

Spostamento assiale

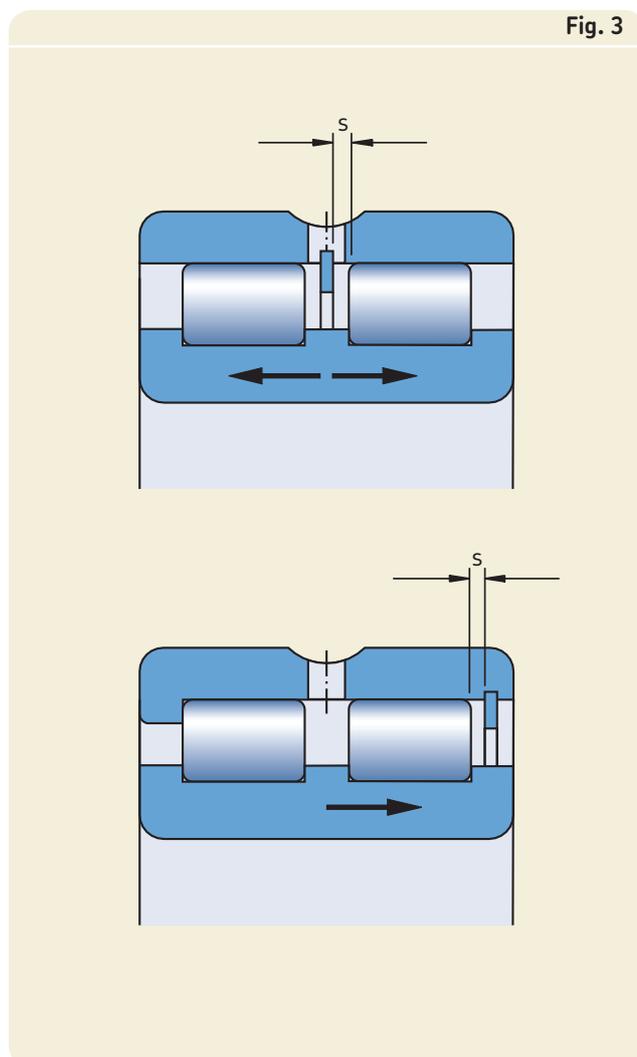
I cuscinetti di esecuzione NNCL e NNCF consentono, entro certi limiti, lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento, dovuto alla dilatazione termica dell'albero stesso (→ **fig. 3**). Poiché lo spostamento assiale avviene all'interno del cuscinetto e non fra anello e albero o foro dell'alloggiamento, durante la rotazione del cuscinetto non vi è praticamente alcun aumento dell'attrito. I valori dello spostamento assiale ammissibile "s" dalla posizione normale di un anello del cuscinetto rispetto all'altro sono riportati nella tabella dei prodotti.

Disallineamento

Nei cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, eventuali disallineamenti angolari dell'anello esterno rispetto a quello interno danno origine a momenti di reazione e quindi ad aumenti di carico che riducono la durata del cuscinetto.

Influenza della temperatura di funzionamento sul materiale dei cuscinetti

I cuscinetti SKF a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, sono sottoposti a uno speciale trattamento termico che ne consente l'impiego fino a +150 °C.



Carico minimo

Per garantire un funzionamento corretto, i cuscinetti a due corone di rulli cilindrici a pieno riempimento, come tutti i cuscinetti a sfere e a rulli, devono sempre essere soggetti ad un certo carico minimo, soprattutto se devono operare a velocità relativamente elevate ($n > 0,5$ volte la velocità di riferimento), se sono soggetti a forti accelerazioni o a rapidi cambi di direzione del carico. In tali condizioni, le forze di inerzia dei rulli e l'attrito del lubrificante possono influire negativamente sulle condizioni di rotolamento e provocare strisciamenti dannosi fra rulli e piste.

Il carico minimo richiesto da applicare ai cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, può essere valutato con la formula

$$F_{rm} = k_r \left(6 + \frac{4n}{n_r} \right) \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$$

in cui

F_{rm} = carico radiale minimo, kN

k_r = fattore di carico minimo

0,2 per cuscinetti della serie 48

0,25 per cuscinetti della serie 49

0,4 per cuscinetti della serie NNF 50 e 3194(00)

0,5 per cuscinetti della serie NNCF 50

n = velocità di rotazione, giri/min.

n_r = velocità di base secondo le tabelle dei prodotti, giri/min.

per cuscinetti aperti utilizzare la velocità di riferimento

per cuscinetti con guarnizione utilizzare

$1,3 \times$ velocità limite

d_m = diametro medio del cuscinetto

= $0,5 (d + D)$, mm

In caso di avviamento a basse temperature o quando il lubrificante è molto viscoso, può essere necessario un carico anche maggiore. Il peso dei componenti che gravano sul cuscinetto, unitamente alle forze esterne, di solito supera il carico minimo necessario. In caso contrario, il cuscinetto a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, deve essere sottoposto ad un carico radiale aggiuntivo.

Capacità di carico dinamico assiale

I cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento, con orletti su entrambi gli anelli, possono sostenere carichi assiali oltre a carichi radiali. La capacità di carico assiale dipende soprattutto dall'idoneità a sopportare carichi da parte delle superfici di strisciamento in corrispondenza del contatto tra le testate dei rulli e l'orletto. Dipende essenzialmente dalla lubrificazione, dalla temperatura di esercizio e dalla dissipazione di calore dal cuscinetto. Supponendo che le condizioni di esercizio siano quelle sotto specificate, il carico assiale consentito può essere calcolato con sufficiente precisione con la formula

$$F_{ap} = \frac{k_1 C_0 10^4}{n (d + D)} - k_2 F_r$$

in cui

F_{ap} = massimo carico assiale consentito, kN

C_0 = capacità di carico statico, kN

F_r = carico radiale effettivo sul cuscinetto, kN

n = velocità di rotazione, giri/min.

d = diametro foro del cuscinetto, mm

D = diametro esterno del cuscinetto, mm

k_1 = un fattore

0,35 per lubrificazione con olio

0,2 per lubrificazione con grasso

k_2 = un fattore

0,1 per lubrificazione con olio

0,06 per lubrificazione con grasso

La suddetta formula si basa su condizioni considerate tipiche durante il normale funzionamento del cuscinetto, e cioè

- una differenza di 60 °C fra la temperatura di esercizio del cuscinetto e la temperatura ambiente
- una perdita specifica di calore dal cuscinetto di $0,5 \text{ mW/mm}^2 \text{ °C}$; con riferimento alla superficie diametrale esterna del cuscinetto ($\pi D B$)
- un coefficiente di viscosità $\kappa \geq 2$.

Per la lubrificazione con grasso, si può utilizzare la viscosità dell'olio base. Se κ è inferiore a 2, l'attrito aumenta e con esso l'usura. A basse velocità l'inconveniente può essere evitato utilizzando, ad esempio, oli contenenti additivi AW (antiusura) e/o EP (pressioni estreme).

Cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento

Qualora i carichi assiali agiscano per lunghi periodi ed i cuscinetti siano lubrificati con grasso, si consiglia di utilizzare un grasso con buone proprietà di rilascio olio alle temperature di esercizio (> 3 %, secondo la DIN 51817). Si consigliano anche frequenti rilubrificazioni.

I valori del carico consentito F_{ap} , ottenuti dalla formula di equilibrio termico, sono applicabili nel caso di carico assiale continuo costante e di un'alimentazione di lubrificante adeguata in corrispondenza dei contatti tra testate dei rulli e orletti. Se il carico assiale agisce solo per brevi periodi, i valori possono essere moltiplicati per 2 o per 3, nel caso di carichi per urto, purché non si superino i limiti riportati di seguito, relativi alla resistenza dell'orletto.

Per evitare il rischio di rottura dell'orletto, il carico assiale costante applicato al cuscinetto non deve mai superare il valore

$$F_{a \max} = 0,0023 D^{1,7}$$

Se il carico assiale agisce solo occasionalmente e per brevi periodi, non deve mai superare

$$F_{a \max} = 0,007 D^{1,7}$$

in cui

$F_{a \max}$ = carico assiale massimo costante od occasionale, kN

D = diametro esterno del cuscinetto, mm

Per ottenere una distribuzione uniforme del carico sull'orletto e garantire una sufficiente precisione di rotazione dell'albero, quando i cusci-

netti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento sono soggetti a forti carichi assiali, il difetto di oscillazione assiale e le dimensioni degli spallamenti delle parti adiacenti diventano particolarmente importanti.

Qualora si verifichi un'inflessione dell'albero con un carico assiale, l'orletto dell'anello interno deve essere sostenuto per la metà della sua altezza (→ **fig. 4**) per evitare di sottoporlo a dannose sollecitazioni alternate. Il diametro consigliato per lo spallamento dell'albero d_{as} può essere ricavato dalla tabella prodotti.

Se il disallineamento fra gli anelli interno ed esterno supera 1 primo, l'azione del carico sull'orletto varia notevolmente ed esiste il rischio di superare i limiti di sicurezza impliciti nei valori indicativi riportati. In questi casi, consigliamo di contattare l'Ingegneria di Applicazione SKF.

Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

Per i cuscinetti non di vincolo

$$P = F_r$$

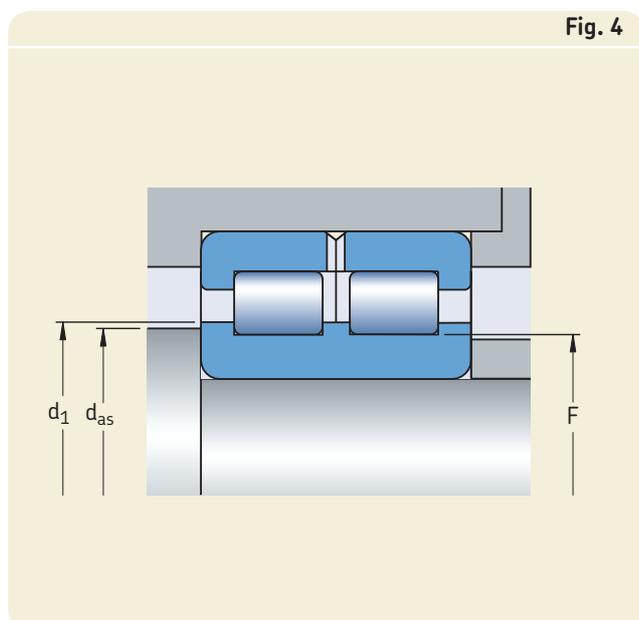
Se i cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento con orletto sia sull'anello interno sia su quello esterno, vengono utilizzati per vincolare assialmente l'albero in una o in entrambe le direzioni, il carico dinamico equivalente si calcola con la formula

$$P = F_r \quad \text{quando } F_a/F_r \leq 0,15$$
$$P = 0,92 F_r + 0,4 F_a \quad \text{quando } F_a/F_r > 0,15$$

Poiché i cuscinetti a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento e caricati assialmente funzionano correttamente solo se sono soggetti ad un carico radiale agente simultaneamente, il rapporto F_a/F_r non deve superare 0,25.

Carico statico equivalente sul cuscinetto

$$P_0 = F_r$$



Appellativi supplementari

I suffissi nell'appellativo utilizzati per identificare alcune caratteristiche dei cuscinetti SKF a due corone di rulli cilindrici, a pieno riempimento sono i seguenti.

- ADA** Scanalature modificate per l'anello di ancoraggio sull'anello esterno; anello interno in due parti tenute insieme da un anello di ritenuta
- CV** Esecuzione interna modificata, gruppo rulli a pieno riempimento
- C2** Gioco interno radiale inferiore al Normale
- C3** Gioco interno radiale maggiore del Normale
- DA** Scanalature modificate per l'anello di ancoraggio sull'anello esterno; anello interno in due parti tenute insieme da un anello di ritenuta
- L4B** Anelli e corpi volventi del cuscinetto con rivestimento superficiale speciale
- L5B** Corpi volventi con rivestimento superficiale speciale
- 2LS** Guarnizione strisciante in poliuretano (AU) su entrambi i lati del cuscinetto
- V** Gruppo rulli a pieno riempimento (senza gabbia)